



## **Gediz Nehri Medar Havzası Meteorolojik ve Hidrolojik Kuraklık Analizleri**

### **Meteorological and Hydrological Drought Analysis Of Medar Basin**

**Bülent Çetin** <sup>1\*</sup>, **Ahmet Ali Kumanlıoğlu** <sup>2</sup>

<sup>1</sup> İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, İzmir, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Manisa, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar / Corresponding Author \*: blntctn@gmail.com

Geliş Tarihi / Received: 18.04.2022

Araştırma Makalesi/Research Article

Kabul Tarihi / Accepted: 10.08.2022

DOI:10.21205/deufmd.2023257314

Atıf şekli/How to cite: ÇETİN, B., KUMANLIOĞLU, A. (2023). Gediz Nehri Medar Havzası Meteorolojik ve Hidrolojik Kuraklık Analizleri. Gediz Nehri Medar Havzası Meteorolojik ve Hidrolojik Kuraklık Analizleri. DEÜ FMD 25(73), 167-180.

#### **Öz**

Akarsu havzalarında oluşan kuraklık olaylarının sürdürülebilir yönetim açısından karakteristik özelliklerinin belirlenmesi önemlidir. Bu sebeple oluşan kuraklık olaylarının süre, şiddet gibi karakteristik özelliklerinin tanımlanabilmesi amacıyla indis yöntemleri geliştirilmiştir. Sunulan çalışmada, Gediz havzasında yer alan Medar alt havzasının meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkları en yaygın olarak kullanılan standardize yağış indisi (SPI), standardize yağış evapotranspirasyonu indisi (SPEI) ve standardize akım indisi (SRI) yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. Havzayı temsil eden Akhisar ve Sarılar meteoroloji istasyonlarında gözlemlenen meteorolojik veriler ile beraber Medar çayı üzerinde Medar Köprüsünde gözlemlenen akım değerleri kullanılarak 1971-2015 yılları arasında aylık, 3 aylık, 6 aylık ve 12 aylık zaman dilimlerinden meydana gelen meteorolojik ve hidrolojik kuraklar belirlenmiştir. İlgili zaman dilimlerinde meydana gelen kuraklıkların karakteristik özellikleri Run teorisi kullanılarak açıklanmıştır. Çalışma sonucunda meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkların karakteristik ilişkileri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** SPI, SPEI, SRI, Medar Havzası, Kuraklık indisi, Run teorisi

#### **Abstract**

It is important to determine the characteristics of drought events in river basins in terms of sustainable management. For this reason, index methods have been developed in order to define the characteristic features of drought events such as duration and severity. In the present study, meteorological and hydrological droughts of the Medar sub-basin in the Gediz basin were investigated by the most widely using standardized precipitation index (SPI), standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) and standardized runoff index (SRI) methods. Meteorological and hydrological droughts between 1971 and 2015, at monthly, 3 month, 6 month and 12 month time scales, were determined by using the meteorological data observed at Akhisar and Sarılar meteorological stations, which represent the basin, and the runoff values observed at the Medar Bridge over the Medar Stream. The characteristic features of droughts occurring in the relevant time periods are explained using Run theory. As a result of the study, the characteristic relationships of meteorological and hydrological droughts were determined.

**Keywords:** SPI, SPEI, SRI, Medar Basin, Drought index, Run theory

## 1. Giriş

Tabiatın doğal gidişatına çeşitli sebeplerden dolayı müdahale etmekten kendisini alamayan insanoğlu, telafisi çok zor hatta kimi zaman imkânsız neticelerin meydana gelmesine zemin hazırlamıştır. Bu sıkıntıların en önde gelenlerinden bir tanesi de şüphesiz ki kuraklıktır.

En basit tanımıyla , bir bölgede ihtiyaçtan daha az su olması şeklinde tanımlanan kuraklık, aşırı sıcaklık , buna bağlı olarak şiddetli buharlaşma ile oluşan su kaybı,yağış rejimlerinin düzensiz oluşu , tarımın tamamıyla suya dayalı oluşu ve sulama sistemlerinin yetersiz oluşuna bağlıdır olup [1]. Uzun bir zaman içinde yağışların belirgin şekilde düşmesi meteorolojik; toprakta bitki ihtiyacını karşılayacak su bulunamaması tarımsal; ve yağış periyotlarının etkisi ile ilgili kuraklık hidrolojik kuraklık olarak tanımlanır [2].

Dünyada etkin olarak meydana gelen 31 çeşit doğal afetin 28 tanesini meteorolojik afetlerin oluşturduğu bilinmektedir [3]. Bu afetlerin şiddet, süre gibi karakteristiklerinin yanı sıra meydana getirdikleri toplam ekonomik kayıp, sosyal yaşama etkisi göz önünde tutularak yapılan değerlendirmede kuraklık afeti ilk sıralarda yer almaktadır [4].

Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi'nde (BMÇMS), "kuraklık, yağışların normal düzeylerinden aşağıda olmaları ve/veya düzensizlikleri durumunda hidrolojik dengesizliklerin oluşması ve buna bağlı olarak arazi doğal üretkenliğinin olumsuz bir biçimde etkilendiği doğal bir olaydır" şeklinde tanımlanmaktadır [5]. BMÇMS'de yer alan tanımda 3 farklı süreçte meydana gelen kuraklık olayından söz edilmektedir. Bunlar, yağışların azalması ile yani uzun dönem ortalamanın altına düşmesi sonucu görülen meteorolojik kuraklık, hidrolojik dengesizliklerin oluşması sonucunda akımlardaki azalmalar sonucu ortaya çıkan hidrolojik kuraklık ve hidrolojik kuraklığa bağlı olarak arazi doğal üretkenliğinin olumsuz etkilenmesi yani tarımsal kuraklıktır. Yağışların azalması ve buna bağlı olarak akımlardaki ve tarımsal üretkenlikteki azalmalar, sosyal yaşam üzerindeki etkilerini sosyo-ekonomik kuraklık olarak göstermektedir [6, 7].

Meteorolojik kuraklık ile başlayan kuraklık sürecinin süre, şiddet ve yoğunluk gibi karakteristik özellikleri hidrolojik ve tarımsal kuraklıkların da oluşumunu ve özelliklerini etkilemektedir. Bu sebeple sürdürülebilir su kaynakları yönetimi açısından kuraklık süreçlerinin başlangıcını-bitişini ve fiziksel boyutunu ifade eden indis yöntemleri geliştirilmiştir. İndis yöntemleri yağış, sıcaklık, potansiyel evapotranspirasyon ve akım gibi hidrometeorolojik parametreler kullanarak meydana gelen meteorolojik ve hidrolojik kuraklık süreçlerini tanımlamaktadır [8,9,10,11, 12].

