



## METEOROLOJİK KURAKLIĞIN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI ZAMANSAL VE KONUMSAL ANALİZİ: ÇORAK GÖLÜ HAVZASI (BURDUR-TÜRKİYE) ÖRNEĞİ

Erhan ŞENER<sup>1\*</sup>, Şehnaz ŞENER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler	Öz
<i>Meteorolojik kuraklık, Standartlaştırılmış yağış indeksi (SYI), Coğrafi bilgi sistemleri (CBS).</i>	Kuraklık insanlığı tehdit eden en önemli doğal afetlerdendir. Genel olarak yağışların normal seviyelerinin altına düşmesiyle başlayan kuraklık yüzey ve yeraltısularının miktarındaki azalmalara neden olmaktadır. Kuraklıktan kaynaklanan olumsuz etkilerin en aza indirilmesine yönelik çalışmalarda öncelikle kuraklığın doğru olarak tanımlanarak havza bazında kuraklık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Çorak Gölü Havzasındaki meteorolojik kuraklığın şiddeti ve alansal dağılımları coğrafi bilgi sistemleri ortamında zamansal olarak haritalandırılmıştır. Bu amaçla kullanılan standartlaştırılmış yağış indeksi sonuçlarına göre 1970-2016 yılları arasında en kurak dönemin 1989 ve 1990 yılları, en yağışlı dönemin ise 2009 yılında yaşandığı belirlenmiştir.

## SPATIAL AND TEMPORAL ANALYSIS OF METEOROLOGICAL DROUGHT BASED ON GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: A CASE STUDY OF ÇORAK LAKE BASIN (BURDUR, TURKEY)

Keywords	Abstract
<i>Meteorological drought, Standardized precipitation index (SPI), Geographical information system (GIS).</i>	Drought is one of the most important natural disasters threatening humanity. Generally, the drought, starts when precipitation falls below the normal levels and leads to a decrease in the amount of surface and groundwater in the later stages. The first studies to minimize the negative effects of drought is accurate definition of drought and development of drought management strategies on basin. In this study, the intensity and spatial distribution of meteorological drought in the Çorak Lake Basin were temporarily mapped in the geographical information systems (GIS) environment. According to the standardized precipitation index results used for this purpose, during the years 1970-2016, the driest period was seen in 1989 and 1990 years, and the most rainy period was in 2009.

### Alıntı / Cite

Şener, E., Şener, Ş., (2019). Meteorolojik Kuraklığın Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Zamansal ve Konumsal Analizi: Çorak Gölü Havzası (Burdur-Türkiye) Örneği. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 7(3), 596-607.

### Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

E. Şener, 0000-0001-6263-8366

Ş. Şener, 0000-0003-3191-2291

### Makale Süreci / Article Process

**Başvuru Tarihi / Submission Date** 22.03.2019

**Revizyon Tarihi / Revision Date** 09.04.2019

**Kabul Tarihi / Accepted Date** 14.04.2019

**Yayın Tarihi / Published Date** 15.09.2019

### 1. Giriş

Uluslararası Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesinde kuraklık; bir bölgede kaydedilen yağışların, o bölgede gözlenmiş ortalama yağışın önemli ölçüde altına düşmesi sonucunda arazi kullanımını ve su kaynaklarını olumsuz yönde etkileyen ve hidrolojik çevrimde bozulmalara neden olan doğal bir olay

olarak tanımlanmaktadır (WMO, 1997). Kuraklık genel olarak su kaynaklarının en önemli beslenme kaynağını oluşturan yağışların azalması şeklinde tanımlanabilir. Diğer doğal afetlerin aksine kuraklıkta süreç daha uzun olup geniş bir alanı ve dolayısıyla daha büyük kitleleri olumsuz olarak etkilemektedir.

\* İlgili yazar / Corresponding author: erhansener@sdu.edu.tr, +90-246-211-1585

Genel olarak Meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyo-ekonomik olarak 4 farklı türü bulunan kuraklığı tetikleyen en önemli parametre yağış azlığıdır (Choi vd., 2013; Sırdaş ve Şen, 2003; Orhan, 2014; Mishra ve Singh, 2010; Şener vd., 2012). Ayrıca yağışın yanı sıra sıcaklık, toprak nemi, buharlaşma, terleme vb. parametrelerde kuraklığın şiddetini ve periyodunu etkilemektedir. Meteorolojik Kuraklık genel olarak belirli bir bölgenin belli bir periyodun ortalamasına göre yağış miktarının azalması veya belirli bir zaman periyoduna ait normallerde meydana gelen sapmalar olarak tanımlanmakta olup ilk görülen kuraklık türüdür (Anisfeld, 2010). Hidrolojik kuraklık ise yağışlarda meydana gelen azalmaya bağlı olarak yüzey ve yeraltısularındaki azalma olarak tanımlanmaktadır (Wilhite ve Glantz, 1985; Tuna vd., 2009).

Ülkemizde sık sık yaşanan doğal afetlerden biri olan kuraklık nedeniyle 1804, 1876 ve 1928 yıllarında tarım ürünlerinin ve hayvanların kaybına, çaresiz kalan birçok çiftçinin göç etmesine neden olmuştur. Cumhuriyet Döneminde de özellikle 1928, 1973, 1989, 1990, 1993, 1998-2001, 2008 yıllarında yaygın kuraklıklar görülmüştür. Bunlardan 1876 yılındaki kuraklığın kıtlıklara ve hastalıklara yol açmak suretiyle yaklaşık 200.000 vatandaşın ölümüne neden olduğu tahmin edilmektedir (Yağcı, 2007).

Kuraklıktan kaynaklanan olumsuz etkilerin en aza indirilmesi ve kurak dönemlerde su kaynaklarının daha efektif kullanılarak korunması ancak iyi bir kuraklık yönetimi ile sağlanır. Bunun için öncelikle kuraklığın belirlenerek gelecek yıllarda olası kuraklıkların iyi tahmin edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada Çorak Gölü Havzasında Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYI) kullanılarak Meteorolojik Kuraklıklar belirlenmiştir. Havzanın yakın çevresindeki meteoroloji istasyonları bazında yapılan analizlerden elde edilen SYI indeks değerleri Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında interpolate edilerek havzaya ait kuraklık haritaları hazırlanmıştır.

