



## Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjes

### Standartlaştırılmış Yağış İndeksi Yöntemi ile Isparta İli Kuraklık Analizi

Yusuf UÇAR<sup>1</sup>, Emre TOPÇU<sup>1\*</sup>, Esengül DEMİREL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü – Isparta-Türkiye

\*Sorumlu Yazar: emretopcu@isparta.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 18.12.2019

Kabul tarihi: 30.12.2019

**Anahtar Kelimeler:** Kuraklık, Kuraklık analizi, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, Isparta

#### ÖZET

Kuraklığı belli bir zaman aralığında meydana gelen yağış eksikliği olarak tanımlamak mümkündür. Ülkemizde ve dünyada sık görülen doğal afetlerden bir tanesidir. Kuraklığın tahmin edilmesi sayesinde tarımsal, çevresel ve ekonomik açıdan oluşturacağı olumsuzluklar azaltılabilir. Bu yüzden araştırmacılar kuraklığı tahmin etmek için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bunlardan en yaygın kullanılanı Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ)'dir. Bu çalışmada, Türkiye'nin güneybatısında yer alan Isparta'da 6 istasyona ait yağış verileri yardımıyla SYİ metodu kullanılarak kuraklık analizi yapılmıştır. Standart Yağış İndeksi değerleri 1, 3, 6, 9, 12, 24 aylık periyotlar için hesaplanmıştır. Değerlendirme yapılan 32 yıllık periyot göz önüne alındığında incelenen istasyonların yağış değerlerinde bir azalma eğilimi olmadığı tespit edilmiştir. .

### Drought Analysis of Isparta Province with Standardized Precipitation Index Method

#### ARTICLE INFO

Received: 18.12.2019

Accepted: 30.12.2019

**Keywords:** Drought, Drought analysis, Standard Precipitation index, Isparta

#### ABSTRACT

Drought can be defined as a lack of precipitation that occurs over a period of time. It is a common natural disaster in our country and in the world. Prediction of drought can reduce some of the negative consequences of agricultural, environmental and economic aspects. Therefore, researchers have developed several methods to predict drought. The most commonly used of these is the Standardized Precipitation Index (SPI). In this study, drought analysis of six meteorological stations in Isparta located in southwest Turkey was made by using SYI method. Standard Precipitation Index values were calculated for 1, 3, 6, 9, 12, 24 month periods. Considering the 32-year period in which the evaluation was made, it was found that there was no decreasing trend in the rainfall values of the stations examined.

#### 1. Giriş

Hidrolojik döngü içerisindeki en önemli unsurlardan biri olan yağışın zamansal ve mekânsal dağılımı pek çok doğal olayın gerçekleşmesine neden olduğu gibi bunlara bağlı insan faaliyetlerini de etkilemektedir. Dünya'da bir yılda düşen toplam yağış miktarı 550 000 km<sup>3</sup> olarak tahmin edilirken bunun 398 000 km<sup>3</sup>'ünün okyanuslar üzerine geriye kalan 107 000 km<sup>3</sup>'ünün ise karalar üzerine düştüğü kabul edilmektedir (Anonim, 2019a). Özellikle karalar üzerine düşen yağış miktarındaki zamansal ve mekânsal değişim tarım faaliyetlerini derinden etkilemektedir. Bu etkileşim bazen kuraklık şeklinde ortaya çıkacağı gibi bazen de tarım alanlarında drenaj problemi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Hemen her iklim tipinde tekrarlı olarak görülen kuraklık; belirli periyotlarda ölçülen yağış miktarının ortalamanın belirgin bir şekilde altına düşmesi olarak tanımlanmaktadır (Tolunay ve Akça, 2018). Etki derecesine, gerçekleşme aralığına, süresine ve etkilediği alana göre farklı parametrelere sınıflandırılabilen kuraklık yaygın olarak meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo-ekonomik olmak üzere dört şekilde sınıflandırılmaktadır. Kuraklık; başlangıç ve bitişinin belli olmaması, kümülatif olarak şiddetinin artması, aynı anda birden fazla kaynağa

etki etmesi ve ciddi ekonomik kayıplara neden olması gibi nedenlerle diğer doğal afetlerden ayrılmaktadır.

Araştırmacılar, kuraklığın etki alanını, oluş sıklığını, şiddetini ve süresini tahmin etmek için çeşitli yöntemler geliştirmektedirler (Yetmen, 2013). Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanlardan biri McKee vd. (1993) tarafından geliştirilen Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'dir (SYİ). Bu yöntemde, 1 aydan 96 aya kadar sürelerle kuraklık analizi yapmak mümkündür (Anonim, 2019c). Kuraklıkla ilgili analizler; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde su kaynaklarının yönetiminde, kuraklık eylem planlarının hazırlanmasında, su kaynaklarıyla ilgili planlamalarda, tarımla ya da su kaynaklarıyla ilgili yatırımlarda ve konuyla ilgili politika üretkenler için en önemli bilgi kaynaklarından biridir.

Bu çalışmada, Isparta merkez ilçe, Atabey, Eğirdir, Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç'ta bulunan meteoroloji istasyonlarından alınan aylık toplam yağış değerleri kullanılarak SYİ yöntemi ile 1, 3, 6, 9, 12, 24 aylık kuraklık indis değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan standart yağış indisleri kullanılarak kuraklığın zamansal değişimi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Çalışma Alanı

Türkiye'nin güneybatısında Akdeniz Bölgesi'nde göller yöresinin merkezinde yer alan Isparta'nın yüzölçümü 8933 km<sup>2</sup>'dir. Batısında Burdur, kuzeyinde Afyonkarahisar,

doğusunda Konya, güneyinde Antalya'nın yer aldığı Isparta; 30°01'-31°33' doğu boylamları ile 37°18'-38°30' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Çalışmada, Çizelge 1'de bazı özellikleri verilen ve Merkez ilçe, Atabey, Eğirdir, Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç ilçelerinde bulunan meteoroloji istasyonlarında 1987-2018 yıllarına ait 32 yıllık yağış değerleri kullanılmıştır.

Çizelge 1. Meteoroloji istasyonlarının bazı özellikleri (Anonim, 2019b)

Table 1. Some features of meteorological stations (Anonymous, 2019b)

İstasyon	Rakım (m)	Enlem	Boylam	Ölçüm Periyodu
Atabey	1000	37.9549°	30.6396°	1987-2018
Eğirdir	920	37.8377°	30.8720°	1987-2018
Isparta merkez	997	31.7848°	30.7679°	1987-2018
Senirkent	959	38.1047°	30.5577°	1987-2018
Uluborlu	1025	38.0860°	30.4582°	1987-2018
Yalvaç	1096	38.2830°	31.1778°	1987-2018

### 2.2. Aylık Ortalama Yağış Verileri

Atabey, Eğirdir, Isparta merkez, Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç meteoroloji istasyonlarının 32 yıllık ortalama yağış değerleri sırasıyla 448.1 mm, 796.5 mm, 513.3 mm, 668.2 mm, 604.5 mm ve 519.7 mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2, Şekil 1). Bu yağış verileri dikkate alındığında il içerisinde oldukça değişken bir yağış rejiminin olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin Atabey ile Eğirdir istasyonlarının arası kuş uçuşu yaklaşık 24.3 km olmasına karşılık bu iki istasyon arasında 348 mm'lik yağış farkı mevcuttur. Bu farklılığın Eğirdir ilçesinin özel mikroklimatolojik özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir.