Meteorolojik kuraklıklara ilişkin yapılan analizlerde kullanılan SPI (Standardize Yağış İndeksi) ve SPEI (Standardize Yağış Evapotranspiration İndeksi); hidrolojik kuraklık analizlerinde kullanılan SRI (Standardize Akım İndeksi) indis yöntemleri bahse konu analizlere ilişkin önemli çıkarımlar yapılmasına olanak sağlamaktadır [13,14,15,16].

Meteorolojik ve hidrolojik kuraklık olaylarının beraber değerlendirilmesinde, meydana gelen kuraklıkların karakteristiklerinin tanımlanması önemlidir. Kuraklık karakteristikleri olan süre, şiddet ve yoğunlukların tanımlanmasında Run teorisi yöntemi literatürde sıklıkla kullanılmaktadır [16, 17, 18]. Gediz havzasında yer alan Demirköprü barajını besleyen Acısu, Selendi, Deliiniş ve Demirci althavzalarının 1970-2013 yılları arası 1, 3, 6 ve 12 aylık periyotlarda oluşan meteorolojik ve hidrolojik kuraklık olayları ve karakteristikleri Kumanlioglu (2020) tarafından incelenmiştir. Çalışma sonucunda, 2000 yılından önceki meteorolojik kuraklıkların şiddetinde ve yoğunluğunda yağışların, 2000 yılından sonraki meteorolojik kuraklıklarda potansiyel evapotranspirasyon sürecinin daha etkili olduğu; buna karşın oluşan hidrolojik kuraklıklarda ise potansiyel evapotranspirasyonun etkisinden dolayı 2000 yılından sonraki kurak dönemlerin daha şiddetli geçtiği görülmüştür [15].

Sunulan çalışmada da Gediz Havzasında yer alan Medar althavzasında 1971-2015 yılları arasında 1, 3, 6 ve 12 ay zaman dilimlerinde meydana gelen meteorolojik ve hidrolojik kuraklıklar incelenmiştir. Havzada meydana gelen meteorolojik kuraklıkların belirlenmesinde SPI ve SPEI yöntemleri, hidrolojik kuraklığın belirlenmesinde ise SRI yöntemi kullanılmıştır.

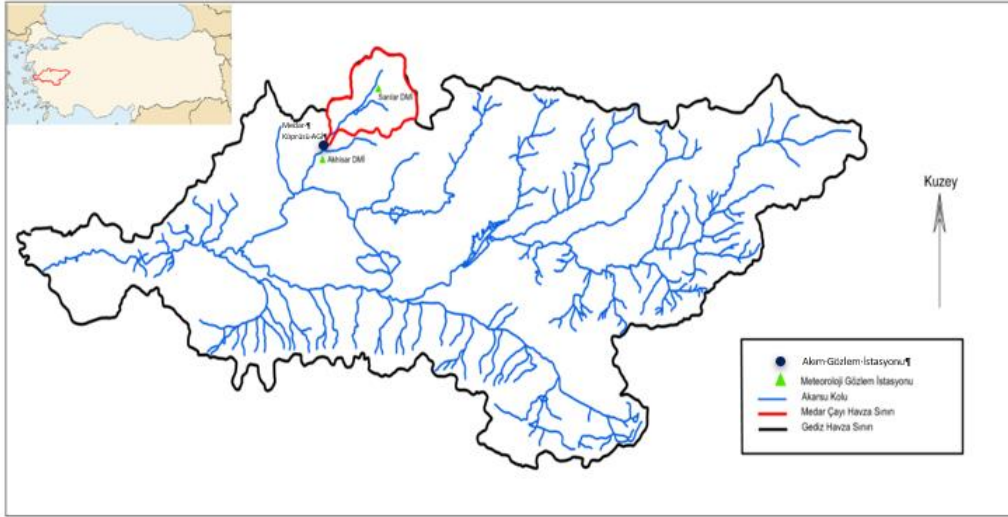
İncelenen zaman dilimlerindeki meteorolojik ve hidrolojik kuraklık olayların gidiş eğrileri çıkarılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında havzada 12 aylık zaman diliminde gerçekleşen meteorolojik ve hidrolojik kuraklık karakteristikleri Run teorisi kullanılarak değerlendirilmiş, çalışma sonucunda meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkların karakteristik ilişkileri belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Uygulama alanı

Ülkemizin %2,2'lik yüz ölçümünü kapsayan Gediz havzası Ege Bölgesinde yer almaktadır. Kütahya ve Uşak illerinin doğal sınırını oluşturan Murat Dağlarında doğan Gediz nehri 275 km yol aldıktan

sonra Ege Denizi'nde sonlanmaktadır. 17500 km<sup>2</sup>'lik yağış alanına sahip olan Gediz havzasının 505 km<sup>2</sup>'lik alanını Medar alt havzası oluşturmaktadır (Şekil 1). Havzanın meteorolojik kuraklık analizlerinde kullanılan veriler Akhisar ve Sarılar meteoroloji gözlem istasyonlarından (MGİ), hidrolojik kuraklıkların belirlenmesinde kullanılan akım değerleri Medar köprüsü akım gözlem istasyonundan (AGİ) elde edilmiştir. Akhisar ve Sarılar MGİ coğrafi konumları, kotları, havza üzerinde temsil ettiği alanlar ve uzun dönem gözlemlenen yağış değerlerinin temel istatistikleri Tablo 1'de, AGİ ve akım değerlerine ait bilgiler ise Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Gediz ve Medar Havzaları

Figure 1. Gediz and Medar Basins

**Tablo 1.** Medar Havzası içerisinde yer alan yağış gözlem istasyonlarının coğrafi bilgileri temel istatistikleri

**Table 1.** Basic statistics and geographical informations of meteorological gauge stations in Medar Basin

MGİ	Enlem	Boylam	Kot (m)	Maksimum yağış (mm/ay)	Ortalama yağış (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)
Akhisar	38° 55'K	27° 49'D	93	351,2	48,8	53,5
Sarılar	39° 07'K	28° 01'D	710	242,6	47,1	45,4