## 2. Bilimsel Yazın Taraması

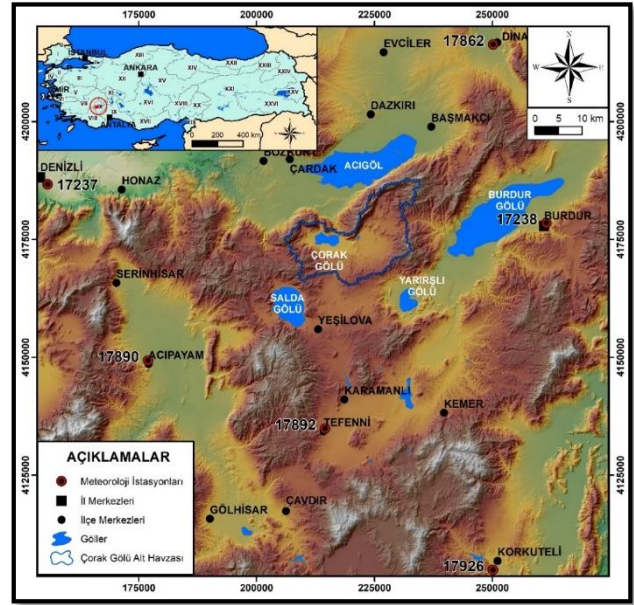
Çorak Gölü Burdur Göllerini Havzası sınırları içinde yer alan küçük göllerinden birisidir. Tektonik bir oluşuma sahip olan çalışma alanı daha önce birçok araştırmacı tarafından jeolojik ve yapısal özellikleri bakımından incelenmiştir.

Çalışma alanı Güney Batı Anadolu'da Isparta büklümü olarak bilinen coğrafik oluşumun kuzey batısında yer almaktadır. Göl havzası bugünkü yapısını Alpin orojenezi ile kazanmış olan ve Ketin (1966) tarafından Toridler olarak tanımlanan tektonik birlik içindedir. Bölgede daha önceden araştırma yapmış birçok araştırmacıya göre Isparta Açısı şimdiki konumunu neotektonik dönemde kazanmıştır (Kissel ve Poisson, 1986; Piper vd., 2002; Yağmurlu vd., 2007).

Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan olarak tescilli olan Çorak Gölü'nün en önemli sorunu ciddi su kaybının olmasıdır. Bu çalışma kapsamında havzanın hidrolojik özellikleri dikkate alınarak yapılan havza kuraklık analizleri bölge için kuraklık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

## 3. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanını oluşturan Çorak Gölü havzası Göller Bölgesinin güneybatısında yer almaktadır (Şekil 1). Aynı zamanda Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen 26 büyük havzadan biri olan Burdur Havzası içerisinde bulunmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

Çorak Gölü Havzası coğrafik olarak Akdeniz Bölgesi'nde olup yaklaşık 318.5 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır (Tuna vd., 2009). Söz konusu alanın %94,4'ü Burdur, %4,7'si Denizli ve %0,7'si Afyon il sınırları içerisinde yer almaktadır. Havzaya adını veren Çorak Gölü yaklaşık 9,98 km<sup>2</sup>'lik bir yüzey alanına sahip olup Akgöl ve Bayındır Gölü olarak da isimlendirilmektedir. Çorak Gölü çok sığ bir göl olup iklimsel parametrelere çok hızlı tepki vererek sık sık kurumaktadır (Şekil 2). Çorak Gölü su tuttuğu dönemlerde başta flamingo olmak üzere binlerce su kuşu türüne önemli bir yaşam alanı sunmaktadır.

Çorak Gölü Alt Havzasının sınırlarının belirlenmesi amacıyla ArcSWAT yazılımının "Watershed Delineation" modülü kullanılmıştır. Bu aşamada öncelikle çalışma alanı ve çevresinin yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli oluşturularak "Watershed Delineation" modülünde yer alan ve havza sınırlarını sayısal yükseklik modeli (DEM) verilerine bağlı olarak belirlenmesi amacıyla kullanılan "DEM-Based" seçeneği kullanılmıştır. Buna göre Çorak Gölü havzasında en düşük kot 954,22 m ve en yüksek kot ise 2031.40 m'dir. Ayrıca havzanın ortalama

yüksekliği 1256.74 m'dir. Havzadaki eğimler ise 0 - 55.67° arasında değişmekle birlikte ortalama eğim 10.9°'dir.

Orman ve Su İşleri Bakanlığının CORINE (Coordination of Information on the Environment) Arazi Örtüsü Projesi kapsamında 2012 yılında hazırladığı arazi örtüsü/kullanımı verilerine göre Çorak Gölü havzasının % 21'ini sulanmayan ekilebilir alanlar, % 18,79'unu bitki değişim alanları, % 16,51'ini seyrek bitki alanları, % 10,89'unu sklerofil bitki örtüsü ve % 5,62'sini ise sürekli sulanan alanlar oluşturmaktadır.

Çalışmada Çorak Gölü Havzasındaki meteorolojik kuraklığın belirlenebilmesinde çalışma alanının yakın çevresinde bulunan Denizli, Dinar, Burdur, Tefenni, Korkuteli ve Acıpayam Devlet Meteoroloji İstasyonlarının (DMİ) uzun yıllara (1970-2016) ait meteorolojik gözlem verileri kullanılmıştır.

Meteorolojik Kuraklıkların tespitine yönelik çok sayıda indis bulunmakla birlikte bunlardan en önemlileri Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYI), Aridite Anomali İndisi (AAI), Ondalıklar İndisi, Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI), Aridite İndisi (AI) ve Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (PDSI)'dir. Söz konusu indislerden Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYI) yönteminin kullanımının kolay olması ve sadece yağış verisine gereksinim duymasından dolayı kullanımı diğer indislere göre nispeten daha yaygındır. Ancak sadece zamanda yağış dışında farklı bir parametrenin girdi olarak kullanılmaması SYI'nın en önemli dezavantajlarından biridir.

