



Analysis of drought period with SPI for Muğla province of Turkey

Türkiye'nin Muğla ili için SYİ yöntemi ile kurak dönem analizi

Ahmet İRVEM¹ , Mustafa ÖZBULDU¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:09.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:16.12.2019

Keywords:

SPI, drought analysis, Mugla, Ilwis, ReDIM

✉ Corresponding author: Ahmet İRVEM

✉ airvem@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aim of this study was analyze drought characteristics for 9 districts of Muğla that have long-term precipitation data. To identify drought characteristics such as the number of drought periods and drought durations, and generating maps for visually demonstrating districts where drought is more effective.

Methods and Results: Monthly precipitation data from 1968 to 2011 have been transferred to ReDIM software. SPI values for each station were calculated for 12-month SPI. Some of the results obtained were mapped using Geographical Information Systems (GIS). According to the results obtained for the 12-month SPI analysis under the "SPI < -1" drought period, the maximum number of dry periods with a 1-month period was observed in Fethiye 10 times, Koycegiz 9 times and Dalaman 7 times. The number of dry periods in other stations was between 2 and 5 times. The longest drought period (26 months) was observed in Milas, 24 months in Yatagan and 22 months in Bodrum and Mugla stations. Milas, Yatagan and Bodrum have to be care more for future hydrological drought conditions.

Conclusions: According to the results of analysis 30 years monthly precipitation data. It has been determined that the frequency of drought has increased and the number of drought months has increased gradually. Therefore; more attention should be paid to the effective use of water resources in this area.

Significance and Impact of the Study: Determination of the current situation related to drought periods and durations in Muğla according to the monthly precipitation data of the last 30 years. The areas affected by drought were identified. It was suggested to take necessary protection measures against drought in these areas.

Atıf / Citation: İrvem A, Özbuldu M (2019) Analysis of drought period with SPI for Muğla province of Turkey. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24 (Özel Sayı) :142-148

GİRİŞ

Günümüzde gerçekleşen hızlı iklim değişiklikleri sonucunda meydana gelen kuraklık; gıda güvenliğini ve tarımı olumsuz etkileyen en yıkıcı doğal afetlerden biridir (Oliveira-Júnior ve ark., 2018). Kuraklık, bir bölgedeki ortalama yağış miktarına göre daha az miktarda yağış nedeniyle başlayan uzun yıllar sürebilen su eksikliği olarak tanımlanmaktadır (Yetmen, 2013). Dünya üzerindeki, su kaynaklarının sürekliliği yağışlar ile sağlandığı için, yağış miktarındaki düşüş kuraklığın

başlıca nedeni olarak kabul edilmektedir. Yağış dışında; sıcaklık, nem ve buharlaşmanın da kuraklık üzerine önemli etkisi bulunmaktadır (Vrochidou ve Tsanis, 2012). Kuraklık, nem eksikliği yaratmasıyla orman ve su kaynaklarında azalmaya sebep olur ve bu azalma da önemli çevresel ve ekonomik (gıda, temiz su, sağlık vb.) sorunlar ortaya çıkartmaktadır. Bu sorunların ortaya çıkmasının önlenmesi ve gerekli tedbirlerin önceden alınabilmesi için bölgenin detaylı kurak analizinin yapılması gereklidir (Bacanlı ve Kargı, 2019). Kurak dönemlerin incelenmesi amacıyla pek çok yöntem

kullanılmaktadır. Bunlar; Standart Yağış İndeksi (Mckee ve ark., 1993), Run Metodu İndeksi (Beyazıt ve Onöz, 2008), Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (Palmer, 1965), Normalin Yüzdesi İndeksi (Willeke ve ark., 1994) ve Aydeniz Metodu (Bozkurt, 1996).