### 2.3. Metot

Çalışmada, McKee vd. (1993) tarafından, yağışın zamana bağlı değişimini ve buna bağlı olarak oluşan meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıkları takip etme amacıyla geliştirilen Standart Yağış İndeksi kullanılmıştır. Bu yöntemde, farklı iklim özellikleri sergileyen bölgelerde kuraklığı tanımlamak için yağış parametresini tek bir sayısal değere dönüştürmek ve 3, 6, 9, 12, 24, 36 ve 48'er aylık periyotlarda değerlendirmek mümkündür. Standart yağış serisi aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

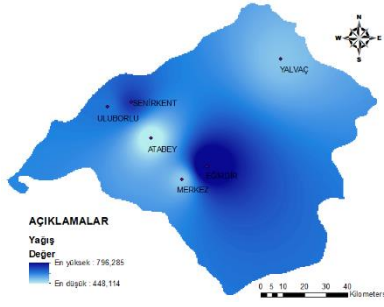
$$X_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_x} \quad (1)$$

Eşitlikte;  $X_i$ ; herhangi bir zamandaki yağış miktarını,  $\bar{X}$ ; serinin ortalamasını,  $S_x$ ; serinin standart sapmasını ifade etmektedir.

Çizelge 2. Uzun yıllık (1987-2018) aylık ortalama yağış verileri (mm)

Table 2. Long-term (1987-2018) monthly average precipitation data (mm)

Aylar	Atabey	Eğirdir	Isparta Merkez	Senirkent	Uluborlu	Yalvaç
1	54.3	120.6	62.4	79.2	69.4	59.8
2	43.9	104.7	50.3	74.4	60.7	53.3
3	51.5	95.3	57.4	79.3	69.8	55.2
4	50.9	75.8	51.6	69.8	63.6	58.7
5	47.5	57.3	57.3	59.7	62.0	48.8
6	26.2	25.7	29.4	36.6	33.2	34.5
7	13.8	9.3	17.7	16.8	23.8	14.5
8	12.8	9.6	15.7	14.5	15.2	10.9
9	15.6	20.9	18.5	21.5	20.2	18.6
10	32.6	55.2	38.2	47.8	46.5	44.1
11	39.6	81.7	45.5	70.9	57.4	51.1
12	59.4	140.4	69.3	97.8	82.7	70.3
<b>Yıllık</b>	<b>448.1</b>	<b>796.5</b>	<b>513.3</b>	<b>668.2</b>	<b>604.5</b>	<b>519.7</b>



Şekil 1. Çalışma alanındaki istasyonların yıllık toplam yağış miktarları

Figure 1. Total annual rainfall of the stations in the study area

SYİ kuraklık sınıfları standart normal dağılıma uygun yağış verilerinden elde edilmektedir. Buna karşın yağışların olasılık dağılım fonksiyonu normal dağılıma uymaz. Thom (1966), yağış verilerine en uygun olasılık dağılımının gamma dağılımı olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle SYİ çalışmalarında önce yağış toplamları olasılık dağılım fonksiyonunun gamma dağılımı ile düzeltilmesi gerekir. Bu çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan günlük yağış verileri öncelikle MS Excel yazılımı ile istasyon-yıl bazında düzenlenmiş, ikinci aşamada ise, SPI Generator (Anonim, 2019c) bilgisayar yazılımı yardımıyla öncelikle ham yağış verileri gama dağılımına uydurulmuş daha sonra SYİ değerleri hesaplanmıştır. SYİ'nin negatif olduğu dönemler kurak dönem olarak değerlendirilmekte, buna karşın pozitif olduğu dönemler ise yağışlı dönem olarak değerlendirilmektedir (Çizelge 3) (McKee vd., 1993).

Çizelge 3. SYİ yöntemine göre kuraklık sınıfları  
Table 3. Drought classes according to SPI method

SYİ Değerleri	Kuraklık Sınıflandırılması
$2.0 > SYİ$	Çok şiddetli yağışlı
$1.5 < SYİ \leq 2.0$	Çok yağışlı
$1.0 < SYİ \leq 1.5$	Orta şiddetli yağışlı
$0 < SYİ \leq 1.0$	Normal
$-1.0 < SYİ \leq 0$	Normale yakın kuraklık
$-1.5 < SYİ \leq -1.0$	Orta şiddetli kuraklık
$-2.0 < SYİ \leq -1.5$	Şiddetli kuraklık
$-2.0 \leq SYİ$	Çok şiddetli kuraklık

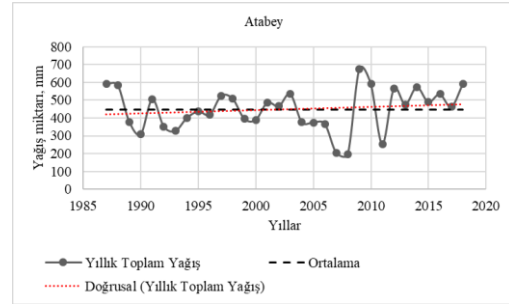
Çizelge 4. Atabey istasyonuna ait kuraklık oluşum yüzdeleri  
Table 4. Drought percentages of Atabey Station

SYİ Sınıfları	1 Aylık SYİ (%)	3 Aylık SYİ (%)	6 Aylık SYİ (%)	9 Aylık SYİ (%)	12 Aylık SYİ (%)	24 Aylık SYİ (%)
Çok şiddetli yağışlı	1.8	1.0	0.3	0.0	0.0	1.4
Çok yağışlı	3.1	3.9	3.4	1.3	2.9	2.2
Orta şiddetli yağışlı	12.2	10.7	11.3	10.9	8.6	14.1
Normal	34.1	39.0	40.4	45.5	45.3	32.1
Normale yakın kuraklık	37.0	31.4	32.7	31.6	34.0	36.3
Orta şiddetli kuraklık	6.5	6.3	5.8	4.5	3.2	6.4
Şiddetli kuraklık	4.4	5.8	2.6	2.7	2.1	3.6
Çok şiddetli kuraklık	0.8	1.8	3.4	3.5	3.8	3.9

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Atabey ilçesi SYİ zaman serileri

Atabey ilçesine ait yıllık toplam yağış değerlerinin grafiği Şekil 2'de sunulmuştur. Atabey istasyonunda 1987-2018 yılları arasındaki yağış ortalaması 519.7 mm'dir. Grafik incelendiğinde 32 yıllık dönemin 14 yılında uzun yıllar ortalamasından daha düşük 18 yılında ise uzun yıllar ortalamasından daha yüksek miktarda yağış düştüğü görülmektedir.



Şekil 2. Atabey ilçesine ait yıllık toplam yağış değerleri  
Figure 2. The total annual rainfall values of Atabey

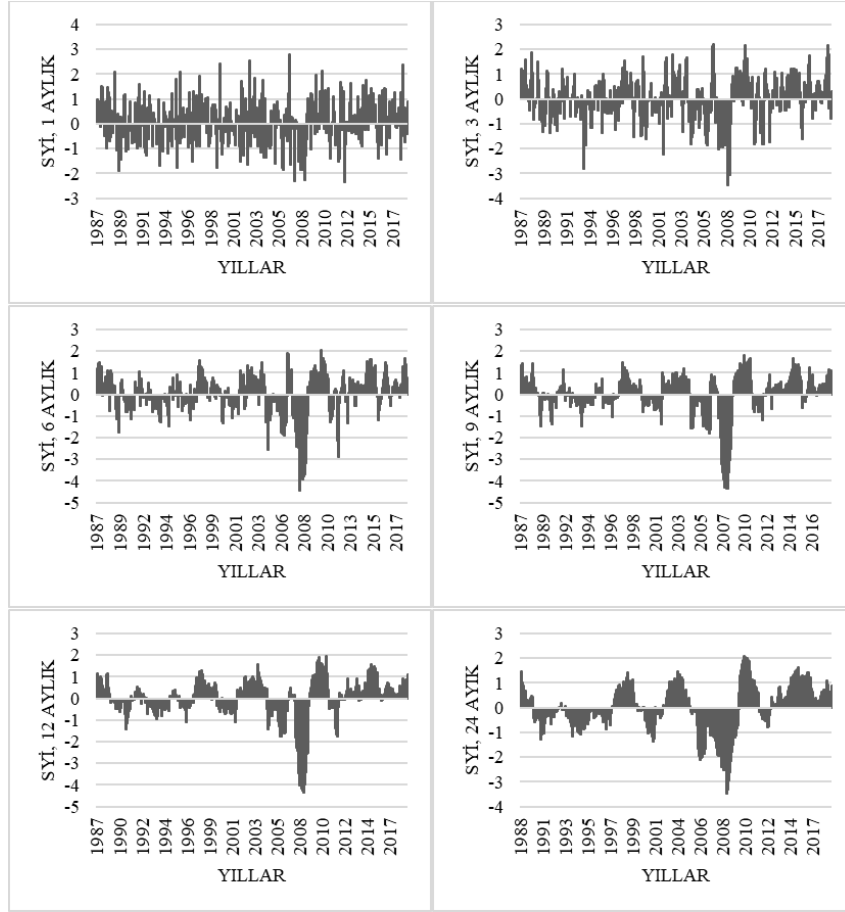
Atabey ilçesi meteoroloji istasyonu yağış verileri kullanılarak bölgenin geçmiş yıllardaki kuraklığı SYİ yöntemi ile analiz edilmiştir. Hesaplanan SYİ değerleri Çizelge 3'deki kuraklık sınıflandırmasına göre sınıflandırılmış ve yüzde dağılım olarak Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4'e göre Atabey ilçesinde normale yakın kuraklık, orta şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık ve çok şiddetli kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %37, %6.5, %4.4 ve %0.8; 3 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %31.4, %6.3, %5.8, %1.8; 6 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %32.7, %5.8, %2.6, %3.4; 9 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %31.6, %4.5, %2.7, %3.5; 12 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %34, %3.2, %2.1, %3.8; 24 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %36.3, %6.4, %3.6, %3.9 olarak belirlenmiştir.