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yönteminde belirlenen zaman dilimi (1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 48 ay) içinde aylık yağış miktarının, yağış serisinin ortalamasından olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilir (McKee vd., 1993). Bu yöntemde en az 30 yıllık yağış kayıtları kullanılır. Yağış zaman serisi aylık toplam yağışlar şeklinde düzenlenerek hesaplamalar yapılır.

$$SYI = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma} \quad (1)$$

Burada;

SYI: Standartlaştırılmış Yağış İndeksi

$X_i$ : Yıllık yağış miktarının normalleştirilmiş miktarı,

$\bar{x}_i$ : Her bir istasyon için seçilen zaman aralığında yağış ortalaması

$\sigma$ : Her bir istasyona ilişkin değerlerin zaman aralığı içindeki standart sapmasını ifade eder.

Standartlaştırılmış Yağış İndeksinde kuraklık sınıfları, standart normal (Gaussian) dağılımlı yağış verilerinden elde edilir (Tablo 1). Dolayısıyla ilk aşamada ham yağış verilerinin olasılık dağılımının bulunması gerekir. Ancak yağış dizilerinin olasılık

dağılım fonksiyonu genellikle normal dağılıma uymaz (McKee vd., 1993; McKee vd., 1995).

Yağış verilerine en iyi uyan olasılık dağılımı Gamma olasılık dağılımı olduğundan Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yönteminde, yağış verilerinden elde edilen olasılık dağılım fonksiyonları Gamma olasılık dağılım fonksiyonlarına dönüştürülür (Thom, 1966; McKee vd., 1993; McKee vd., 1995).

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad x>0 \text{ için} \quad (2)$$

Burada;  $\Gamma(\alpha)$ : Gamma Dağılımı

$\alpha$ : şekil parametresi ( $\alpha>0$ )

$\beta$ : ölçek parametresi ( $\beta>0$ )

x: yağış miktarını ( $x>0$ ) ifade eder.

Yine  $\alpha$  ve  $\beta$ 'nin tahmininde maksimum olasılık çözümlerini kullanılır. Buna göre;

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (3)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (4)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (5)$$

Burada n toplam yağış gözlem sayısıdır. Eldeki mevcut verilerden elde edilen bu olasılık tanımlamaları daha sonra herhangi bir ayda gözlenmiş bir değer için kümülatif olasılığını bulmak için kullanılabilir. Bu durumda kümülatif olasılık aşağıdaki şekilde tanımlanır



Şekil 2. Çorak Gölünden panoramik görünüm

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)_0} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (6)$$

Gamma fonksiyonu  $x=0$  için tanımsız olduğundan ve yağış dağılımı sıfır (0) değerler içerdiğinden kümülatif olasılık yeniden aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$H(x) = q + (1 - q)Gx \quad (7)$$

Bir sonraki aşamada, gamma dağılım fonksiyonundan elde edilen yağış olasılıkları, ters-standart normal dağılım fonksiyonu kullanılarak standart yağışlara dönüştürülür. Bu yolla ortalaması sıfır ve varyansı (değişkesi) bir olan standardize yağışlar elde edilir. Standart Yağış İndisi (SYI), belirlenen zaman dilimi içinde yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilir (McKee vd., 1993) (Tablo 1).

**Tablo 1.** Standartlaştırılmış Yağış İndeksi Sınıfları (Şener ve Şener, 2018).

Yağış (Kuraklık/Nemlilik) Sınıfı	Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYI)
<i>Aşırı Yağışlı</i>	$\geq 2$
<i>Çok Şiddetli Yağışlı</i>	1.50 / 1.99
<i>Orta Yağışlı</i>	1 / 1.49
<i>Hafif Yağışlı</i>	0 / 0.99
<i>Hafif Kuraklık</i>	0 / -0.99
<i>Orta Kuraklık</i>	-1 / 1.49
<i>Çok Şiddetli Kuraklı</i>	-1.49 / -1.99
<i>Aşırı Kuraklık</i>	$\leq -2$

Çorak gölü havzasının çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait yağış verilerinden istasyon bazında hesaplanan SYI değerleri ArcGIS yazılımı ortamında Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighted - IDW) ile analiz edilerek Çorak Gölü havzasının meteorolojik kuraklık haritaları hazırlanmıştır. IDW yöntemi bilinen noktasal verilerden bilinmeyen noktasal verilerin tahmin edilerek, alansal veriler üretiminde yoğun olarak kullanılan yöntemlerdendir.

#### 4. Araştırma Bulguları

Bu çalışmada çalışma alanının yakın çevresinde bulunan Denizli, Dinar, Burdur, Tefenni, Korkuteli ve

Acıpayam Devlet Meteoroloji İstasyonlarının (DMİ) uzun yıllara (1970-2016) ait meteorolojik gözlem verileri kullanılmıştır. Söz konusu meteoroloji istasyonlarının 47 yıllık zaman periyodundaki yağış verileri incelendiğinde ortalama yağışın Denizli DMİ'de 559,2 mm, Dinar DMİ'de 435,9 mm, Burdur DMİ'de 415,3 mm, Tefenni DMİ'de 456 mm, Korkuteli DMİ'de 359,8 mm ve Acıpayam DMİ'de ise 427,3 mm olduğu belirlenmiştir (Şekil 3).

Burdur Meteoroloji istasyonunda 1970-1977 yılları arası, 1989-1995 yılları arası ve 2005-2013 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları ortalamasının altında olduğu tespit edilmiştir. 1996-2006 yılları arasında ise ortalamasının oldukça üstünde yağış değerleri kaydedilmiştir. Özellikle 2003 yılında 594,2 mm'lik toplam yağış miktarı ile 47 yıllık ölçüm periyodunun en yüksek yağış miktarı ölçülmüştür.