Kuraklık indeksleri, kuraklıkların zamansal ve mekânsal olarak sürekli izlenebilmesine olanak sağladığı için oldukça önemlidir (Svoboda ve ark., 2002; Bagheri, 2016). Kuraklık indekslerinin incelenmesi ile bir bölgedeki yağışın eşik değerinin ne kadar altına düştüğü (kuraklığın şiddeti), kurak dönemin ne kadar sürdüğü (kuraklığın süresi), göz önüne alınan kurak dönemin ortalama hangi aralıklarla tekerrür ettiği (kuraklığın frekansı), göz önüne alınan kuraklığın yakınındaki diğer yerler de görülüp görülmediği (kuraklığın yerel dağılımı) gibi önemli bilgiler elde edilebilmektedir (Yevjevich, 1967).

İtalya'da yapılan bir çalışmada 43 gözlem istasyonu NCEP/NCAR yağış verilerini kullanarak 1929-1996 yılları arasında kurak dönemleri belirlemede standart yağış indeksi analizini kullanmışlardır. Sonuç olarak 1970 yılından sonra kurak dönemlerin artma eğilimine girdiğini, Standart Yağış İndeksi ile elde edilen sonuçların, yapılan geniş ölçekli meteorolojik analiz sonuçları ile uyumlu olduğunu bulmuşlardır (Giddings ve ark., 2005). Sırbistan'da 1948-2012 dönemleri için 29 istasyondan alınan aylık yağış verileri ile yapılan kuraklık analizi çalışmasında Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) metodu kullanılmıştır. Sonuçlara göre Sırbistan için 2000 yılı en kurak, 1955 ise gözlemlenen süredeki en yağışlı yıl olduğunu belirtmişlerdir. Kuraklık sıklığının ise yaklaşık % 70'inin normal kuraklık kategorisine girdiğini belirtmişlerdir (Gocic ve Trakovic, 2014).

Şanlıurfa istasyonuna ait 78 yıllık aylık yağış verileri kullanılarak kuraklık analizinin yapıldığı çalışmada, kuraklığın belirlenmesi amacıyla Standart Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi kullanılmıştır. Yağış verileri kullanılarak 1, 3, 6 ve 12 aylık SYİ değerleri ile Şanlıurfa istasyonundaki kurak ve yağışlı dönemlerin şiddeti, büyüklüğü ve dağılımı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, ele alınan istasyonda 1986-2014 (29 yıl) arasındaki aşırı kurak geçen ay sayısının, 1937-1985 (49 yıl) yılları arasındaki kurak geçen ay sayısından daha fazla olduğu görülmüştür (Gümüş ve ark., 2016).

Bursa ilinde uzun süreli yağış verisi bulunan Bursa, İznik, Keleş, Mustafakemalpaşa ve Uludağ istasyonları 1969-2015 dönemi için incelenmiştir. Standart Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi ile 1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 48 aylık zaman periyotları için kuraklık analizi yapılmıştır. Analizi sonuçlarına göre istasyonların kurak, normal veya sulak periyot oranları benzerlik göstermiştir. Bununla birlikte, kısa süreli periyotlarda (3-6 ay) normal veya hafif

kuraklıklara daha sık rastlanırken, uzun süreli periyotlarda (12-24-48 ay) şiddetli ve çok şiddetli kuraklık gözlenmiştir (Bacanlı ve Kargı, 2019).

Fas'ın orta batısındaki Oum Er-Rbia havzası için yapılan bölgesel kuraklık analizi için 42 yıl boyunca (1970-2011) 25 meteoroloji istasyonundan elde edilen yağış verileri kullanılmıştır. Standart Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi kullanılarak kuraklık özellikleri, sıklığı ve süresi belirlenmiştir. Sonuçlara göre bu havzada, 1980-1987, 1991-1995, 1997-2002 ve 2006-2008 arasındaki zaman aralıklarında kurak dönemlerin meydana geldiğini göstermişler ve orta ve şiddetli arasında değişen yoğunlukta yüksek bir kuraklık frekansına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Havzadaki kuraklıkların süresinin zamanla arttığını, bunun da mevcut su kaynağı üzerinde olumsuz etkileri olabileceği konusunda uyarılmışlardır (Zhim ve ark., 2019).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Muğla ilinde yer alan Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait 9 gözlem istasyonunun (Bodrum, Milas, Marmaris, Köyceğiz, Merkez, Datça, Dalaman, Fethiye, Yatağan) 1968-2011 yılları arasındaki yağış verilerini kullanarak, ReDIM yazılımı ile her istasyonun 12 aylık dönemler için SPI değerinin hesaplanmasıdır. Ayrıca, elde edilen sonuçların bazılarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile haritalandırılmasıdır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Alanı