Atabey ilçesinde bulunan istasyona ait verilerden üretilmiş 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık standartlaştırılmış yağış indekslerinin grafikleri Şekil 3'de sunulmuştur.

Şekil 3'e göre 1 aylık SYİ değerlerinde en uzun kuraklık dönemi Ağustos 2007 ile Temmuz 2008 arasında 12 ay; 3 aylık SYİ değerlerine göre en uzun kuraklık dönemi Nisan 2007 ile Ağustos 2008 arasında 17 ay; 6 aylık SYİ değerlerine göre en uzun kuraklık süresi Nisan 2007 ile Ekim 2008 arasında 19 ay; 9 aylık SYİ değerlerine göre en uzun kuraklık dönemi Aralık 1992 ile Şubat 1995 arasında 27 ay; 12 aylık SYİ değerlerine göre en uzun kuraklık dönemi Aralık 1992 ile Şubat 1995 arasında 27 ay sürmüştür. Daha uzun periyotlu değerlendirme yapılabilmesi nedeniyle hidrolojik kuraklığı daha açık tanımlayabilen 24 aylık SYİ değerlerine göre ise en uzun

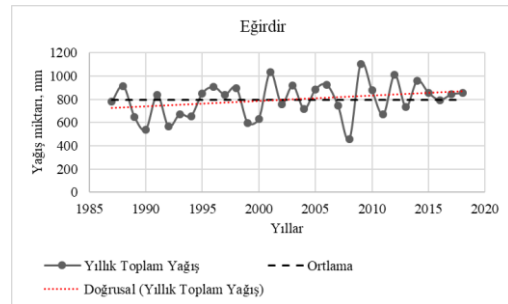
periyotlu kuraklık Mayıs 2005 ile Aralık 2009 arasında 56 ay sürmüştür. Türkeş ve Erlat (2005) yaptıkları çalışmada Türkiye genelinde 1989-1990 yıllarının kurak yıllar olduğunu bildirmişlerdir. Akbaş ve Tatlı (2013), Türkiye genelinde yaptıkları çalışmada 2006-2008 yıllarının kurak geçtiğini bildirmişlerdir. Genel olarak 12 ve 24 aylık uzun periyotlu SYİ verileri değerlendirildiğinde Atabey istasyonunun bulunduğu bölgede en uzun kuraklık periyodunun 1992-1995 ve 2005-2009 yılları arasında gerçekleştiği görülmektedir. Araştırmadan elde edilen bulguların diğer araştırma sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Atabey ilçesine ait SYİ zaman serileri  
Figure 3. SPI time series of Atabey district

### 3.2. Eğirdir ilçesi SYİ zaman serileri

Eğirdir ilçesine ait yıllık toplam yağış değerlerinin grafiği Şekil 4'de sunulmuştur. Eğirdir istasyonunda 1987-2018 yılları arasındaki yağış ortalaması 796.5 mm'dir. Bu yönüyle değerlendirildiğinde çalışma sahası içerisindeki en yüksek yağış ortalamasına sahip istasyondur. Grafik incelendiğinde 32 yıllık dönemin 13 yılında uzun yıllar ortalamasından daha düşük 19 yılında ise uzun yıllar ortalamasından daha yüksek miktarda yağış düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 4. Eğirdir ilçesine ait yıllık toplam yağış değerleri  
Figure 4. The total annual rainfall values of Eğirdir

Eğirdir ilçesi meteoroloji istasyonu yağış verileri kullanılarak bölgenin kuraklığı SYİ yöntemi ile analiz edilmiştir. Hesaplanan SYİ değerleri Çizelge 3'deki

kuraklık sınıflandırmasına göre sınıflandırılmış ve yüzde dağılım olarak Çizelge 5'de verilmiştir.

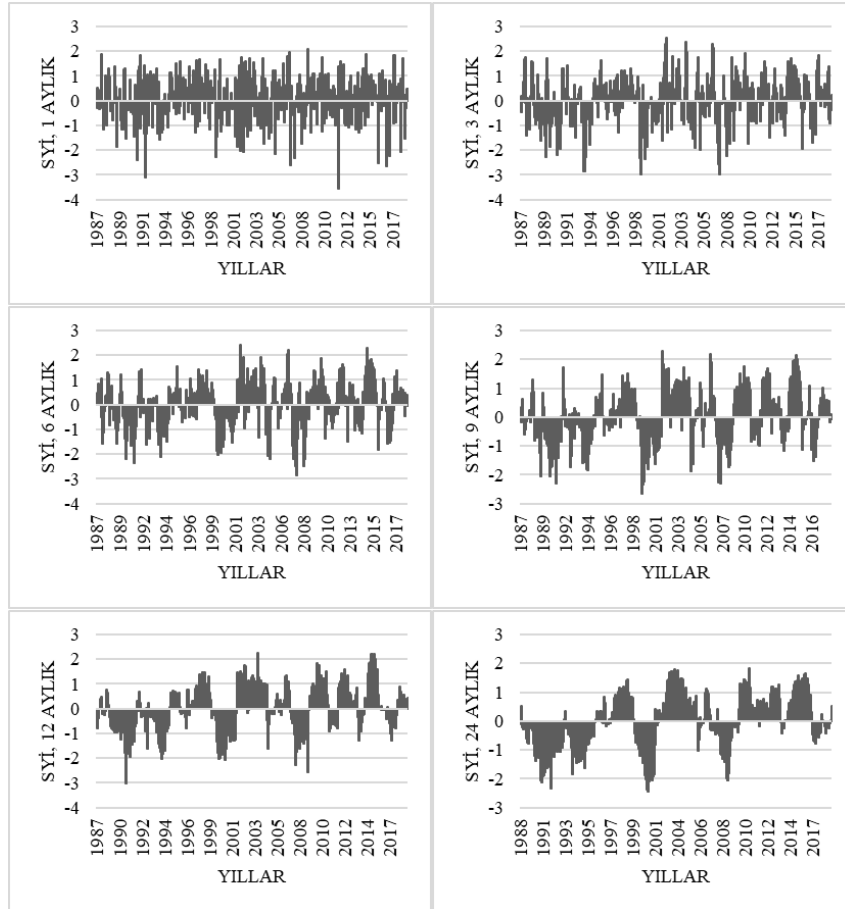
Çizelge 5. Eğirdir istasyonuna ait kuraklık oluşum yüzdeleri  
Table 5. Drought percentages of Eğirdir Station