Tefenni Meteoroloji istasyonunda 1970 -1977 yılları arası, 1989-1996 yılları arası ve 2004-2013 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları genel olarak ortalamasının altında ölçülmüştür. 1978-1988 yılları arasında ve 1997-2003 yılları arasında ise ortalamasının üstünde yağış değerleri kaydedilmiştir. Özellikle 2009 yılında 718,6 mm'lik toplam yağış miktarı ile 46 yıllık ölçüm periyodunun en yüksek yağış miktarı ölçülmüştür.

Denizli Meteoroloji istasyonunda 1970 -1977 yılları arası, 1982-1993 yılları arası ve 2004- 2008 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarlarının ortalamasının altında olduğu buna karşılık 2009-2015 yılları arasında ise düşen yağış miktarının ortalamasının oldukça üstünde olduğu tespit edilmiştir. Dinar Meteoroloji İstasyonunda ise 1970 -1975 yılları arası, 1984-1994 yılları arası, 2004-2008 yılları arası ve 2010-2013 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları ortalamasının altında ölçülmüştür. 2009, 2014 ve 2015 yıllarında ise alana düşen yağış miktarı ortalamasının oldukça üstünde olarak kaydedilmiştir.

Korkuteli meteoroloji istasyonu 1970-2016 yılları arasında ölçülmüş olan aylık ortalama yağış (mm) değerlerine göre ortalama yıllık yağış miktarı 359,8 mm olarak ölçülmüştür. 1970-1974 yılları arası, 1986-1998 yılları arası ve 2005-2013 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları ortalamasının altında ölçülmüştür.

Acıpayam meteoroloji istasyonunda yıllık yağış miktarı 1972-1995 yılları arası 1976, 1979, 1883 ve 1988 yılları hariç tamamen ortalama yağışın altında ölçülmüştür. 1996-2003 yılları arasında ve 2006-2015 yılları arasında ise genel olarak ortalamasının üstünde olarak kaydedilmiştir (Şekil 3).





**Şekil 3.** Çalışma alanı çevresindeki meteoroloji istasyonlarının yıllık toplam yağış grafikleri

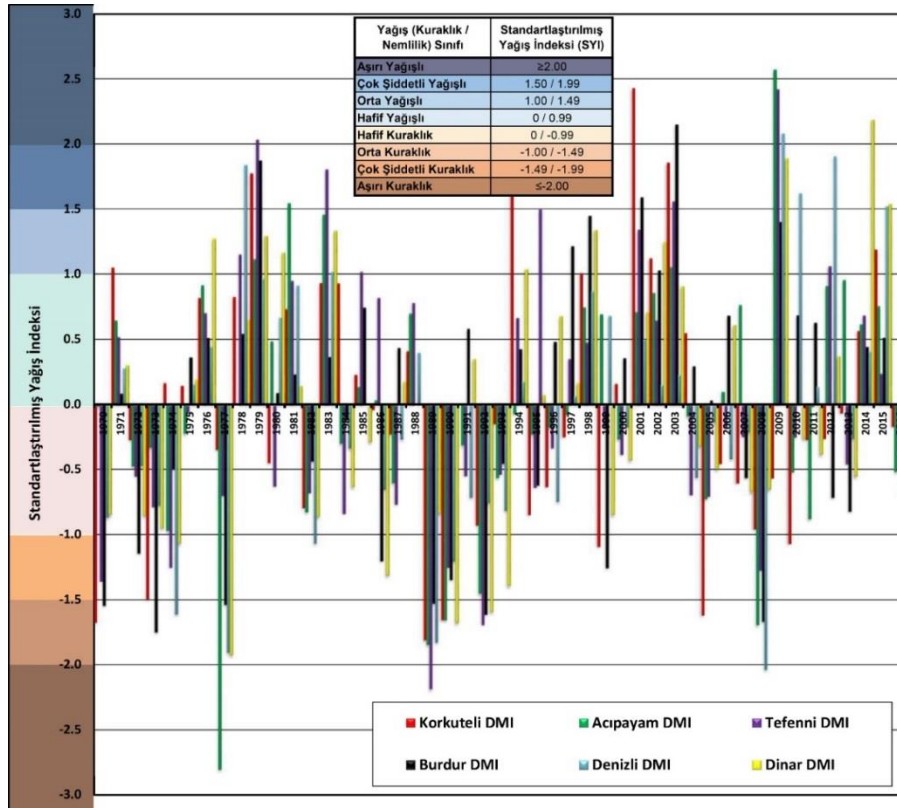
Havzaya ait yıllık toplam yağış ortalamasına ait dağılım haritaları meteoroloji istasyonlarında ölçülen ortalama yıllık toplam yağış değerleri kullanılarak ArcGIS yazılımında IDW enterpolasyon yöntemi ile hazırlanmıştır (Şekil 4) Buna göre havzaya düşen maksimum yağış miktarı 443,91mm, minimum yağış miktarı ise 410,4 mm olarak belirlenmiştir. Genel olarak havzanın batısında maksimum yağışlar gözlenirken havzanın doğu kesimleri nispeten daha düşük miktarlarda yağış almaktadır.

Çorak Gölü alt havzasının sıcaklık durumu genel olarak değerlendirildiğinde; havza çevresinde yeralan ve ayrıntılı olarak analizi yapılan meteoroloji istasyonlarında belirlenen aylık ortalama sıcaklık değerleri 11.8 °C ile 16.2 °C arasındadır. Havzaya ait

ortalama sıcaklık dağılım haritası meteoroloji istasyonlarında ölçülen ortalama yıllık sıcaklık değerleri kullanılarak ArcGIS yazılımında IDW enterpolasyon yöntemi ile hazırlanmıştır (Şekil 5). Buna göre havzada ölçülen maksimum sıcaklık değeri 13.13 °C minimum sıcaklık değeri ise 12.73 °C olarak belirlenmiştir. Genel olarak havzanın kuzeyinde maksimum sıcaklık değerleri gözlenirken havzanın güney kesimleri nispeten daha düşük sıcaklığa sahiptir.