Çalışma alanı olan ve Türkiye'nin Ege bölgesinde 37° 12' kuzey enlemi ve 28° 21' doğu boylamları arasında yer alan Muğla ilinin rakımı yaklaşık 670 m'dir. Çalışma amacıyla, Muğla ilinde bulunan Yatağan, Köyceğiz, Merkez, Bodrum, Datça, Dalaman ve Marmaris istasyonlarının yağış verileri kullanılmıştır. İstasyonların konumları ve çalışma alanının sınırları Şekil 1'de verilmiştir.

Yağış Verileri

Çalışmada kullanılan Muğla ilinde yer alan ve Meteoroloji Genel Müdürlüğüne işletilen 9 adet gözlem istasyonunun uzun yıllar toplam aylık yağış serileri kullanılmıştır. Çizelge 1'de yağış gözlem istasyonlarının coğrafi özellikleri verilmiştir

Kullanılan Yazılımlar

İstasyonlara ait aylık toplam yağış verileri ReDIM yazılımına aktararak Standart Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi ile kuraklık analizleri yapılmıştır. Sonuçların haritalanması amacıyla da ILWIS Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 1. İstasyonların konumları ve çalışma alanı sınırları

Çizelge 1. Yağış gözlem istasyonlarının coğrafi özellikleri

İstasyon No	İstasyon Adı	Yükselti (m)	Enlem (Derece)	Boylam (Derece)
17884	Milas	57	37.3027	27.7804
17290	Bodrum	26	37.0328	27.4398
17297	Datça	28	36.7083	27.6919
17886	Yatağan	365	37.3395	28.1369
17298	Marmaris	16	36.8395	28.2452
17296	Fethiye	3	36.6266	29.1238
17292	Muğla (Merkez)	646	37.2095	28.3668
17294	Dalaman	12	36.7719	28.7986
17924	Köyceğiz	24	36.9700	28.6869

Standart Yağış İndeksi

Standart Yağış İndeksi (SYİ) esas olarak belirlenen zaman dilimi içinde yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilir (Mckee ve ark., 1993). SYİ Eş. 1 ile hesaplanmaktadır.

$$SYİ = \frac{x_i - x_j}{\sigma} \quad (\text{Eş. 1})$$

Burada; x_i : Yağış istasyonundaki i . gözlemdaki yağış (mm), x_j : Uzun dönemli yağış ortalaması (mm), σ : Standart sapmayı temsil etmektedir.

SYİ değerleri dikkate alınarak yapılan bir kuraklık değerlendirmesinde indeksin sürekli olarak negatif olduğu zaman periyodu kurak dönem olarak tanımlanır.