SYİ Sınıfları	1 Aylık SYİ (%)	3 Aylık SYİ (%)	6 Aylık SYİ (%)	9 Aylık SYİ (%)	12 Aylık SYİ (%)	24 Aylık SYİ (%)
Çok şiddetli yağışlı	0.3	1.3	1.3	1.1	1.9	0.0
Çok yağışlı	5.5	4.7	3.4	5.3	3.2	3.6
Orta şiddetli yağışlı	11.8	9.7	12.7	12.0	13.7	16.6
Normal	34.1	37.2	35.9	31.9	31.1	30.5
Normale yakın kuraklık	32.5	32.5	29.0	33.2	33.8	29.6
Orta şiddetli kuraklık	10.0	7.1	9.0	9.0	8.6	11.9
Şiddetli kuraklık	2.4	4.2	5.5	5.1	5.6	5.0
Çok şiddetli kuraklık	3.4	3.4	3.2	2.4	2.1	2.8

Çizelge 5'ye göre Eğirdir ilçesinde normale yakın kuraklık, orta şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık ve çok şiddetli kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %32.5, %10, %2.4, %3.4; 3 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %32.5, %7.1, %4.2, %3.4; 6 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %29, %9, %5.5, %3.2; 9 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %33.2, %9, %5.1, %2.4; 12 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %33.8, %8.6, %5.6, %2.1; 24 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %29.6, %11.9, %5, %2.8 olarak tespit edilmiştir. Keskin vd.

(2007) Eğirdir bölgesinde yaptıkları SYİ çalışmasında kurak sınıflar içerisinde normale yakın kuraklık görülen ayların sayısının diğer kuraklık kategorilerine göre fazla olduğunu bildirmişlerdir. Eğirdir ilçesi SYİ sınıflarının dağılımları incelendiğinde benzer bulgular tespit edilmiştir.

Eğirdir ilçesinde bulunan istasyona ait verilerden üretilmiş 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık standartlaştırılmış yağış indekslerinin grafikleri Şekil 5'de sunulmuştur.



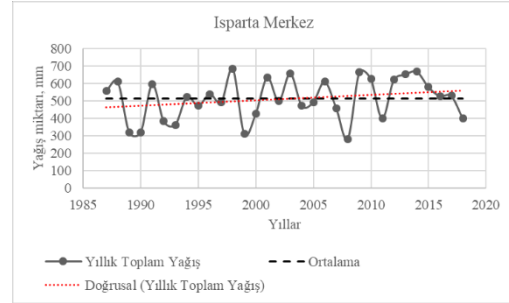
Şekil 5. Eğirdir ilçesine ait SYİ zaman serileri  
Figure 5. SPI time series of Eğirdir district

Şekil 5'e göre 1 aylık SYİ değerlerinde en uzun kuraklık dönemi Aralık 1989 ile Mayıs 1990 arasında 6 ay, 3 aylık SYİ değerlerine göre en uzun kuraklık dönem Mayıs 1993 ile Haziran 1994 arasında 14 ay, 6 aylık SYİ değerlerine göre en uzun kuraklık dönem Mayıs 1999 ile Ağustos 2001 arasında 28 ay, 9 aylık SYİ değerleri incelendiğinde en uzun kuraklık döneminin Eylül 1999 ile Ekim 2001 arasında 26 ay, 12 aylık SYİ değerlerine göre en uzun kurak dönem Mart 1989 ile Kasım 1991 arasında 33 ay devam etmiştir. Hidrolojik kuraklık açısından daha sağlıklı bir değerlendirme yapılabilen 24 aylık SYİ değerlerine göre ise en uzun kurak dönem Ocak 1989 ile Ocak 1993 arasında 49 ay sürmüştür. Türkeş ve Erlat (2005) yaptıkları çalışmada Türkiye genelinde 1989-1990 yıllarında kuraklık meydana geldiğini bildirmişlerdir. Akbaş ve Tatlı (2013), Türkiye'de yaptıkları çalışmada 2006-2008 yılları arasının kurak geçtiğini bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen 12 ve 24 aylık SYİ verileri birlikte değerlendirildiğinde Eğirdir istasyonu için yukarıdaki araştırmalarda belirlenen periyotları da içine alacak şekilde daha uzun dönemli kuraklık gerçekleştiği görülmektedir. Buradan bu yörede belirtilen dönemlerdeki hidrolojik kuraklığın etkisini daha fazla hissedildiği şeklinde yorumlanabilir.

### 3.3. Isparta Merkez ilçe SYİ zaman serileri

Isparta merkez ilçesine ait yıllık toplam yağış değerlerinin grafiği Şekil 6'da verilmiştir. Isparta merkez istasyonunda

1987-2018 yılları arasındaki yağış ortalaması 513.3 mm'dir. Araştırma sahası içerisinde Atabey'den sonra en düşük yağış ortalamasına sahip olan istasyon Isparta merkez ilçedir. Grafik incelendiğinde 32 yıllık dönemin 15 yılında uzun yıllar ortalamasından daha düşük, 17 yılında ise uzun yıllar ortalamasından daha yüksek miktarda yağış düştüğü gözlemlenmektedir.



Şekil 6. Isparta Merkez ilçesine ait yıllık toplam yağış değerleri

Figure 6. The total annual rainfall values of Isparta center district

Isparta Merkez ilçe meteoroloji istasyonu yağış verileri kullanılarak bölgenin kuraklığı SYİ yöntemi ile analiz edilmiştir. Hesaplanan SYİ değerleri Çizelge 3'deki kuraklık sınıflandırmasına göre sınıflandırılmış ve yüzde dağılım olarak Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Isparta Merkez ilçe istasyonuna ait kuraklık oluşum yüzdeleri

Table 6. Percentages of drought according to SPI method of Isparta station

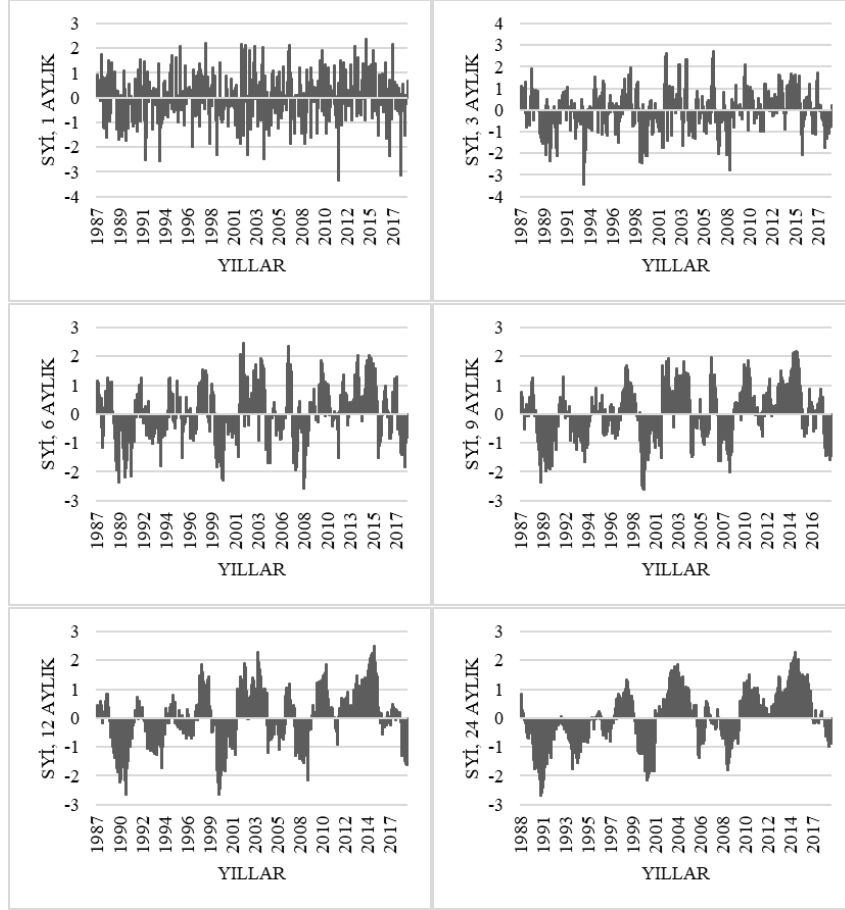
SYİ Sınıfları	1 Aylık SYİ (%)	3 Aylık SYİ (%)	6 Aylık SYİ (%)	9 Aylık SYİ (%)	12 Aylık SYİ (%)	24 Aylık SYİ (%)
Çok şiddetli yağışlı	2.6	2.4	1.3	1.3	1.9	1.7
Çok yağışlı	3.4	3.7	6.3	6.4	4.0	4.7
Orta şiddetli yağışlı	10.2	9.4	12.1	10.4	11.0	11.1
Normal	38.3	36.9	28.5	34.0	34.6	32.1
Normale yakın kuraklık	30.5	31.7	37.2	31.1	30.6	33.5
Orta şiddetli kuraklık	8.6	8.6	5.8	10.1	11.0	8.3
Şiddetli kuraklık	4.4	3.4	6.9	4.8	4.6	6.6
Çok şiddetli kuraklık	2.1	3.9	1.8	1.9	2.4	1.9