Denizli, Dinar, Burdur, Tefenni, Korkuteli ve Acıpayam Devlet Meteoroloji İstasyonlarının 1970-2016 yıllarını kapsayan 47 yıllık yağış verileri kullanılarak Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yöntemi ile meteorolojik kuraklık analizleri yapılmıştır (Şekil 6).





Şekil 6. Çalışma alanı çevresindeki meteoroloji istasyonlarının standartlaştırılmış yağış indeksi grafiği

Tefenni DMI'de 1979 ve 2009 yıllarında aşırı yağışlı yıl gözlenirken 1989 yılında ise aşırı kurak bir yıl yaşanmıştır. Aynı zamanda 22 yıl hafif kurak yıl gözlenirken 11 yılda hafif yağışlı yıl gözlenmiştir. Korkuteli DMI'de 2001 yılında aşırı yağışlı bir gözlenirken 1970, 1989, 1990 ve 2005 yıllarında çok aşırı kuraklık yaşanmıştır. Sözkonusu meteoroloji istasyonunda 19 yıl hafif kurak yıl gözlenirken 13 yılda hafif yağışlı yıl yaşanmıştır. Acıpayam DMI'de 2009 yılında aşırı yağışlı, 1981 yılında ise çok şiddetli yağışlı yıl gözlenirken 1977 yılında ise aşırı kurak bir yaşanmıştır. Sözkonusu meteoroloji istasyonunda 21 yıl hafif kurak yıl gözlenirken 16 yılda hafif yağışlı yıl yaşanmıştır (Şekil 7).

İncelenen meteoroloji istasyonları verileri bir bütün olarak değerlendirildiğinde genel olarak 1970, 1972, 1973, 1974, 1977, 1989, 1990, 1992 ve 2008 yıllarının kurak geçtiği buna karşın 1979, 2001, 2002, 2003, 2014 ve 2015 yıllarının ise yağışlı geçtiği belirlenmiştir.

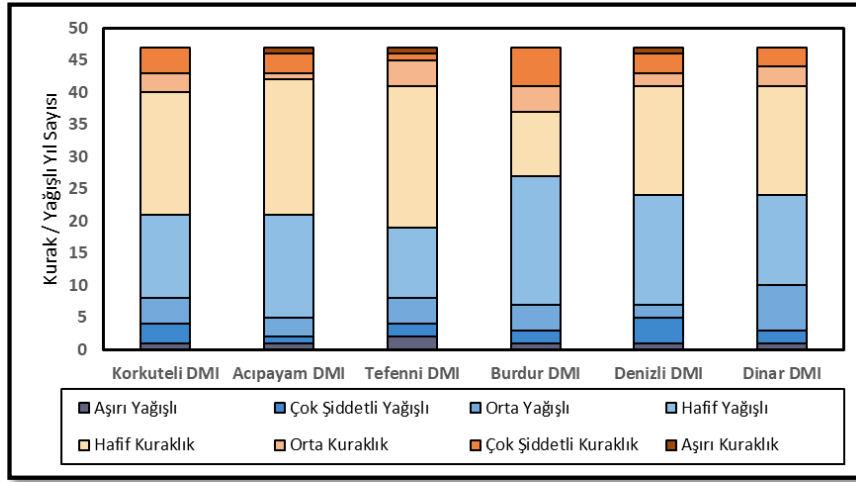
Denizli, Dinar, Burdur, Tefenni, Korkuteli ve Acıpayam Devlet Meteoroloji İstasyonlarında hesaplanan 12 aylık SYI değerleri ArcGIS yazılımında IDW interpolasyon yöntemi kullanılarak Çorak Gölü Havzasının kuraklık haritaları hazırlanmıştır. Bu amaçla meteoroloji istasyonlarındaki noktasal SYI değerlerinden 10x10m hücre boyutuna sahip grid formatta haritalar elde edilmiştir. 47 yıllık veri ile yıllık bazda 47 adet hazırlanan kuraklık haritalarından

önemli değişimlerin yaşandığı bazı yıllara ait olanları Şekil 8 ve 9'da sunulmuştur.