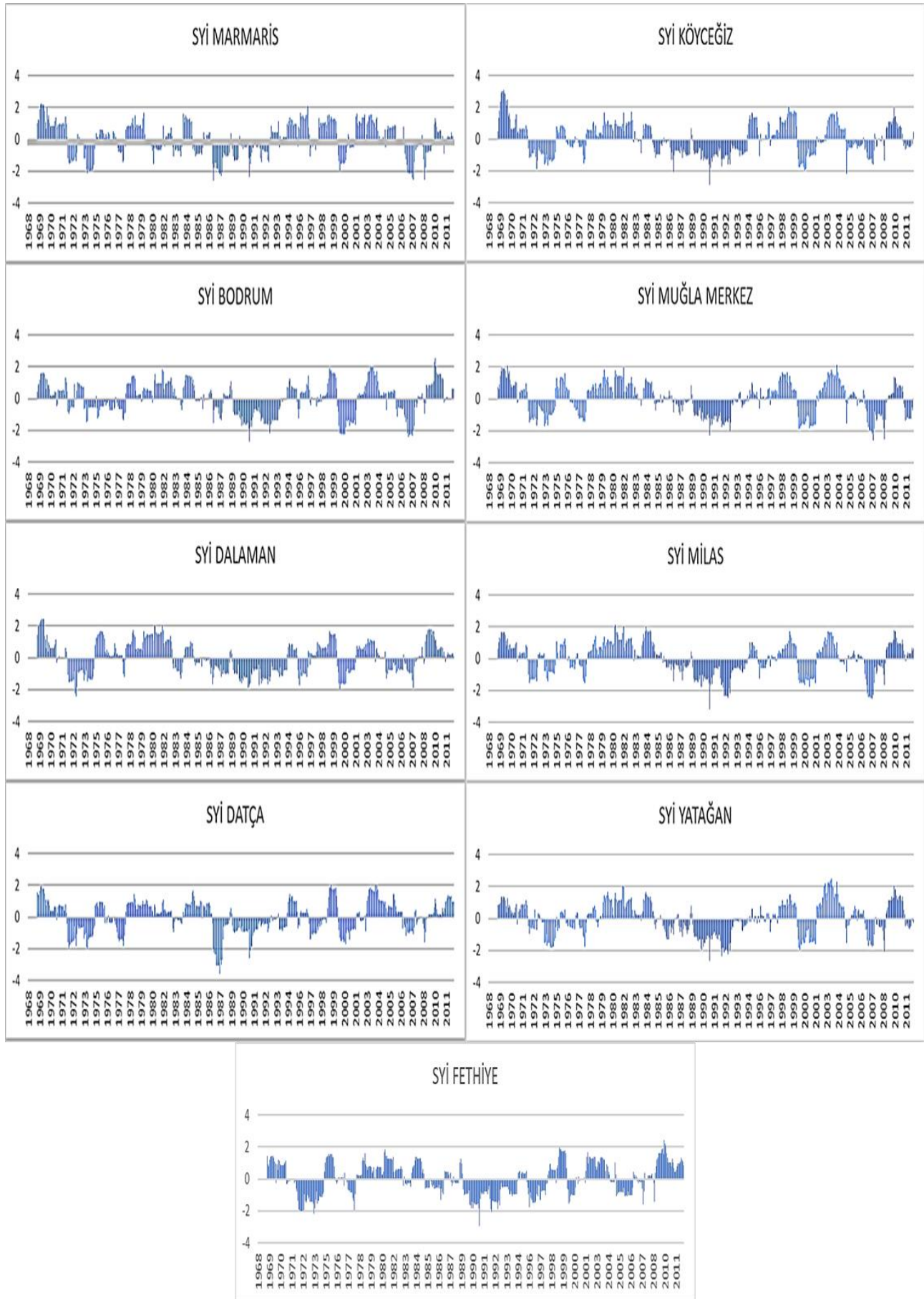
İndeksin sıfırın altına ilk düştüğü dönem kuraklığın başlangıcı olarak kabul edilirken, indeksin pozitif değere yükseldiği ay kuraklığın bitimi olarak değerlendirilir. SYİ yöntemine göre yapılan sınıflandırma Çizelge 2'de verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kurak dönem analizi için, Türkiye'nin güneybatısında yer alan Muğla ilindeki 9 meteoroloji istasyonuna (Bodrum, Milas, Marmaris, Köyceğiz, Merkez, Datça, Dalaman, Fethiye, Yatağan) ait 1968-2011 yılları arasında ölçülmüş aylık yağış verileri kullanılmıştır. ReDIM programı ile SYİ değerleri hesaplanmıştır. Aylık ve yıllık toplam yağışlar kullanılarak elde edilen 12 aylık SYİ değerlerinin zamansal dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Yağış gözlem istasyonlarının coğrafi özellikleri