**Tablo 2.** Medar köprüsü akım gözlem istasyonu coğrafi bilgileri ve temel istatistikleri**Table 2.** Basic statistics and geographical informations of runoff gauge station in Medar Basin

AGİ	Enlem	Boylam	Kot (m)	Maksimum akım (hm <sup>3</sup> /ay)	Ortalama akım (hm <sup>3</sup> /ay)	Standart sapma (hm <sup>3</sup> /ay)
Medar köprüsü	38° 57' 10' K'	27° 49' 40' D'	106	72,4	5,79	10,01

## 2.2 SPI (Standardize Yağış İndeksi)

McKee vd (1993) tarafından geliştirilen SPI, meteorolojik kuraklığın niceliksel hale dönüştürülmesinde uluslararası kabul görmüş boyutsuz bir göstergedir [1, 19]. Kuraklık değerlerinin belirlenmesi için en az 30 yıllık veriye ihtiyaç duyan SPI yöntemi meteorolojik kuraklıkların belirlenmesinde sadece yağış değerlerini kullanmaktadır. Söz konusu bu yöntemde gözlemlenen yağış verilerine ait en uygun olasılık dağılım fonksiyonu belirlenir. Belirlenen olasılık dağılım fonksiyonu ile Denklem 1'de verilen  $t$  değerinin hesaplanmasında kullanılan  $H(x)$  kümülatif olasılık değerleri hesaplanır.  $t$  değerini  $H(x)$  olasılığın 0 ile 0.5 ve 0.5 ile 1 değerleri arasında kalmasına göre Denklem 2 yardımıyla SPI indis değerleri hesaplanır. .

$$t = \sqrt{\ln \frac{1}{H(x)^2}} \quad 0.0 < H(x) \leq 0.5 \quad (1)$$

$$t = \sqrt{\ln \frac{1}{1-H(x)^2}} \quad 0.5 < H(x) \leq 1.0$$

$$SPI = - \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad 0.5 < H(x) \leq 1.0 \quad (2)$$

$$SPI = + \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right)$$

Denklem 1 ve 2'de yer alan  $H(x)$ , yağış verilerinin kümülatif olasılık değerlerini;  $c_0$ ,  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  katsayıları ise eşdeğer normal dağılımlı standardize değişken dönüşümünü gerçekleştiren katsayıları göstermektedir. Bu katsayılar sırasıyla, 2.515517, 0.802853,

0.010328, 1.432788, 0.189269 ve 0.001308 sabit değerlerini almaktadır [16]

SPI yöntemi ile hesaplanan kuraklıklara karşı gelen sınıf aralıkları Tablo 3'te verilmektedir.

## 2.4. SPEI (Standardize Yağış Evapotranspirasyon İndeksi)

Vicento-Serrano (2008) tarafından geliştirilen SPEI yöntemi yağış ile potansiyel evapotranspirasyon arasındaki farkı ele alarak meteorolojik kuraklıkları hesaplamaktadır [20]. Hesaplama adımları SPI yöntemi ile aynıdır. SPEI yöntemi hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon değerleri Denklem 3 kullanılarak  $D$  değerlerini yani zemin nemi açığını hesaplamaktadır.

$$D = P - PET \quad (3)$$

Denklem 3'te  $D$  (mm) zemin nemi açığını,  $P$  yağışları (mm) ve  $PET$  potansiyel evapotranspirasyon (mm) değerlerini ifade etmektedir. Denklem 3'te yer alan  $PET$  değerleri Penmann-Monteith [21, 22], Thorntwaite [23] yöntemi gibi yöntemler kullanılarak hesaplanabilmektedir.

Denklem 3 yardımı ile  $D$  değerleri hesaplandıktan sonra SPI yönteminde uygulanan prosedür ve denklemler SPEI yönteminde de kullanılmaktadır. SPEI yöntemi ile hesaplanan kuraklıklara karşı gelen sınıf aralıkları Tablo 3'te verilmektedir

## 2.3. SRI (Standardize Akım İndeksi)

Shuckla ve Wood (2008) tarafından geliştirilen SRI yöntemi hidrolojik kuraklıkların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Uygulama adımları SPI yöntemi ile aynı olan SRI yönteminde SPI yönteminde kullanılan yağış değerleri yerine akım değerleri kullanılmaktadır. SPI yönteminde uygulanan prosedür ve denklemler SRI yönteminde de

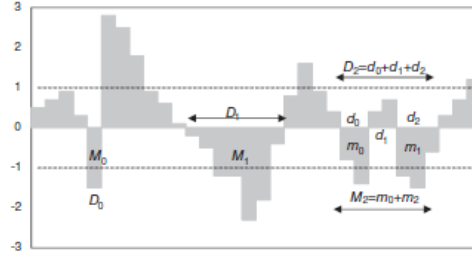
aynıdır. SRI yöntemi ile hesaplanan kuraklıklara karşı gelen sınıf aralıkları Tablo 3'te verilmektedir

**Tablo 3.** Meteorolojik ve hidrolojik kuraklık indislerinin sınıflandırması [16]

SPI-SPEI-SRI indisleri	Kuraklık Sınıfları
$SPI-SPEI-SRI \leq -2$	Çok şiddetli kurak
$-2 < SPI-SPEI-SRI \leq -1,5$	Şiddetli kurak
$-1,5 < SPI-SPEI-SRI \leq -1$	Orta şiddetli kurak
$-1 < SPI-SPEI-SRI \leq 0$	Hafif şiddetli kurak
$0 < SPI-SPEI-SRI \leq 1$	Hafif şiddetli sulak
$1 < SPI-SPEI-SRI \leq 1,5$	Orta şiddetli sulak
$1,5 < SPI-SPEI-SRI \leq 2$	Şiddetli sulak
$SPI-SPEI-SRI > 2$	Çok şiddetli sulak

## 2.5. Run Teorisi

Yevjevich (1967) tarafından geliştirilen Run teorisi ile meydana gelen kuraklıkların süre, şiddet ve yoğunlukları tanımlanmaktadır. Run teorisi ile kuraklık indislerinin sınıflarına göre eşik seviyeleri belirlenir. Sunulan çalışmada eşik seviyeleri olarak (-1,0,1) olarak belirlenmiştir. Kuraklık süresi (D) SPI, SPEI ve SRI indislerinde negatif değer görülen periyottur. Kuraklık şiddetleri (M) D süreleri boyunca hesaplanan indis değerlerinin toplamına eşittir. Kuraklık yoğunluğu (I) ise kuraklık şiddetinin kuraklık süresine (M/D) oranı olarak tanımlanmaktadır. Kuraklık olayları Şekil 2'de verildiği gibi farklı gidişlerde meydana gelebilmektedir. Kuraklık olayı (-1) değerinin altında tek bir ay boyunca ( $D_0$ ) ve  $M_0$  şiddetinde devam edebilir veya bir kaç boyunca ( $D_1$ ) ve  $M_1$  şiddetinde meydana gelirse bunlar tek bir kuraklık olayı olarak tanımlanır. Eğer iki kuraklık arasındaki süre 6 ay veya daha az bir süreyi içeriyorsa bu kuraklık olayı da tek kuraklık olarak tanımlanır. Burada  $D_2$  süresi  $d_0$ ,  $d_1$  ve  $d_2$  sürelerinin toplamı ile  $M_2$  şiddeti ise  $m_0$  ve  $m_1$  şiddetlerinin toplamı ile hesaplanır [16].