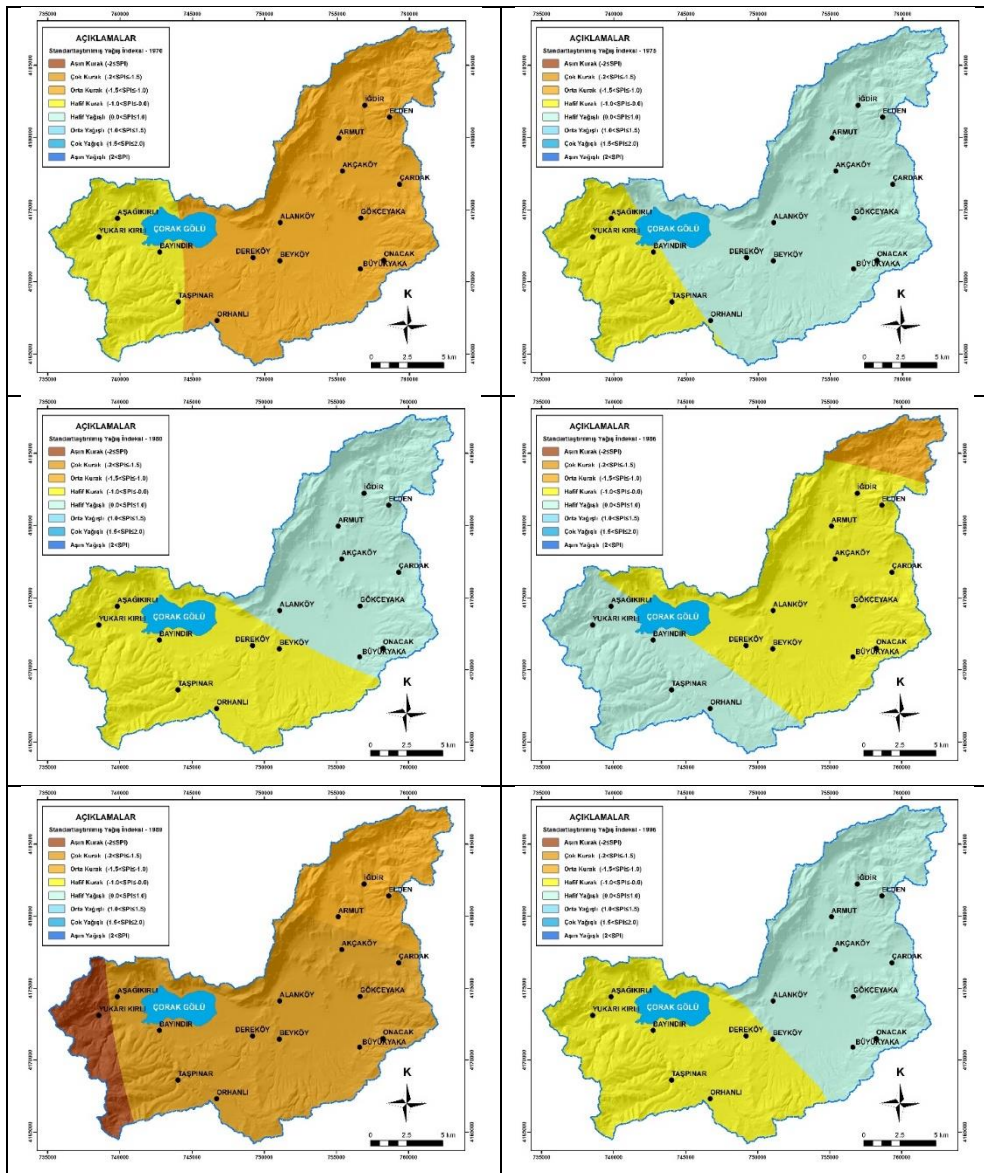
Çorak Gölü Havzasında SYI ile yapılan meteorolojik kuraklık analizinin yıllık alansal değişimleri incelendiğinde 1970 yılında havzanın %75,6'sında orta şiddetli kuraklık gözlenirken %24,4'ünde ise hafif kuraklık yaşandığı belirlenmiştir. 1971 yılı tüm havzada hafif yağışlı olarak geçmiştir. 1972 yılı yine yağışların azalması ile havzanın genelinde hafif kuraklık tespit edilmiştir. 1973 yılında ise kuraklık biraz daha artmış ve havzanın % 57.2'sinde orta kuraklık, % 42.8'inde hafif kuraklık izlenmiştir. 1974 yılı yine kuraklık hakim olup havzanın % 90.1'i hafif kuraklık hakim olmuştur. 1975 ve 1976 yıllarında yağışlarda gözlenen artış ile birlikte havza geneli hafif yağışlı belirlenmiştir. 1977 yılında havzanın %45,8'inde çok şiddetli kuraklık gözlenirken %54,2 sinde ise orta kuraklık yaşanmıştır. 1978 yılında havza geneli yine hafif yağışlıdır.

1979 yılında havzanın %99.99'unda çok şiddetli yağış gözlenirken 1980 yılında havzada yine hafif yağışlı ve hafif kurak dönemler hakim olmuştur. 1981 ve 1983 yıllarında havza genelinde hafif ve orta yağışlı dönemler izlenirken, 1982 ve 1984 yıllarında yağış azalmış ve hafif kurak dönemler hakim olmuştur. 1985 ve 1988 yılları hafif yağışlı geçmiş ancak, 1987 ve 1986 yıllarında hafif kurak dönemler hakim olmuştur.