Çizelge 6'ya göre Isparta Merkez ilçede normale yakın kuraklık, orta şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık, çok şiddetli kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %30.5, %8.6, %4.4, %2.1; 3 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %31.7, %8.6, %3.4, %3.9; 6 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %37.2, %5.8, %6.9, %1.8; 9 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %31.1, %10.1, %4.8, %1.9; 12 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %30.6, %11, %4.6, %2.4; 24 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %33.5, %8.3, %6.6, %1.9 olarak hesaplanmıştır. Keskin

vd. (2007) Isparta Merkezde yaptıkları SYİ çalışmasında kurak sınıflar içerisinde normale yakın kuraklık görülen ayların sayısının diğer kuraklık kategorilerine göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Isparta merkez ilçede SYİ sınıflarının dağılımları incelendiğinde benzer bulgular tespit edilmiştir.

Isparta Merkez ilçesinde bulunan istasyona ait verilerden üretilmiş 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık standartlaştırılmış yağış indekslerinin grafikleri Şekil 7'de sunulmuştur.





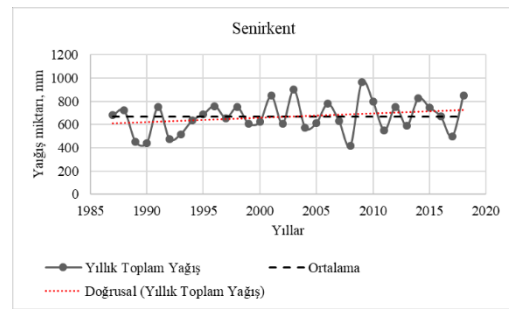
Şekil 7. Isparta merkez ilçesine ait SYİ zaman serileri  
Figure 7. SPI time series of Isparta district

Şekil 7'e göre 1 aylık SYİ değerlerinde en uzun kuraklık dönemi Eylül 1999 ile Mart 2000 arasında 7 ay, 3 aylık SYİ değerlerine bakıldığında en uzun kuraklık dönemi Aralık 2017 ile Kasım 2018 arasında 12 ay, 6 aylık SYİ değerlerini incelediğimizde en uzun kuraklık Haziran 1999 ile Ekim 2001 arasında 29 ay, 9 aylık SYİ değerlerine göre en uzun kuraklık dönemi Nisan 1989 ile Haziran 1991 arasında 27 ay, 12 aylık SYİ değerleri incelendiğinde Mart 1989 ile Eylül 1991 arasında ve Mayıs 1999 ile Kasım 2001 yılları arasında 31 ay sürmüştür. Hidrolojik kuraklığın daha iyi tanımlanabildiği 24 aylık SYİ değerlerine göre ise en uzun kuraklık dönemi Nisan 1989 ile Ekim 1992 arasında 43 ay sürmüştür. Türkes ve Erlat (2005) Türkiye'de yaptıkları çalışmada 1989-1990 yıllarının kurak geçtiğini, Akbaş ve Tatlı (2013), Türkiye'de yaptıkları çalışmada 2006-2008 yılları arasında kurak yılların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yukarıda sunulan araştırma sonuçlarında belirtilen periyotlarda Isparta merkez ilçede de kuraklık periyodu görülmesine karşın, 24 aylık uzun periyotlu SYİ verilerine göre en uzun kuraklık periyodunun 1989-1992 yılları arasında gerçekleştiği görülmektedir.

### 3.4. Senirkent ilçesi SYİ zaman serileri

Senirkent ilçesine ait yıllık toplam yağış değerlerinin grafiği Şekil 8'de verilmiştir. Senirkent istasyonunda

1987-2018 yılları arasındaki yağış ortalaması 668.2 mm ile araştırma alanındaki ikinci en yüksek yağış ortalamasına sahip istasyondur. Grafik incelendiğinde 32 yıllık dönemin 16 yılında uzun yıllar ortalamasından daha düşük 16 yılında ise uzun yıllar ortalamasından daha yüksek miktarda yağış düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 8. Senirkent ilçesine ait yıllık toplam yağış değerleri  
Figure 8. The total annual rainfall values of Senirkent district

Senirkent ilçesi meteoroloji istasyonu yağış verileri kullanılarak bölgenin kuraklığı SYİ yöntemi ile analiz edilmiştir. Hesaplanan SYİ değerleri Çizelge 3'deki kuraklık sınıflandırmasına göre sınıflandırılmış ve yüzde dağılım olarak Çizelge 7'de verilmiştir.

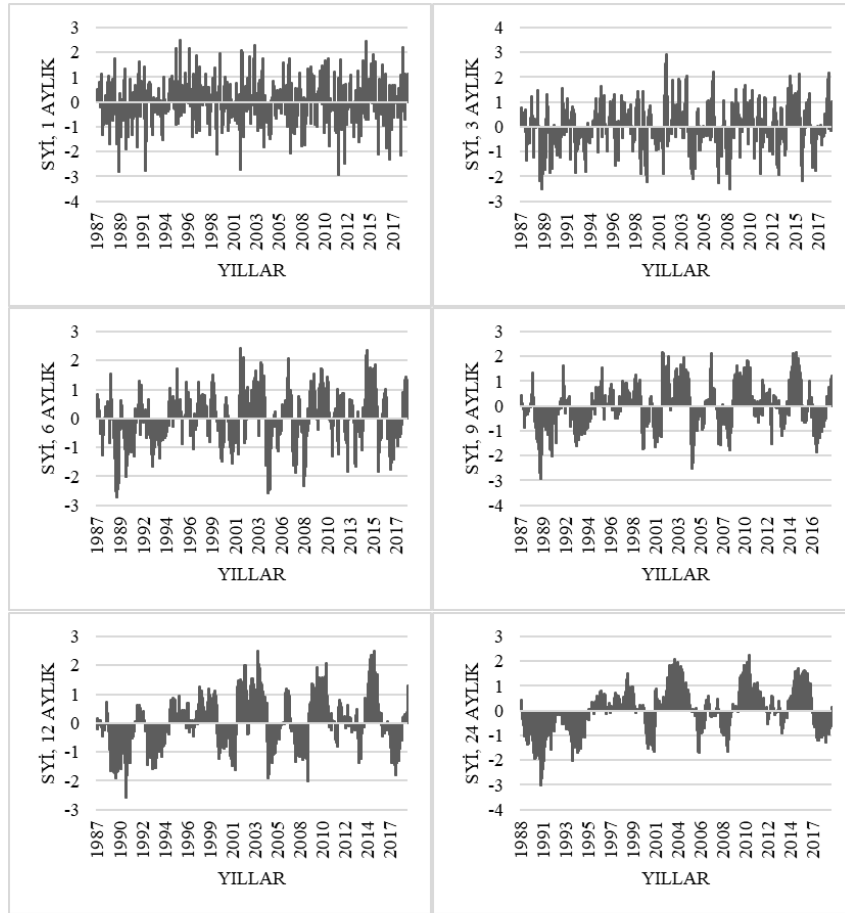
Çizelge 7. Senirkent ilçesinde SYİ yöntemine göre kuraklık oluşum yüzdeleri  
Table 7. Percentages of drought according to SPI method in Senirkent District