SYİ Değerleri	Sınıflandırma
> 2.00	Aşırı Yağışlı
1.50 < SYİ ≤ 2.00	Çok Yağışlı
1.0 < SYİ ≤ 1.5	Orta Yağışlı
0 < SYİ ≤ 1.0	Hafif Yağışlı
-1.0 < SYİ ≤ 0	Hafif Kurak
-1.5 < SYİ ≤ -1.0	Orta Kurak
-2.0 < SYİ ≤ -1.5	Çok Kurak
-2.0 ≤ SYİ	Aşırı Kurak



Şekil 2. 12 aylık dönem için ilçelerin SYİ dağılımları

12 aylık SYİ değerlerine göre her istasyon için kurak ve yağışlı dönem ay sayıları ve ortalama ay sayıları Çizelge 3 ve 4'te verilmiştir. SYİ kurak dönem tanımına göre (SYİ < -1), en fazla kurak dönem görülen istasyon Dalaman (24 dönem) olurken en az kurak dönem görülen istasyon ise Milas (13 dönem) olmuştur. Kurak ay sayısı ortalaması en yüksek olan istasyonun Bodrum (6.69 ay), en düşük olan istasyonun ise Köyceğiz (3.78) olduğu belirlenmiştir. Bu kurak dönemler içerisinde "SYİ < -1.5 " olan diğer ifadeyle çok kurak dönem en fazla Yatağan istasyonunda (16 dönem), en az ise Marmaris istasyonu (8 dönem) için

belirlenmiştir. En az, çok kurak dönem görülen yer olmasına rağmen, çok kurak ay sayısı ortalaması en yüksek olan yer de Marmaris istasyonu (5.63) olarak belirlenmiştir. En düşük ortalamaya sahip olanlar ise Köyceğiz (1.92) ve Dalaman (2.25) olarak hesaplanmıştır. Aşırı kurak dönemi ifade eden "SYİ < -2" değeri ise en çok Marmaris'te (7 dönem), en az Dalaman'da (1 dönem) görülmüştür. Ortalama ay olarak ise en yüksek ve en düşük istasyonlar sırası ile; Datça (7.00) ve Köyceğiz (1.00) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Yağış gözlem istasyonlarının coğrafi özellikleri

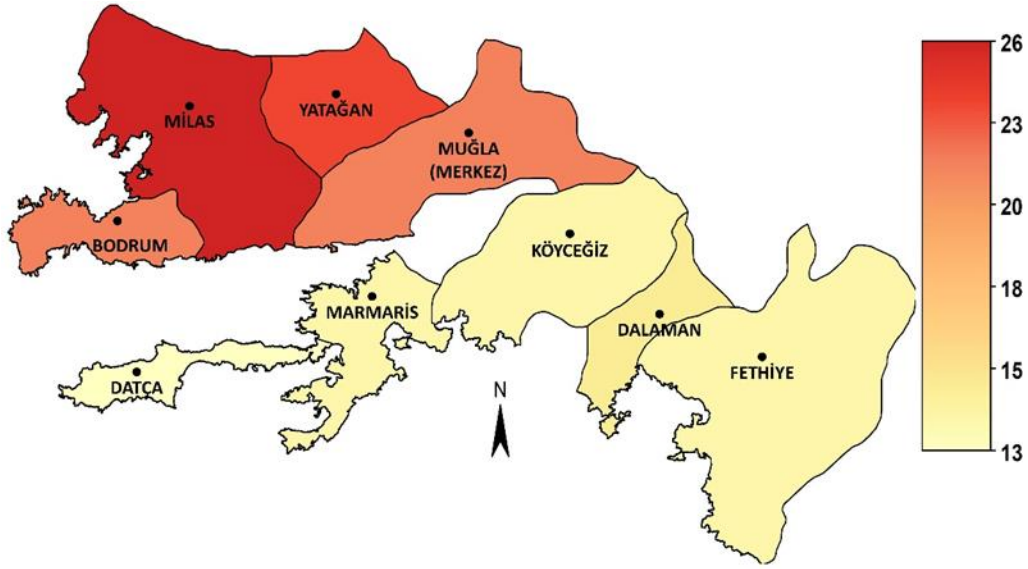
İstasyonlar	Yağışlı (SYİ > 1)	Normale Yakın Kurak (-1 < SYİ < 1)	Orta Kurak (SYİ < -1)	Çok Kurak (SYİ < -1.5)	Aşırı Kurak (SYİ < -2)
Marmaris	22	51	19	8	7
Bodrum	18	45	13	13	4
Dalaman	12	51	24	12	1
Datça	16	43	14	10	2
Fethiye	18	54	21	13	4
Köyceğiz	17	46	23	12	3
Muğla Merkez	16	52	20	12	4
Milas	21	52	12	15	4
Yatağan	14	52	13	16	6