**Şekil 2.** Run teorisi [16]

**Figure 2.** Run theory [16]

## 2.6. Kuraklık zaman serilerinin oluşturulması

Sunulan çalışmada meteorolojik ve hidrolojik kuraklıklar Gediz nehri Medar althavzası için 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman periyotlarında incelenmiştir. 3, 6 ve 12 aylık zaman dilimlerindeki indislerin belirlenmesinde aşağıda verilen Denklem 4 kullanılmıştır [15].

$$X_{i,j}^k = \begin{cases} \sum_{l=13-k+j}^{12} Y_{i-1,j} + \sum_{l=1}^j Y_{i,l} & \text{eğer } j < k \\ \sum_{l=j-k+1}^j Y_{i,l} & \text{eğer } j \geq k \end{cases} \quad (4)$$

Denklem 4'te yer alan Y değeri SPI yönteminde yağışları (P, mm), SPEI yönteminde zemin nemi açığını (D, mm) ve SRI yönteminde yüzeyel akışları (R, m<sup>3</sup>/ay) göstermektedir.

## 3. Bulgular

### 3.1 Medar Havzası meteorolojik kuraklık analizleri

Medar altavzası alansal ortalama yağışları Akhisar ve Sarılar MGİ'lerde gözlemlenen 1970-2015 yılı arasındaki veriler kullanılarak bulunmuştur. Alansal ortalama yağışlar Denklem 4 yardımı ile 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman periyotlarına döndürülmüş ve her bir zaman periyotlarının olasılık dağılımları belirlenmiştir. En uygun olasılık dağılımının belirlenmesinde istatistik testler uygulanmış (Kolmogorov-Smirnov ve Ki kare testi) ve 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman periyotları için en uygun dağılım Genel Extrem Değer (GEV) olarak belirlenmiştir. Genel Extrem Değer dağılımına ait parametreler

kullanılarak, yapılan hesaplama sonucunda veriler SPI, SPEI indis değerlerine dönüştürülmüş, 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçeğinde hesaplanmıştır. Hesaplanan indis değerlerinin söz konusu periyotlara göre değişimleri Şekil 4 ile Şekil 5' te verilmiştir.

Şekil 4'te verilen aylık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık SPI gidişleri incelendiğinde, periyotların hepsinde sulak ve kurak dönemlerin bulunduğu, tüm dönemlerde ortak olarak kurak dönemin 1987-1993; 2001-2002; 2006-2008 yılları arasında olduğu görülmektedir.

Şekil 5'te verilen aylık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık SPEI gidişleri incelendiğinde, SPI gidişlerinde olduğu gibi tüm periyotlarda kurak ve sulak dönemlerin yaşandığı, aylık gidişlere bakıldığında 1995 yılında en şiddetli kurak dönemin yaşandığı, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık gidişlerde belirgin bir şekilde 1988-1999; 1999-2002; 2007-2009 yılları arasında kalan dönemlerin kurak dönem olarak göze çarpmaktadır.

Gerek SPI gerekse SPEI gidişlerine bakıldığında genel olarak havzada hafif şiddetli kurak ve hafif şiddetli sulak dönemlerin hakim olduğu görülmektedir.

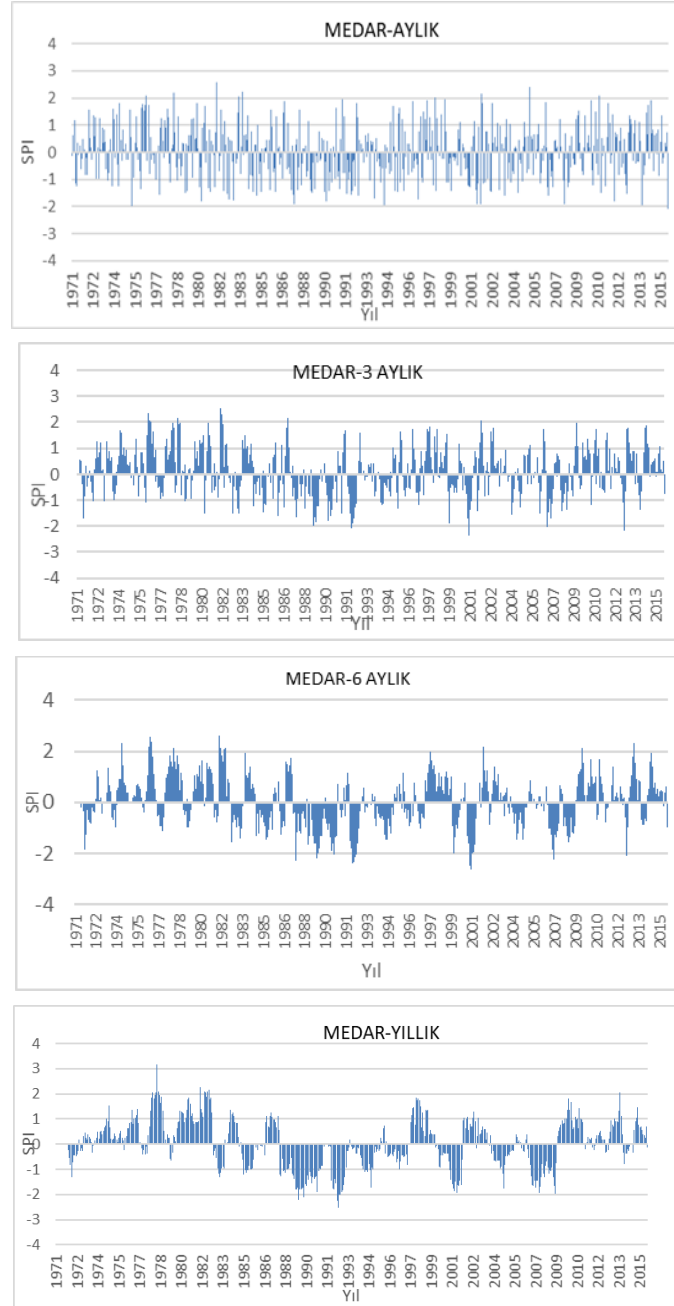
### **3.2 Medar Havzası hidrolojik kuraklık analizleri**