SYİ Sınıfları	1 Aylık SYİ (%)	3 Aylık SYİ (%)	6 Aylık SYİ (%)	9 Aylık SYİ (%)	12 Aylık SYİ (%)	24 Aylık SYİ (%)
Çok şiddetli yağışlı	1.9	1.8	1.6	1.9	2.9	0.6
Çok yağışlı	4.5	3.4	5.0	6.6	4.6	8.3
Orta şiddetli yağışlı	7.9	12.3	10.3	10.4	10.5	7.8
Normal	37.8	31.7	33.8	32.4	30.8	36.6
Normale yakın kuraklık	33.6	34.8	33.8	32.7	30.3	29.1
Orta şiddetli kuraklık	7.9	7.6	8.4	9.0	14.7	9.7
Şiddetli kuraklık	3.7	6.3	4.7	5.3	5.6	6.6
Çok şiddetli kuraklık	2.6	2.1	2.4	1.6	0.5	1.4

Çizelge 7'ye göre Senirkent ilçesinde normale yakın kuraklık, orta şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık ve çok şiddetli kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %33.6, %7.9, %3.7, %2.6; 3 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %34.8, %7.6, %6.3, %2.1; 6 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %33.8, %8.4, %4.7, %2.4; 9 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %32.7, %9, %5.3, %1.6; 12 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %30.3, %14.7, %5.6, %0.5; 24 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %29.1, %9.7, %6.6, %1.4 olarak hesaplanmıştır. Keskin

vd. (2007) Senirkent ilçesinde yaptıkları SYİ çalışmasında kurak sınıflar içerisinde normale yakın kuraklık görülen ayların sayısının diğer kuraklık kategorilerine göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada Senirkent SYİ sınıflarının dağılımları incelendiğinde benzer bulgular tespit edilmiştir.

Senirkent ilçesinde bulunan istasyona ait verilerden üretilmiş 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık standartlaştırılmış yağış indekslerinin grafikleri Şekil 9'da sunulmuştur.



Şekil 9. Senirkent ilçesine ait SYİ zaman serileri  
Figure 9. SPI time series of Senirkent district

Şekil 9'a göre 1 aylık SYİ değerlerinde en uzun kuraklık dönemi Aralık 1989 ile Mayıs 1990 ve Mayıs 2004 ile Ekim 2004 arasında 6 ay, 3 aylık SYİ değerlerine göre en

uzun kuraklık dönemi Eylül 1992 ile Aralık 1993 arasında 16 ay, 6 aylık SYİ değerlerine göre en uzun kurak dönem Ekim 1992 ile Eylül 1994 arasında 24 ay, 9 aylık SYİ

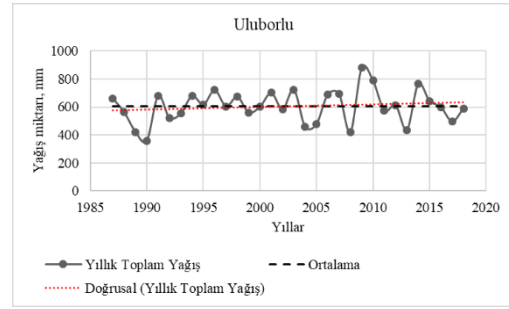


değerleri incelendiğinde en uzun kuraklık döneminin Ocak 1989 ile Temmuz 1991 arasında 31 ay, 12 aylık SYİ değerlerine baktığımızda en uzun kuraklık dönemi Şubat 1989 ile Eylül 1991 arasında 32 ay, 24 aylık SYİ değerleri incelendiğinde ise en uzun kuraklık döneminin Şubat 1989 ile Haziran 1995 arasında 77 ay, ikinci en uzun kuraklık döneminin ise Şubat 2017 ile Kasım 2018 dönemlerinde 22 ay sürdüğü görülmektedir. Türkeş ve Erlat (2005) yaptıkları çalışmada Türkiye genelinde 1989-1990 yıllarının kurak geçtiğini, Akbaş ve Tatlı (2013) Türkiye genelinde yaptıkları çalışmada 2006-2008 yıllarının kurak geçtiğini tespit etmişlerdir. Araştırmadan elde edilen özellikle 24 aylık SYİ değerleri incelendiğinde Senirkent ilçesinin literatürde verilen sonuçlardan daha uzun süreli kuraklığa maruz kaldığı görülmektedir.

### 3.5. Uluborlu ilçesi kuraklık durumu

Uluborlu ilçesine ait yıllık toplam yağış değerlerinin grafiği Şekil 10'de sunulmuştur. Uluborlu istasyonunda 1987-2018 yılları arasındaki yağış ortalaması 604.5 mm'dir. Grafik incelendiğinde Isparta merkez ilçeye benzer şekilde 32 yıllık dönemin 15 yılında uzun yıllar ortalamasından daha düşük, 17 yılında ise uzun yıllar

ortalamasından daha yüksek miktarda yağış düştüğü saptanmıştır.



Şekil 10. Uluborlu ilçesine ait yıllık toplam yağış değerleri  
Figure 10. The total annual rainfall values of Uluborlu district

Uluborlu ilçesi meteoroloji istasyonu yağış verileri kullanılarak bölgenin kuraklığı SYİ yöntemi ile analiz edilmiştir. Hesaplanan SYİ değerleri Çizelge 3'deki kuraklık sınıflandırmasına göre sınıflandırılmış ve yüzde dağılım olarak Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Uluborlu ilçesinde SYİ yöntemine göre kuraklık oluşum yüzdeleri

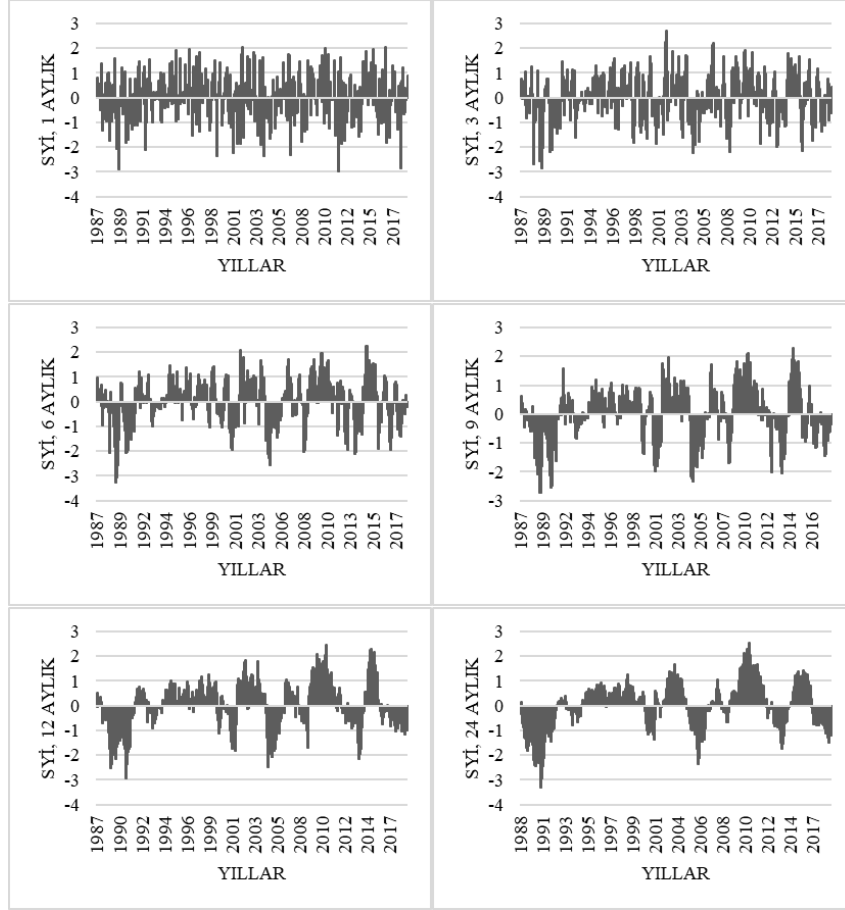
Table 8. Percentages of drought according to SPI method of Uluborlu station