Çizelge 4. 12 aylık SYİ değerlerine göre kurak ve yağışlı dönem ay ortalamaları.

İstasyonlar	Yağışlı (SYİ > 1)	Normale Yakın Kurak (-1 < SYİ < 1)	Orta Kurak (SYİ < -1)	Çok Kurak (SYİ < -1.5)	Aşırı Kurak (SYİ < -2)
Marmaris	4.14	1.00	4.58	5.63	2.57
Bodrum	4.28	0.98	6.69	3.46	4.25
Dalaman	7.75	1.00	3.63	2.25	2.00
Datça	4.69	1.00	5.43	3.40	7.00
Fethiye	5.72	1.00	4.14	2.46	1.01
Köyceğiz	4.94	0.98	3.78	1.92	1.00
Muğla Merkez	5.63	0.98	5.80	3.25	1.25
Milas	4.33	0.98	7.75	2.60	4.00
Yatağan	6.57	0.98	7.38	2.75	1.33

Çizelge 5. 12 aylık SYİ değerlerine göre her istasyon için en uzun kurak dönemler yıllık SYİ değerlerine göre kurak ve yağışlı dönem ay ortalamaları.

İstasyonlar	En Uzun Kurak Dönem		Süre (AY)	SYİ Ort.	SYİ Sınıflandırma
	Başlangıç	Bitiş			
Marmaris	Şubat 1987	Mart 1988	14	-1.88	ÇOK KURAK
Bodrum	Şubat 1992	Kasım 1993	22	-1.48	ORTA KURAK
Dalaman	Kasım 1989	Ocak 1991	15	-1.45	ORTA KURAK
Datça	Mart 1987	Mart 1988	13	-1.14	ORTA KURAK
Fethiye	Aralık 1989	Ocak 1991	14	-1.69	ÇOK KURAK
Köyceğiz	Nisan 1990	Mayıs 1991	14	-1.42	ORTA KURAK
Muğla Merkez	Şubat 2000	Kasım 2001	22	-1.53	ÇOK KURAK
Milas	Nisan 1989	Mayıs 1991	26	-1.43	ORTA KURAK
Yatağan	Mayıs 1989	Nisan 1991	24	-1.38	ORTA KURAK



Şekil 3. İstasyonların en uzun kurak dönem sayıları

ReDIM programı ile hesaplanan 12 aylık SYİ değerlerine göre istasyonların en uzun kurak dönemleri ve SYİ sınıflandırması Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5'e göre kurak dönemler incelendiğinde, en uzun kurak dönemin Nisan 1989 – Mayıs 1991 yılları arasında 26 ay ile Milas'ta ve Mayıs 1989- Nisan 1991 yılları arasında 24 ay ile Yatağan'da yaşandığı belirlenmiştir. Ayrıca bölgesel olarak en uzun kuraklık yaşanan yıllar 1989-1991 yılları arası olduğu görülmüştür. En uzun kurak dönem sayıları Ilwis CBS programında Şekil 3'teki gibi haritalandırılmıştır.