Medar havzası hidrolojik kuraklıkları 1970-2015 yılı arasındaki akımlar kullanılarak bulunmuştur. Gözlenen akım değerleri Denklem 4 yardımı ile 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman periyotlarına döndürülmüş ve her bir zaman periyotlarının olasılık dağılımları belirlenmiştir. En uygun olasılık dağılımının belirlenmesinde istatistik testleri uygulanmış ve 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman periyotları için en uygun dağılım GEV olarak belirlenmiştir. Hesaplanan SRI indis değerlerinin söz konusu periyotlara göre değişimleri Şekil 6' da verilmiştir.

Şekil 6' da verilen 1, 3, 6 ve 12 aylık SRI gidişleri incelendiğinde, periyotların hepsinde sulak ve kurak dönemlerin bulunduğu, tüm periyotlarda ortak olarak hafif şiddetli kurak ve sulak dönemlerin ağırlıkta olduğu görülmektedir.

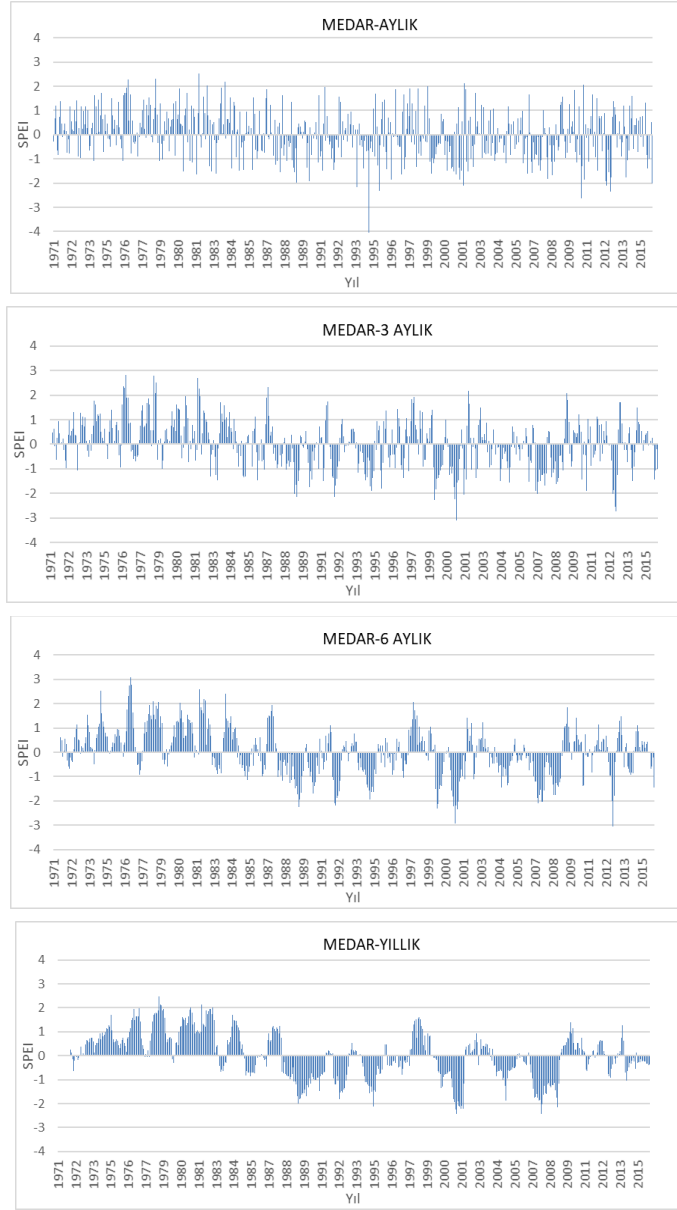
Aylık gidişlere bakıldığında, 2008, 2009, 2013, 2014 yıllarında çok şiddetli kurak; 1981, 1982, 1987, 1994, 1997-1999, 2002, 2003, 2008-2011 yıllarında çok şiddetli sulak dönemlerin yaşandığı göze çarpmaktadır. 3 aylık gidişler ile aylık gidişler yakın karakter sergilemekte; 6 aylık ve yıllık gidişler incelendiğinde, 1971-1973, 1988-1992, 1993-1995, 2001-2002, 2004, 2006-2008 ve 2013-2014 yılları arasında şiddetli kurak; 1979-1983, 1986-1987, 1997-1999, 2002-2003, 2009-2013 yılları arasında şiddetli sulak dönemler yaşandığı görülmektedir.

Medar alt havzasında genel hatlarıyla incelendiğinde meteorolojik kuraklık ile hidrolojik kuraklıkların aynı dönemlerde yaşandığı anlaşılmaktadır.



**Şekil 4.** Medar Havzası 1971-2015 yılları arası 1, 3, 6 ve -12 aylık periyottaki SPI kuraklık indisleri  
**Figure 4.** Temporal variations of the SPI in Medar Basin at 1, 3, 6 and 12 month timescales between 1971-2015 years