SYİ Sınıfları	1 Aylık SYİ (%)	3 Aylık SYİ (%)	6 Aylık SYİ (%)	9 Aylık SYİ (%)	12 Aylık SYİ (%)	24 Aylık SYİ (%)
Çok şiddetli yağışlı	0.8	1.0	0.8	0.8	2.1	2.2
Çok yağışlı	6.0	4.2	3.7	5.9	4.3	3.3
Orta şiddetli yağışlı	9.7	11.8	11.1	8.5	7.5	10.2
Normal	35.6	33.0	39.1	37.5	38.6	40.2
Normale yakın kuraklık	32.5	32.2	26.9	30.1	31.4	27.4
Orta şiddetli kuraklık	8.1	10.5	10.6	8.0	6.4	9.7
Şiddetli kuraklık	5.0	4.2	4.5	5.3	6.7	2.8
Çok şiddetli kuraklık	2.4	3.1	3.4	4.0	2.9	4.2

Çizelge 8'e göre Uluborlu ilçesinde normale yakın kuraklık, orta şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık ve çok şiddetli kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %32.5, %8.1, %5, %2.4; 3 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %32.2, %10.5, %4.2, %3.1; 6 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %26.9, %10.6, %4.5, %3.4; 9 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %30.1, %8, %5.3, %4; 12 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %31.4, %6.4, %6.7, %2.9; 24 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %27.4, %9.7, %2.8, %4.2 olarak belirlenmiştir. Keskin vd.

(2007) Uluborlu ilçesinde yaptıkları SYİ çalışmasında kurak sınıflar içerisinde normale yakın kuraklık görülen ayların sayısının diğer kuraklık kategorilerine göre daha fazla meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Çalışmada Uluborlu SYİ sınıflarının dağılımları incelendiğinde benzer bulgular olduğu görülmüştür.

Uluborlu ilçesinde bulunan istasyona ait verilerden üretilmiş 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık standartlaştırılmış yağış indekslerinin grafikleri Şekil 11'de sunulmuştur.



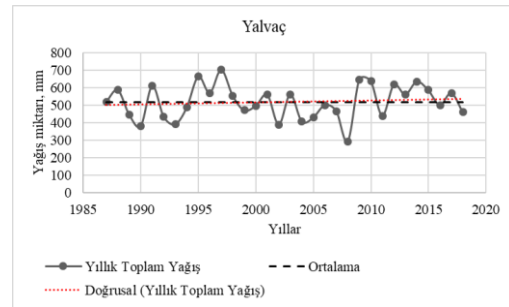
Şekil 11. Uluborlu ilçesine ait SYİ zaman serileri  
Figure 11. SPI time series of Uluborlu district

Şekil 11'e göre 1 aylık SYİ değerlerinde en uzun kuraklık dönemi Aralık 1988 Mayıs 1989 arasında 7 ay, 3 aylık SYİ değerleri incelendiğinde en uzun kuraklık dönemi Ocak 1990 ile Nisan 1991 arasında 16 ay, 6 aylık SYİ değerleri incelendiğinde en uzun kuraklık dönemin Temmuz 2004 ile Şubat 2006 arasında 20 ay, 9 aylık SYİ değerlerine baktığımızda ise en uzun kuraklık dönem Aralık 1988 ile Temmuz 1991 arasında 32 ay, 12 aylık SYİ değerlerini incelediğimizde en uzun kuraklık döneminin Aralık 1988 ile Eylül 1991 arasında 32 ay, 24 aylık SYİ değerlerine göre ise en uzun kuraklık dönemi Ocak 1989 ile Mayıs 1992 arasında 41 ay sürmüştür. Türkes ve Erlat (2005) Türkiye genelinde yaptıkları çalışmada 1989-1990 yıllarını kurak yıllar olarak tespit etmişlerdir. Akbaş ve Tatlı (2013) Türkiye genelinde yaptıkları çalışmada ise 2006-2008 yıllarında kuraklık meydana geldiğini özellikle 2008 yılının en kurak yıl olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen 24 aylık SYI verileri değerlendirildiğinde en uzun süreli kuraklığın 1989-1992 yılları arasında gerçekleştiği, görülmektedir. Bu sonuç diğer araştırmalarla uyumludur.

### 3.6. Yalvaç ilçesi SYİ zaman serileri

Yalvaç ilçesine ait yıllık toplam yağış değerlerinin grafiği Şekil 12'de sunulmuştur. Yalvaç istasyonunda 1987-2018

yılları arasındaki yağış ortalaması 519.7 mm'dir. Grafik incelendiğinde 32 yıllık dönemin 16 yılında uzun yıllar ortalamasından daha düşük 16 yılında ise uzun yıllar ortalamasından daha yüksek miktarda yağış düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 12. Yalvaç ilçesine ait yıllık toplam yağış değerleri  
Figure 12. The total annual rainfall values of Yalvaç district

Yalvaç ilçesi meteoroloji istasyonu yağış verileri kullanılarak bölgenin kuraklığı SYİ yöntemi ile analiz edilmiştir. Hesaplanan SYİ değerleri Çizelge 3'deki kuraklık sınıflandırmasına göre sınıflandırılmış ve yüzde dağılımı olarak Çizelge 9'da verilmiştir.

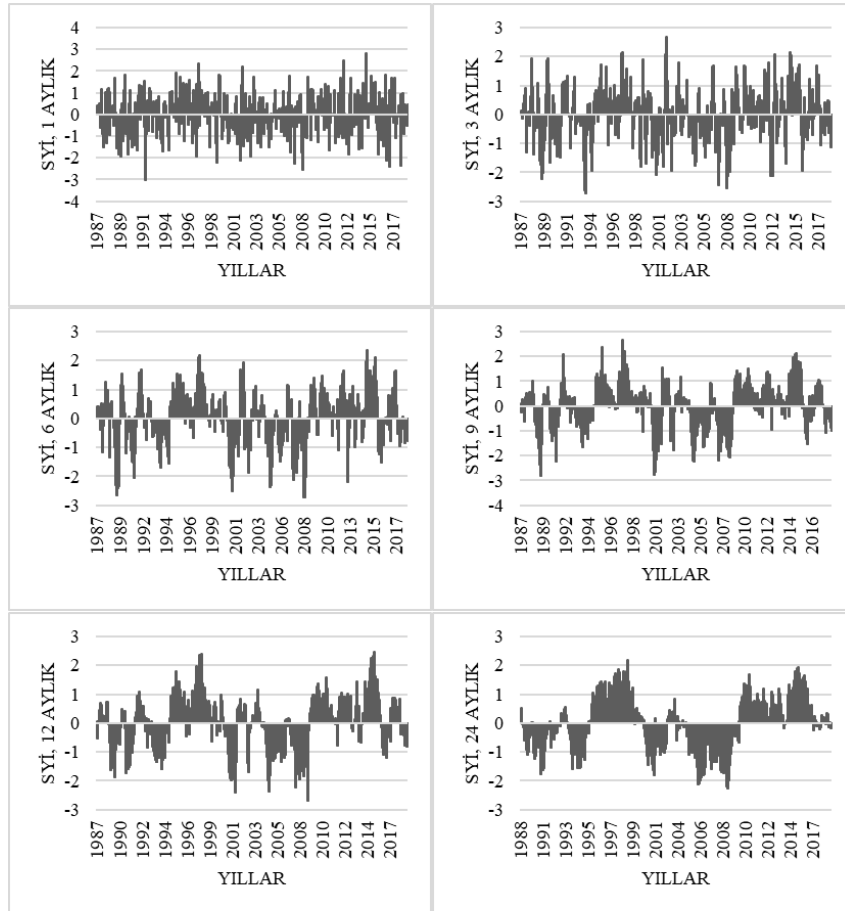
Çizelge 9. Yalvaç ilçesinde SYİ yöntemine göre kuraklık oluşum yüzdeleri  
Table 9. Percentages of drought according to SPI method of Yalvaç station