Kurak dönem analizi için, Türkiye'nin güneybatısında yer alan Muğla ilindeki 9 meteoroloji istasyonuna (Bodrum, Milas, Marmaris, Köyceğiz, Merkez, Datça, Dalaman, Fethiye, Yatağan) ait 1968-2011 yılları arasında ölçülmüş aylık yağış verileri kullanılmıştır.

Yapılan 12 aylık SYİ analizinde " $SYİ < -1$ " şartında elde edilen sonuçlara göre kurak dönemlerin zaman olarak süreleri incelendiğinde 1 aylık süreye sahip kurak dönem sayısı en fazla 10 ile Fethiye, 9 ile Köyceğiz ve 7 ile Dalaman'da görülmüştür. Diğer istasyonlarda kurak dönem sayıları 2-5 arasında görülmüştür. En uzun kuraklık süresi 26 ay ile 1 kez Milas, 24 ay ile 1 kez Yatağan ve 22 ay ile 1 kez Bodrum ve Muğla Merkez istasyonunda görülmüştür.

$SYİ < -1.5$ " olan diğer ifadeyle çok kurak dönem en fazla Yatağan istasyonunda (16 dönem), en az ise Marmaris istasyonu (8 dönem) için belirlenmiştir. Aşırı kurak dönemi ifade eden " $SYİ < -2$ " değeri ise en çok Marmaris'te (7 dönem), en az Dalaman'da (1 dönem) görülmüştür. En uzun kurak dönemin ise Nisan 1989 – Mayıs 1991 yılları arasında 26 ay ile Milas'ta ve Mayıs 1989- Nisan 1991 yılları arasında 24 ay ile Yatağan'da yaşandığı belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; son 30 yıllık dönemde, kuraklığın görülme frekansının arttığı ve kuraklık görülen ay sayısının giderek artmış olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle ; su kaynaklarının etkin kullanımına daha çok önem verilmelidir.

ÖZET

Amaç: Muğla ilinin uzun yıllık yağış verisi olan 9 ilçesinde, SYİ yöntemi ile kuraklık analizinin yapılması, kurak dönem sayısı ve kuraklık süreleri gibi kuraklık özelliklerini belirleyerek, kuraklığın daha etkili olduğu ilçelerin görsel olarak gösterilmesi.

Yöntem ve Bulgular: Standart Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi ReDIM yazılımı ile uygulanmıştır. Yapılan 12 aylık SYİ analizinde " $SYİ < -1$ " şartında elde edilen sonuçlara göre kurak dönemlerin zaman olarak süreleri incelendiğinde 1 aylık süreye sahip kurak dönem sayısı en fazla 10 ile Fethiye, 9 ile Köyceğiz ve 7 ile Dalaman'da görülmüştür. Diğer istasyonlarda kurak dönem sayıları 2-5 arasında görülmüştür. En uzun kuraklık süresi 26 ay ile 1 kez Milas, 24 ay ile 1 kez Yatağan ve 22 ay ile 1 kez Bodrum ve Muğla Merkez istasyonunda görülmüştür. 40 toprak örneği alınmıştır. Örneklerde toprakların tekstür, pH, tuz, kireç ve yarayışlı bor içerikleri belirlenmiştir. $SYİ < -1.5$ " olan diğer ifadeyle çok kurak dönem en fazla Yatağan istasyonunda (16 dönem), en az ise Marmaris istasyonu (8 dönem) için belirlenmiştir. Aşırı kurak dönemi ifade eden " $SYİ < -2$ " değeri ise en çok Marmaris'te (7 dönem), en az Dalaman'da (1 dönem) görülmüştür. En uzun kurak dönemin ise Nisan 1989 – Mayıs 1991 yılları arasında 26 ay ile Milas'da ve Mayıs 1989- Nisan 1991 yılları arasında 24 ay ile Yatağan'da yaşandığı belirlenmiştir.