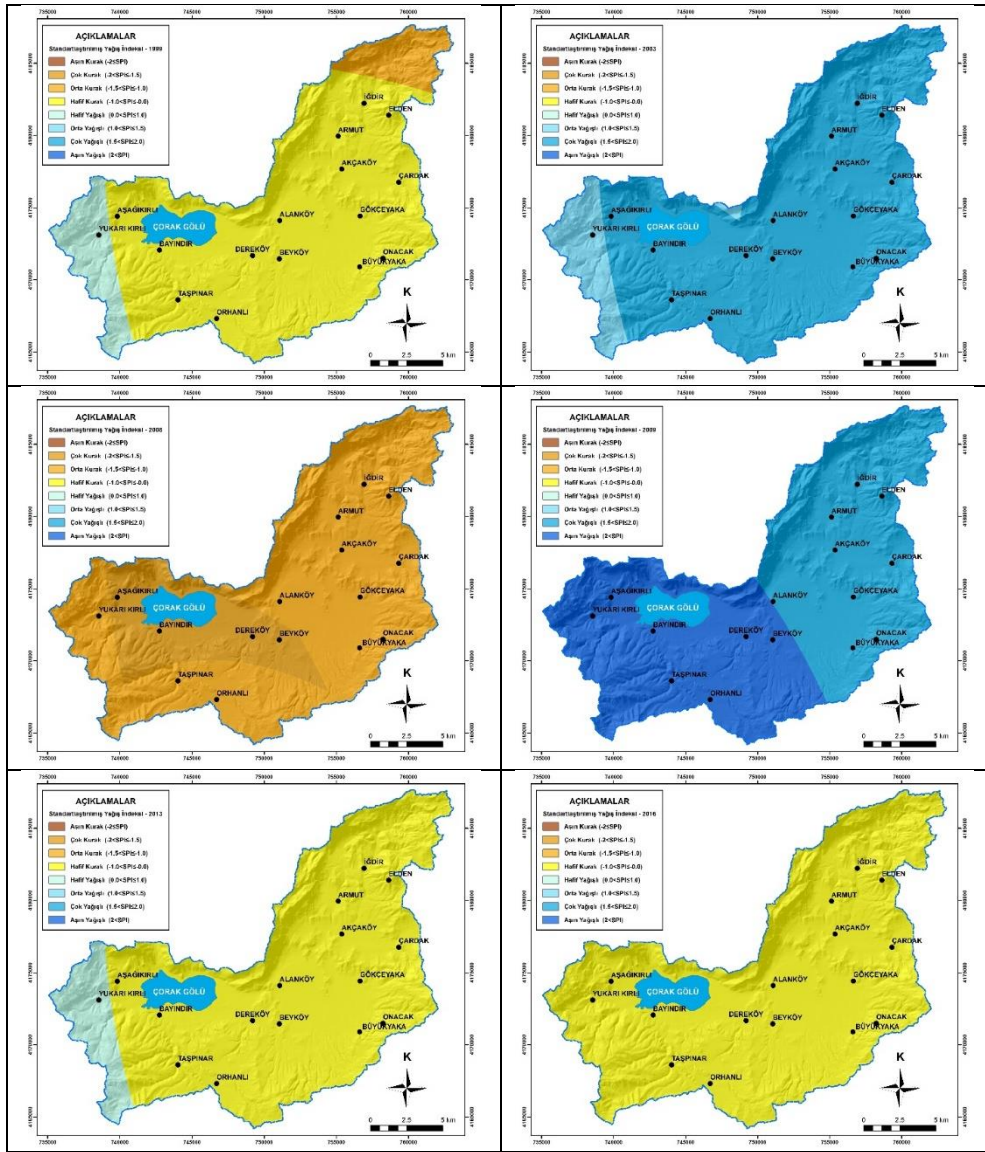




Şekil 7. Çalışma alanı çevresindeki meteoroloji istasyonlarındaki yağışlı/kurak yıl sayıları



Şekil 8. Çorak Gölü havzasının farklı yıllara ait meteorolojik kuraklık haritaları



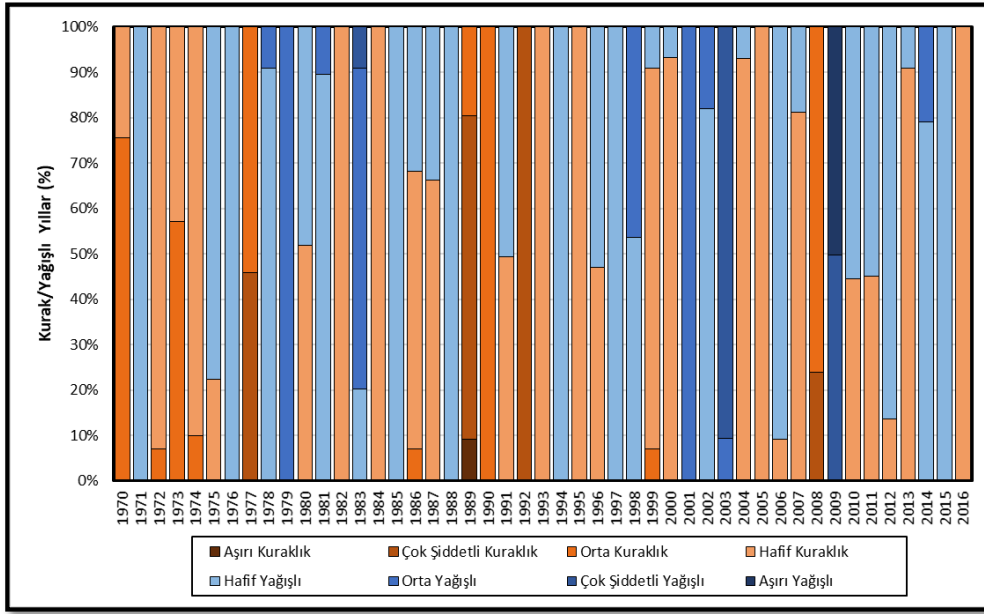
Şekil 9. Çorak Gölü havzasının farklı yıllara ait meteorolojik kuraklık haritaları

1989 ve 1990 yılları yağışların oldukça az olduğu ve orta, çok şiddetli ve aşırı kurak dönemlerin olduğu yıllardır. 1991 yılında ise yine havzanın % 50.6'sı hafif yağışlı belirlenmiştir. Ancak, 1992 yılında havzanın %99.99'unda çok şiddetli kuraklık yaşanmıştır. Havzanın tamamında 1993 ve 1995 yılları hafif kurak, 1994 ve 1997 yılları ise hafif yağışlıdır. 1998 yılı hafif ve orta yağışlı iken 1999 ve 2000 yıllarında yine hafif kurak dönem hakimdir. 2001 ve 2002 yılları hafif ve orta yağışlı dönemlerin, 2003 yılı ise çok şiddetli yağışlı dönemin hakim olduğu yıllardır. 2004, 2005, 2007 ve 2008 yıllarında yine hafif ve orta kurak dönemler izlenmiştir. 2006 yılı ise hafif yağışlı geçmiştir. 2009 yılında maksimum yağışlar ile birlikte havzanın 49.7'sinde çok şiddetli, 50.3'ünde ise aşırı yağışlı dönemler belirlenmiştir. 2010, 2011, 2012 ve 2013 yılları hafif kurak ve hafif yağışlı dönemlerin

yaşandığı yıllardır. 2014 yılında ise havzanın % 79'u hafif yağışlı, % 21'ise orta yağışlıdır. 2015 yılında havzanın tamamında hafif yağışlı dönem yaşanırken 2016 yılında ise yine havzanın tamamında hafif kurak bir yıl yaşanmıştır (Şekil 10).

## 5. Sonuçlar

Ülkemizde de özellikle son yıllarda yağışların azalmasına bağlı olarak su kaynaklarımızı tehdit eden en önemli etkenlerim başında kuraklık gelmektedir. Burdur Kapalı Havzasının bir alt havzası niteliğinde olan Çorak Gölü Havzasına ismini veren Çorak Gölü çok sığ bir göl olup iklimsel değişkenlere çok hızlı bir şekilde tepki vermektedir. Özellikle en önemli beslenme kaynağı yağış olan göl yağışlarda meydana gelen düşüşlerde hızlı bir şekilde kurumaktadır.



Şekil 10. Çorak Gölü Havzasında yaşanan yağışlı ve kurak yıllar

Kuraklığın etkilerinin en aza indirilebilmesinin en temel aşaması öncelikle geçmişten günümüze yaşanan kuraklıkların doğru olarak tanımlanarak gelecekteki olası kuraklıkların tahmin edilmesidir. Stratejik kuraklık yönetimi planlarının hazırlanması ile özellikle kurak dönemlerde su kaynaklarının daha efektif kullanımı ve nispeten az su tüketimine dayalı alternatif tarımsal ürün desenlerinin belirlenmesi ile kuraklığa adaptasyon sağlanabilir.