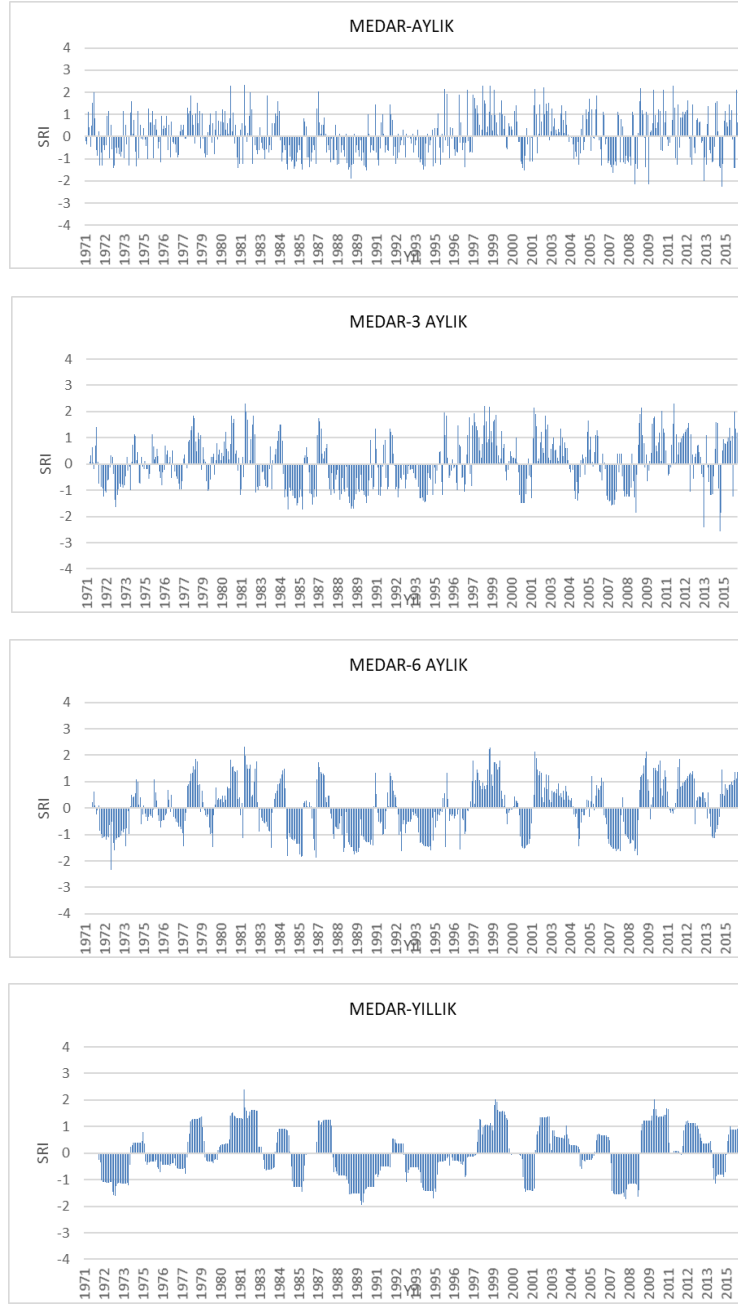
DEÜ FMD 25(73), 167-180, 2023



**Şekil 5.** Medar Havzası 1971-2015 yılları arası aylık-3 aylık-6 aylık-yıllık periyottaki SPEI kuraklık indisleri

**Figure 5.** Temporal variations of the SPEI in Medar Basin at 1, 3, 6 and 12 month timescales between 1971-2015 years





**Şekil 6.** Medar Havzası 1971-2015 yılları arası aylık-3 aylık-6 aylık-yıllık periyottaki SRI kuraklık indisleri

**Figure 6.** Temporal variations of the SRI in Medar Basin at 1, 3, 6 and 12 month timescales between 1971-2015 years

### 3.3. Medar Havzası yıllık dönem için Run analizleri

Medar havzası için 1971-2015 yılları arasında, yıllık döneme ait hesaplanan SPI, SPEI ve SRI indisleri kullanılarak Run teorisi analizleri yapılmıştır. Bu analizler neticesinde kurak ve sulak dönemlerin hangi yıllar arasında yaşandığı, ne kadar sürdüğü, şiddeti ve yoğunluğu belirlenmiştir.

Yıllık dönem için SPI-SPEI-SRI indisleri için belirlenen kurak ve sulak dönemlere ilişkin kuraklık karakteristikleri Tablo 5 ile 10 arasında verilmiştir.

Analizler incelendiğinde yağışlar açısından (SPI), şiddetli kurak dönemler yaşanmış olup, bu dönemler içerisinde kuraklığın en yoğun yaşandığı dönem olarak Kasım 2006 ile Ocak 2009; kuraklığın en uzun sürdüğü dönem olarak ise Aralık 1988 ile Ağustos 1995 arasında geçen 92 aylık süre dikkat çekmektedir (Tablo 5). Ocak 1978 ile Kasım 1982 arasında geçen 59 aylık sürede ise yoğunluğu en yüksek ve en uzun süreli sulak dönemin yaşandığı görülmektedir (Tablo 6).

Evapotranspirasyon kayıplarını dikkate alınarak hesaplanan SPEI yöntemine göre, yaşanan şiddetli kurak dönemler içerisinde Kasım 2006 ile Şubat 2009 arasında kalan dönem en yoğun kuraklık dönemi olarak görünmektedir (Tablo 7). Ocak 1978 ile Mart 1983 arasında kalan dönem en yoğun sulak dönem olarak aynı zamanda en uzun süren sulak dönem olarak dikkat çekmektedir (Tablo 8).

Medar havzası akımları ile hesaplanan SRI yöntemine göre, Şubat 2007 ile Ocak 2009 en yoğun; Ocak 1988 ile Ocak 1992 en uzun süren kurak dönem olarak göze çarpmaktadır (Tablo 9). Şubat 2009-Mart 2011 en yoğun; Mart 1980-Mart 1983 ile Aralık 2001-Aralık 2004 en uzun süren sulak dönem olarak analizler sonucu tespit edilmiştir (Tablo 10).

**Tablo 5.** Medar Havzası SPI indislerine göre kurak dönem Run analizleri

**Table 5.** Run analysis of dry periods of Medar Basin according to SPI indices

Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Ara.71	Eyl.72	10	5,76	0,58
Ara.82	Eki.83	11	8,85	0,80
Şub.85	Oca.86	12	10,87	0,91
Ara.88	Ağu.95	92	93,97	1,02
Kas.99	Kas.01	25	23,69	0,95
Şub.04	Eki.05	21	13,15	0,63
Kas.06	Oca.09	27	32,79	1,21

**Tablo 6.** Medar Havzası SPI indislerine göre sulak dönem Run analizleri

**Table 6.** Run analysis of wet periods of Medar Basin according to SPI indices

Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Ara.73	May.77	42	22,96	0,55
Oca.78	Kas.82	59	71,29	1,21
Oca.84	Kas.84	11	9,17	0,83
Ara.86	Ara.87	13	12,03	0,93
Eki.97	Eki.99	25	23,73	0,95
Ara.01	Kas.03	24	16,1	0,67
Şub.09	Oca.11	24	23,22	0,97
Oca.13	Oca.14	13	11,73	0,90
Ara.14	Kas.15	12	8,4	0,70