Genel Yorum: Elde edilen sonuçlara göre; son 30 yıllık

dönemde, kuraklığın görülme frekansının arttığı ve kuraklık görülen ay sayısının giderek artmış olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle; su kaynaklarının etkin kullanımına daha çok önem verilmelidir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Muğla ilinde son 30 yıllık yağış verilerine göre, kuraklık dönemleri ve süreleri ile ilgili mevcut durumun tespiti ve kuraklığa karşı alınabilecek önlemlerin öncelikle hangi bölgelerde uygulanması gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: SYİ, kuraklık analizi, Mugla, Ilwis, ReDIM.

TEŞEKKÜR

Yazarlar yağış verilerini sağladığı için Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne teşekkür eder.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığı beyan eder.

KAYNAKLAR

- Bacanlı ÜG, Kargı PG (2019) Uzun ve kısa süreli periyotlarda kuraklık analizi: Bursa örneği. *Doğ. Afet Çev. Derg.* 5(1): 166-174.
- Bagheri F (2016) Mapping drought hazard using SPI index and gis (a case study: Fars province, Iran). *IJEEO.* 3(1): 22-28.
- Beyazıt M, Onöz B (2008) Taşkın Ve Kuraklık Hidrolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 5, Ankara, 259s.
- Bozkurt Ö (1996) Aydeniz metodunun Türkiye'ye uyarlanması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bil. Ens. , Coğrafya ABD, 123s.
- Giddings L, Soto M, Rutherford BM, Maarouf A (2005) Standardized precipitation index zones for Mexico. *Atmosfera*, 18: 33-56.
- Gocic M, Trajkovic S (2014) Spatiotemporal characteristics of drought in Serbia. *J Hydrol.* 510: 110–123.
- Gümüş V, Başak A, Oruç N (2016) Standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ) yöntemi ile Şanlıurfa istasyonunun kuraklık analizi. *HU Muh. Derg.* 01: 36-44.
- Mckee TB, Doesken NJ, Kleist J (1993) The relationship of drought frequency and duration to timescales. *Proceedings of the 8th conference on applied climatology.* American Meteorology Society, January 17–22 Anaheim, California. pp 179–184.

- Oliveira-Júnior JF, Gois G, Terassi PMB, Junior CAS, Blanco CJC, Sobral BS, Gasparini KAC (2018) Drought severity based on the SPI index and its relation to the ENSO and PDO climatic variability modes in the regions North and Northwest of the State of Rio de Janeiro–Brazil. *Atmos. Res.* 212: 91-105.
- Palmer WC (1965) Meteorological Drought. In: *Weather Bureau Research Paper No.45.* U.S. Department of Commerce, Washington DC, USA. pp 65.
- Svoboda M, LeCompte D, Hayes M, Heim R, Gleason K, Angel J, Rippey B, Tinker R, Palecki M, Stooksbury D, Miskus D, Stephens S (2002) The drought monitor. *B. Am. Meteorol. Soc.* 83: 1181–1190.
- Vrochidou AEK, Tsanis K (2012) Assessing precipitation distribution impacts on droughts on the island of Crete. *Nat. Hazard Earth Sys.* 12: 1159-1171.
- Willeke G, Pilon P, Cavadias G (1994) The national drought atlas. Institute for water resources report, U.S. Army Corps of Engineers, USA. 587 p.
- Yetmen H (2013) Van Gölü Havzası'nın kuraklık analizi. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Derg.* 3 (5): 184-198.
- Yevjevich V (1967) An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic drought. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA, 25 p.
- Zhim S, Larabi A, Brirhet H (2019) Analysis of precipitation time series and regional drought assessment based on the standardized precipitation index in the Oum Er-Rbia basin (Morocco). *Arab. J. Geosci.* 12: 507.