Bu çalışmada Çorak Gölü Havzasında gözlenen meteorolojik kuraklıkların zamansal ve konumsal analizi yapılmıştır. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yöntemi kullanılarak 1970-2016 yıllarını kapsayan 47 yıllık periyot için havza çevresindeki meteoroloji istasyonları bazında yapılan analizlerden elde edilen indeks değerleri Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında ArcGIS yazılımında enterpole edilerek havzadaki yağışlı ve kurak dönemlerin alansal dağılımları haritalandırılmıştır. Ayrıca hem meteoroloji istasyonları bazında hem de havza bazında yağışlı ve kurak geçen yıllara ait grafikler hazırlanmıştır. Buna göre Burdur DMİ'de 6 yıl çok şiddetli kuraklık yaşanırken Tefenni DMİ'de ise 1989 yılında çok aşırı kurak bir dönem yaşanmıştır. Denizli, Dinar, Burdur, Tefenni, Korkuteli ve Acıpayam Devlet Meteoroloji istasyonları bir bütün olarak değerlendirildiğinde ise genel olarak 1970, 1972, 1973, 1974, 1977, 1989, 1990, 1992 ve 2008 yıllarında kurak geçtiği buna karşın 1979, 2001, 2002, 2003, 2014 ve 2015 yıllarının ise yağışlı geçtiği belirlenmiştir.

Çorak Gölü Havzasında Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile yapılan meteorolojik kuraklık analizinin yıllık alansal değişimlerine göre 1982, 1984, 1993, 1995, 2005 ve 2016 yıllarında havzanın tamamında hafif kuraklık gözlenirken 1971, 1976, 1985, 1988, 1994, 1997 ve 2015 yıllarında hafif yağışlı bir dönem yaşanmıştır. Ayrıca 1989 yılında havzanın %9.1'inde

çok aşırı kuraklık yaşanırken 2009 yılında ise havzanın %50.3'ünden aşırı yağışlı ve %47.3'ünde ise çok şiddetli yağışlı bir dönem yaşandığı belirlenmiştir.

### Teşekkür

Bu çalışma, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 6. Bölge Müdürlüğü, Burdur İl Şube Müdürlüğü adına "Burdur İli Tescilli Sulak Alanları Yönetim Planı Hazırlanması ve Çorak Gölü Alt Havzası Biyolojik Çeşitlilik Araştırması Projesi ile Bu Alanlarla İlgili Kitapçık, Broşür ve Tanıtım Malzemeleri Hazırlanması Hizmet Alımı İşi" kapsamında yapılmış olup yazarlar, projeyi finansal olarak destekleyen Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na teşekkür ederler.

### Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

### Kaynaklar

- Anisfeld, S. C., 2010. Water Resources, Island Press, Washington, DC, USA, 89-95.
- Choi, M., Jacobs, J. M., Anderson, M. C., Bosch, D. D. 2013. Evaluation of drought indices via remotely sensed data with hydrological variables. Journal of Hydrology, 476, 265-273.
- Ketin, T., 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri. M.T.A. Derg. no. 66, s. 20-34, Ankara.
- Kissel, C., Poisson, A., 1986. Etude paléomagnétique préliminaire des formations néogènes du bassin

- d'Antalya (Taurides occidentales, Turquie). Comptes Rendu del'Académie des Sciences, 302,10, 711-716.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J., 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Ninth Conference on Applied Climatology (s. 233-236). Boston: American Meteorological Society.
- McKee, T., Doesken, N., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scale. Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology (s. 179-184). Anaheim, California: American Meteorological Society.
- Mishra, A. K., Singh, V. P., 2010. A review of drought concepts. Journal of Hydrology, 391 (1-2), 202-216.
- Orhan, O., 2014. Konya Kapalı Havzası'nda Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri İle İklim Değişikliği ve Kuraklık Analizi. Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray (yayınlanmamış).
- Piper, J.D. A., Gürsoy, H., Tatar, O., 2002. Palaeomagnetic evidence for the Gondwanian origin of the Taurides and rotation of the Isparta Angle, southern Turkey. Geology Journal, 37, 4, 317-336.
- Sırdaş, S., Şen, Z., 2003. Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması. İTÜ Mühendislik Dergisi, 2(2): 95-103
- Şener, Ş., Şener, E., 2018. Hydrogeological Characterisation of Çorak (Akgol) Lake Basin (Burdur, TURKEY), 9th International Symposium of the Eastern Mediterranean Geology (ISEMG 2018), Abstract Book, 7-11 May 2018, p.2.
- Şener, E., Şener, Ş., Davraz, A., 2012. Meteorological drought severity assessment in the Eğirdir Lake basin (Turkey) using remote sensing and GIS, International Earth Science Colloquium on the Aegean Region (IESCA-2012), 1-5 October 2012, İzmir, Turkey.
- Thom, H. C. S., 1966. Some Methods of Climatological Analysis. WMO Technical Note No. 81, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 63 p.
- Tuna, H., Malkoç, F., Yılmaz, Ö., 2009. Çoruh Havzasında SPI ile Kuraklık Analizi ve Çevresel Etkileri. Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri, 13-15 Kasım 2009, Trabzon, 114-129.
- Wilhite, D.A., Glantz, M.H., 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of Definitions. Water International, 10(3), 111-120.
- WMO, 1997. Extreme Agrometeorological Events, World Meteorological Organization, CagM-X Working Group, Geneva.
- Yağcı, B., 2007. İklim Değişikliği ve Kuraklık Analizi. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
- Yağmurlu, F., Poisson, A., Bozcu, A., Şentürk, M., 2007. Isparta Açısının tektonostratigrafik özellikleri ve petrol jeolojisi açısından irdelenmesi. Türkiye 16. Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongre ve Sergisi, Proceedings, s 10.