**Tablo 7.** Medar Havzası SPEI indislerine göre kurak dönem Run analizleri**Table 7.** Run analysis of dry periods of Medar Basin according to SPEI indices

Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Oca.88	Nis.91	40	42,91	1,07
Ara.91	Oca.93	14	16,67	1,19
Şub.94	Eki.95	21	19,57	0,93
Eki.97	May.99	20	17,76	0,89
Haz.99	Kas.01	30	34,98	1,17
Şub.04	Kas.05	22	15,43	0,70
Kas.06	Şub.09	28,00	39,65	1,42
Oca.14	Kas.14	11	4,65	0,42

**Tablo 8.** Medar Havzası SPEI indislerine göre sulak dönem Run analizleri**Table 8.** Run analysis of wet periods of Medar Basin according to SPEI indices

Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Eyl.72	Tem.77	59	47,76	0,81
Oca.78	Mar.83	63	79,75	1,27
Kas.83	Şub.85	16	14,79	0,92
Ara.86	Ara.87	13	12,58	0,97
Mar.09	Ağu.10	18	10,62	0,59
Haz.13	Ara.13	6	2,97	0,50

#### 4.Tartışma

Medar althavzasında 1971-2015 yılları arasında meydana gelen meteorolojik kuraklıklar SPI ve SPEI yöntemi kullanılarak ve hidrolojik kuraklıklar SRI yöntemi kullanılarak 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman dilimleri için belirlenmiştir.

Meteorolojik kuraklıklar yağışlar açısından incelendiğinde 1971-1986 yılları arasında aşırı yoğun olmamakla beraber yaklaşık birer yıl süren ; 1988-1995 yılları arasında uzun

süren ve yoğunluklu; 1999-2001, 2004-2009 yılları arasında orta yoğunlukta hafif, orta ve çok şiddetli kurak dönemler yaşandığı SPI gidişlerinden ve Run analizlerinden anlaşılmaktadır (Şekil 4- Tablo 5).

**Tablo 9.** Medar Havzası SRI indislerine göre kurak dönem Run analizleri**Table 9.** Run analysis of dry periods of Medar Basin according to SRI indices

Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Ara.71	Şub.74	27	28,25	1,05
Mar.85	Kas.86	21	13,92	0,66
Oca.88	Oca.92	49	50,13	1,02
Ara.92	Oca.96	38	30,47	0,80
Mar.00	Kas.01	21	14,21	0,68
Şub.07	Oca.09	24	32,74	1,36
Şub.14	Oca.15	12	9,26	0,77

**Tablo 10.** Medar Havzası SRI indislerine göre sulak dönem Run analizleri**Table 10.** Run analysis of wet periods of Medar Basin according to SRI indices

Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Şub.78	Mar.79	14	15,6	1,11
Mar.80	Mar.83	37	38,83	1,05
Ara.86	Ara.87	13	14,91	1,15
Ara.97	Şub.00	27	33,33	1,23
Ara.01	Ara.04	37	25,91	0,70
Şub.09	Mar.11	26	32,32	1,24
Oca.12	Oca.14	25	18,97	0,76

Yağışlar açısından aylık , 3 aylık, 6 aylık ve yıllık SPI gidişleri ile yıllık periyot için RUN analizleri göstermiştir ki; 1973-1987, 1997-2003 ve 2009 sonrası sulak dönem olarak geçirilmiştir. Özellikle 1978-1982 yılları arası diğer sulak dönemlere kıyasla daha yoğun

sulak dönem olarak yaşanmıştır (Şekil 4 – Tablo 6).

Havzada 1971 yılından itibaren 1988 yılına kadar gerek aylık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık periyottaki SPEI gidişleri, gerekse yıllık dönem için yapılan Run analizleri incelendiğinde kurak dönemlerin yaşanmadığı; 1988 yılından sonra başlayarak 2001 yılına kadar değişik yoğunluklarda kesintisiz olarak 15 ay ile 40 ay arasında değişen süreklilik performansı ile yaşandığı belirlenmiştir. 2006-2009 yılları arasında en yoğun kurak dönem yaşanmıştır. 2014 yılında yaklaşık bir yıl süre ile orta şiddetli kurak dönem yaşanmıştır (Şekil 5 – Tablo 7- Tablo 8).

Hidrolojik kuraklık açısından SRI gidişlerinden ve Run analizlerinden; Aralık 1971-Şubat 1974 arasında 27 ay; Mart 1985-Kasım 1986 arasında 21 ay; Ocak 1988-Ocak 1992 arasında 49 ay; Aralık 1992-Ocak 1996 arasında 38 ay; Mart 2000- Kasım 2001 arasında 21 ay; Şubat 2007-Ocak 2009 arasında 24 ay; Şubat 2014 - Ocak 2015 arasında 12 ay boyunca şiddetli kurak dönemler yaşandığı; 1978-1983, 1986-1987, 1997-2004, 2009-2015 yılları arasında ise sulak dönemlerin yaşandığı görülmektedir (Şekil 6 – Tablo 9- Tablo 10).

### 5. Sonuçlar

Sunulan çalışmada Gediz Nehri Medar Havzası 1970-2015 yılları arası meydana gelen meteorolojik ve hidrolojik kuraklıklar incelenmiştir. Çalışmada meteorolojik kuraklıklar SPI ve SPEI indis yöntemleri ile hidrolojik kuraklıklar ise SRI indis yöntemi ile belirlenmiştir. Meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkların şiddet, süre ve yoğunluk karakteristikleri run analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Havzalarda meydana gelen kurak ve sulak dönemlerin süresi ve şiddeti ele alınarak hesaplanan yoğunluklar dikkate alındığında 1988 yılından sonrasındaki kuraklıkların hem meteorolojik hem de hidrolojik açıdan daha yoğun olarak meydana gelmiştir. Buna karşın havzada yaşanan sulak dönemlerin eski tarihlere doğru gidildikçe (1983 öncesi) daha yoğun bir şekilde oluştuğu görülmektedir.

Medar havzasında 1971 den itibaren yaşanan kuraklık süreçlerinin havza akımlarına etkisinin görüldüğü yani hidrolojik kuraklıkları tetiklediği aynı zamanda zemin nemi açısından 1991 tarihindeki kuraklığın etkisi yaklaşık bir yıl sonra etkisi akımlarda görülmeye başlanmıştır. meteorolojik kuraklıklar 2009 tarihinde sonlanmasına rağmen akımlardaki etkisi 2014 tarihine kadar devam etmiştir.