SYİ Sınıfları	1 Aylık SYİ (%)	3 Aylık SYİ (%)	6 Aylık SYİ (%)	9 Aylık SYİ (%)	12 Aylık SYİ (%)	24 Aylık SYİ (%)
Çok şiddetli yağışlı	1.1	1.8	1.1	2.1	1.9	0.3
Çok yağışlı	4.5	5.5	5.5	3.2	2.7	5.5
Orta şiddetli yağışlı	10.8	8.1	10.0	9.8	10.5	14.4
Normal	35.0	36.1	38.0	40.7	41.0	32.4
Normale yakın kuraklık	31.8	31.4	29.6	25.3	24.1	28.0
Orta şiddetli kuraklık	9.5	8.6	7.4	10.4	11.0	10.2
Şiddetli kuraklık	5.3	5.5	4.0	5.6	7.5	7.8
Çok şiddetli kuraklık	2.1	2.9	4.5	2.9	1.3	1.4

Çizelge 9'a göre Yalvaç ilçesinde normale yakın kuraklık, orta şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık ve çok şiddetli kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %31.8, %9.5, %5.3, %2.1; 3 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %31.4, %8.6, %5.5, %2.9; 6 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %29.6, %7.4, %4, %4.5; 9 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %25.3, %10.4, %5.6, %2.9; 12 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %24.1, %11, %7.5, %1.3; 24 aylık SYİ değerlerine göre sırasıyla %28, %10.2, %7.8, %1.4 olarak belirlenmiştir. Keskin vd. (2007)

Yalvaç ilçesinde yaptıkları SYİ çalışmasında kurak sınıflar içerisinde normale yakın kuraklık görülen sınıfların diğer kuraklık kategorilerine göre daha fazla meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada Yalvaç SYİ sınıflarının dağılımları incelendiğinde benzer bulgular olduğu görülmüştür.

Yalvaç ilçesinde bulunan istasyona ait verilerden üretilmiş 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık standartlaştırılmış yağış indekslerinin grafikleri Şekil 13'de sunulmuştur.



Şekil 13. Yalvaç ilçesine ait SYİ zaman serileri  
Figure 13. SPI time series of Yalvaç district

Şekil 13'e göre 1 aylık SYİ değerleri incelendiğinde en uzun kuraklık dönemi Ocak 2008 ile Ağustos 2008 arasında 8, 3 aylık SYİ değerlerine baktığımızda en uzun

kurak dönem Ekim 1992 ile Aralık 1993 arasında 15 ay, 6 aylık SYİ değerlerini incelediğimizde en uzun kuraklık dönemi Aralık 1992 ile Eylül 1994 arasında 22 ay, 9 aylık

SYİ değerlerine göre en uzun kuraklık dönemi Eylül 2004 ile Eylül 2006 arasında 25 ay, 12 aylık SYİ değerleri incelendiğinde ise en uzun kurak dönemin Eylül 2004 ile Eylül 2006 arasında 25 ay, 24 aylık SYİ değerlerine göre ise en uzun kurak dönem Aralık 2004 ile Aralık 2009 arasında yaşanmış ve 61 ay sürmüştür. Türkes ve Erlat (2005) Türkiye’de yaptıkları çalışma sonucunda 1989-1990 yıllarının kurak yıl olarak geçtiğini belirlenmişlerdir. Akbaş ve Tatlı (2013) Türkiye genelinde yaptıkları çalışmada ise 2006-2008 yıllarının kurak yıl olarak geçtiğini, özellikle 2008 yılının en kurak yıl olduğu bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarda da 2008 yılında diğer yıllarda göre kuraklık şiddetinin daha yüksek olduğu ve özellikle 24 aylık SYI değerleri incelendiğinde Yalvaç ilçesinin literatürde verilen sonuçlardan daha uzun süreli kuraklığa maruz kaldığı görülmektedir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada Isparta iline ait 6 meteorolojik istasyonunun 1987-2018 yılları arasındaki yağış verileri kullanılarak Standart Yağış İndeksi yöntemiyle 1, 3, 6, 9 12 ve 24 aylık süreler için kuraklık analizi yapılmıştır. 24 aylık SPI değerleri göz önüne alındığında kuraklık; Atabey’de 56 ay (Mayıs 2005 – Aralık 2009), Eğirdir’de 49 ay (Ocak 1989 – Ocak 1993), Isparta merkezde 43 ay (Nisan 1989 – Ekim 1992), Senirkent’de 77 ay (Şubat 1989 – Haziran 1995), Uluborlu’da 41 ay (Ocak 1989 – Mayıs 1992) ve Yalvaç’da ise 61 ay (Aralık 2004 – Aralık 2009) sürmüştür. İncelenen dönemde 24 aylık SPI değerleri için kuraklık oluşum yüzdeleri Atabey, Eğirdir, Isparta merkez, Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç’da sırasıyla; %50.2, %49.3, %50.3, %46.8, %44.1 ve %47.4 olarak belirlenmiştir. Kuraklık, yaşanan iklimsel değişiklik sebebiyle ciddi tehdit oluşturmaktadır. Buna benzer çalışmalar Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından tüm Türkiye için SYİ

değerlendirmelerini yapmasına karşın, bu tür çalışmaların illerde bulunan istasyonların tamamı için meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklığı belirleyecek şekilde ayrıntılı değerlendirmelerin yapılması illerdeki su yönetimi ve kuraklıkla ilgili karar alıcılara yardımcı olacağı düşünülmektedir. Böylece, stratejik doğal bir kaynak olan su kaynaklarının daha etkin kullanımının sağlanmasına ilaveten tarımsal faaliyetlerin de kuraklıktan en az etkilenecek şekilde gerekli çalışmaların yapılması büyük önem arz etmektedir.

#### 5. Kaynaklar

- Akbaş, A., & Tatlı, H. (2013). Türkiye Üzerinde Belli Kuraklık Yılların Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi İle Analizi. 6. Atmosferik Bilim Sempozyumu.
- Anonim,2019a.[https://personal.ems.psu.edu/~dmb53/DaveSTELLA/Water/global%20water/global\\_water.htm](https://personal.ems.psu.edu/~dmb53/DaveSTELLA/Water/global%20water/global_water.htm). (Erişim tarihi: 23.11.2019)
- Anonim,2019b.<http://www1.mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx?sSiral=AL&m=ISPARTA#sfB>. (Erişim tarihi: 21.11.2019)
- Anonim,2019c.<https://drought.unl.edu/droughtmonitoring/SPI/SPIProgram.aspx> (Erişim tarihi: 21.11.2019)
- Keskin, M. E., Terzi, Ö., Taylan, E. D., & Yılmaz, A. G. (2007). Isparta Bölgesi Meteorolojik Kuraklık Analizi. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, Nisan, 350-359.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, pp. 179-184.
- Türkes, M., & Erlat, E. (2005). Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930–2001. *Theoretical and Applied Climatology*, 81(1-2), 45-69.
- Tolunay, D. & Akça, E. (2018). Çölleşme İle Mücadele. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Raporu, 124s.
- Thom, H. C. S. 1966. Some Methods of Climatological Analysis. WMO Technical Note No.81, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 63 pp.
- Yetmen, H., 2013. Van Gölü Havzası’nın Kuraklık Analizi, 21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum. 3(5): 184-198.Yalçın, R., Usta, S., Yüksel, M., Topçuoğlu, B. (1992). *Gül Tarımı Yapılan Isparta Yöresi Topraklarının Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. TUBİTAK TOVAG, GÜLAR 2 Nolu Proje, Ankara.