Yapılan tüm bu analiz ve değerlendirmeler neticesinde Medar Havzasının yağışlarında meydana gelen kuraklıklar, akım miktarlarını önemli ölçüde etkilemekte, havza içerisinde bulunan Gördük-Başlamış barajı ve havza sınırına yakın Çamönü Barajı'nın su teminini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle sulama suyunun ihtiyaca karşılık veremeyecek noktaya geleceğinden hareketle tarımsal kuraklıkların gelecekte daha sık ve daha şiddetli biçimde yaşanacağı ve bu hususta havza işletme politikalarının söz konusu değerlendirmeler ışığında güncellenmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

### 6. Conclusions

In the presented studies, meteorological and hydrological droughts that occurred between 1970 and 2015 in the Medar Basin of the Gediz River were examined. In the study, meteorological droughts were determined by SPI and SPEI index methods, and hydrological droughts were determined by SRI index method. Characteristics of meteorological and hydrological droughts such as duration, magnitude and intensity were evaluated by run analysis method.

Considering the intensities calculated by considering the duration and severity of the dry and wet periods occurring in the basin, the droughts after 1988 were more intense both in meteorological and hydrological terms. On the other hand, it is seen that the wet periods in the basin were formed more intensely as we go back to ancient times (before 1983).

In the Medar basin, the effects of the drought processes experienced since 1971 on the basin flows, that is, triggered by the hydrological droughts, and the effect of the drought in 1991 in terms of soil moisture began to be seen about one year later.

Although the meteorological droughts ended in 2009, the effect on the flows continued until 2014.

As a result of all these analyzes and evaluations, the droughts occurring in the precipitation of the Medar Basin significantly affect the flow amounts, significantly reducing the water supply of the Gördük-Başlamış dam in the basin and the Çamönü Dam close to the basin border. For this reason, it is concluded that agricultural droughts will be experienced more frequently and more severely in the future, and the watershed management policies should be updated in the light of these evaluations, considering that irrigation water will come to a point where it cannot meet the need.

### 7 Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

“Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur”

“Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır”

### Kaynakça

- [1] Kumanlioğlu, A. A., Fıstıkoğlu, O. 2019. Yukarı Gediz Havzası Yağışlarının Meteorolojik Kuraklık Analizleri. DEUFMD, 21(62), 509-523.
- [2] Anonim, 2007. Extreme Agrimeteorologicaevents. Cag M-X Working Group., Geneva.
- [3] <https://www.afad.gov.tr/afet-turleri> Erişim tarihi:14.04.2022
- [4] Ilgar, R., 2010. Çanakkale’de kuraklık durumu ve eğilimlerinin standartlaştırılmış yağış indisi ile belirlenmesi. Marmara Coğrafya Dergisi, 22, 183-204.
- [5] BMÇMS, (1997). Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi, Paris.
- [6] Montaseri, M. and Amirataee, B., 2017. Comprehensive stochastic assessment of meteorological drought indices. Int. J. Climatol. 37: 998-1013.
- [7] Wilhite DA, GlantzMH. 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. Water Int. 10: 111-120.
- [8] World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), 2016: Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva.
- [9] Salehnia, N., Alizadeh, A., Sanaeinejad, H., Bannayan, M., Zarrin, A., Hoogenboom, G., 2017. Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. Journal of Arid Land, 9(6): 797-809. <https://doi.org/10.1007/s40333-017-0070-y>
- [10] Shahabfar, A. And Eitzinger, J., 2013. Spatio-temporal analysis of droughts in semi-arid regions by using meteorological drought indices. Atmosphere, 4, 94-112; <http://doi:10.3390/atmos4020094>
- [11] Nagarajan, R. And Sreedhar, G., 2015. Micro-level drought vulnerability assessment using standardised precipitation index, standardised water-level index, Remote Sensing and GIS. ACRS 2015: The 36th Asian Conference on Remote Sensing, Quezon City, Philippines.
- [12] Jang, S. H., Lee, J.-K., Oh, J. H., Jo, J. W., and Cho, Y., (2017). The Probabilistic Drought Forecast Based on the Ensemble Technique Using the Korean Surface Water Supply Index, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/nhess-2017-163>.
- [13] Akşan, G. N. ve Bacanlı, Ü., G. 2021. Comparison of the meteorological drought indices according to the parameter(s) used in the Southeastern Anatolia Region, Turkey. Environ Res Tech, Vol. 4, No. 3, 230-243,
- [14] Mondol, A. H., Ara, I., Chandra Das, S., 2017. Meteorological Drought Index Mapping in Bangladesh Using Standardized Precipitation Index Durung 1981-2010. Advances in Meteorology, 1-17, DOI:10.1155/2017/4642060
- [15] Kumanlioglu, A.A., 2020. Hydrological Droughts and Runoff Trends of the Demirköprü Dam Reservoir Basin on Gediz River, Turkey. DEUFMD 22(66), 793-800.
- [16] Kumanlioglu AA., 2020. Characterizing meteorological and hydrological droughts: A case study of the Gediz River Basin, Turkey. Meteorol Appl.;27:e1857. <https://doi.org/10.1002/met.1857>
- [17] Wu, J.F., Chen, X.W., Yao, H.X., et al. 2017a. Non-linear relationship of hydrological drought responding to meteorological drought and impact of a large reservoir. Journal of Hydrology, 551, 495-507.
- [18] Wu, J., Liu, Z., Yao, H., Chen, X., Chen, X., Zheng, Y. and He, Y. 2018. Impacts of reservoir operations on multi-scale correlations between hydrological drought and meteorological drought. Journal of Hydrology, 563, 726-736.
- [19] McKee, T.B., Doeskin, N.J., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, January 17-22. Boston, MA: American Meteorological Society, 179-184.
- [20] Vicente-Serrano, SM., Begueria, S., Lopez-Moreno, JI., 2010. A multiscale Drought Index Sensitive To Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. J. Clim. 23:1696-1718.
- [21] Penman, H.L. (1948) Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, 193, 120-146.

- [22] Monteith, J.L. (1965) Evaporation and environment. In: 19th Symposia of the Society for Experimental Biology, Vol. 19. Cambridge: University Press, pp. 205-234.
- [23] Thornthwaite, C.W. (1948) An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38, 55-94.