

KMÜ Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi

<https://dergipark.org.tr/pub/kmujens>

4(2), 161-178, (2022) © KMUJENS

e-ISSN: 2687-5071

<https://doi.org/10.55213/kmujens.1210753>



## Apa Barajında Kuraklık Analizi

### Drought Analysis at Apa Dam

Türker TUĞRUL<sup>1,\*</sup>, Mehmet Ali HINIS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rektörlük, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, Türkiye

*(Alındı: 27 Kasım 2022; Kabul edildi: 16 Aralık 2022)*

---

**Özet.** Doğal afetler arasında kuraklık, hem doğal hem de insan yapımı sistemler üzerinde uzun süreli etkiye sahip olmasından dolayı en zararlı olan afet olarak sınıflandırılmaktadır. Kuraklığın sebep olduğu sonuçlar arasında su kıtlığı, tarımsal kayıplar, hidroelektrik arzın azalması, depolanan su kaynakların kaybı, yangınlar, kıtlık, işgücünde veya üretkenlikte azalma kitlesel göçler sayılabilir. Dünyada meydana gelen afetlerin yol açtığı zararların yaklaşık %20'sinin kuraklıktan meydana geldiği raporlanmaktadır. Kuraklık sebebiyle meydana gelen zararların azaltılabilmesi ve kuraklığa karşı hazırlıklı olabilmek için kuraklığın takip edilmesi ve izlenmesi son derece önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Konya Apa Barajı bölgesinde Normalleştirilmiş Yağış İndisi (NYİ) yöntemi kullanılarak kuraklık analizi yapılmıştır. 1955-2020 yılı arasındaki aylık toplam yağış verisinden faydalanılarak NYİ'nin 1, 3, 6, 9, 12, 24 aylık zaman adımları ayrı ayrı incelenmiş olup, bölgede sırasıyla 85, 41, 34, 26, 13, 7 kuraklık tespit edilmiştir. Sonuçlar arasında, aşırı kuraklıklara ait bulgular dikkat çekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuraklık, Apa Barajı, NYİ.

---

---

**Abstract.** Among natural disasters, drought is classified as the most damaging because it has long-lasting effects on both natural and man-made systems. Consequences of drought include water shortages, agricultural losses, reduced hydroelectric supply, loss of stored water resources, fires, famine, reduced workforce or productivity, mass migrations. It is reported that approximately 20% of the damages caused by disasters in the world are caused by drought. It is paramount of important to follow and monitor the drought to reduce the damage caused by drought and to be prepared for drought.

In this study, drought analysis was performed using the Standardized Precipitation Index (SPI) method in the Konya Apa Dam. Using the monthly total precipitation data between 1955 and 2020, the 1, 3, 6, 9, 12 and 24 monthly time steps of the SPI were examined separately and 85, 41, 34, 26, 13, 7 drought events were detected in the region, respectively.

**Key words:** Drought, Apa Dam, SPI.

---

## 1. Giriş

Su, canlı hayatının devamı için en önemli gerekliliklerin başında gelen ancak son yıllarda meydana gelen küresel çaptaki atmosferik değişimlerden dolayı bölgesel olarak kullanılabilir miktarı değişmeye başlayan bir kaynaktır. Özellikle endüstri devriminden sonra, suya olan ihtiyacın artması ve kullanılabilir suya erişimin azalması sebebiyle su kaynaklarının daha iyi planlanmasına ve yönetilmesine ihtiyaç vardır. Kuraklık, su yönetimine etki eden birçok unsur arasından en dikkat çekici olanlardan birisidir.

Ortalama yağış miktarından belli bir süre boyunca görülen azalma olarak tanımlanan kuraklık, doğadaki başlangıcının bilinemeyişi ve geniş alanlara kısa zamanda yayılıp etkisi altında bırakabilmesi sebebiyle sinsi bir felaket olarak nitelendirilmektedir [11]. Disipliner bakış açılarına dayalı olarak kuraklık dört genel kategoriye ayrılabilir 1) Meteorolojik kuraklık; 2) Hidrolojik kuraklık; 3) Tarımsal (Zirai) kuraklık; ve 4) Sosyo-ekonomik kuraklık [9]. Meteorolojik Kuraklık; yağış azlığı ile meydana gelen kuru dönemler için kullanılır. Tarımsal Kuraklık; mevcut yağışlardaki azalma ile ortaya çıkan

zemin nemindeki azalmanın tarım ürün ya da ürünleri üzerindeki etkileri için kullanılmaktadır. Hidrolojik Kuraklık; yağışın akışa geçmesi ile bu kaynaklardan beslenen göl, baraj, gölet gibi yüzeysel suların mevcut miktarındaki azalma ya da ihtiyaç duyulan miktarın altına inmesi ile meydana gelen durumları ifade etmektedir. Sosyo-ekonomik Kuraklık; su kaynaklarının miktarındaki eksilmeden dolayı bunlara bağlı olarak ekonomik ürünlerde arz talep dengesi durumunun bozulmasıyla ortaya çıkan durumlar için ifade edilmiştir [6, 10-12, 16]. Normalde meteorolojik bir kuraklığın meydana gelmesini önlemek için çok az şey yapılabilir, ancak hidrolojik ya da tarımsal bir kuraklığın etkisini önlemek veya azaltmak için önlemler alınabilir [2]. Birçok bilim adamı, hidrolojik yönelimli ekonomik, sosyal ve ekolojik kuraklık etkileriyle olan hayati bağlantısı nedeniyle hidrolojik kuraklığın daha fazla ilgiyi hak ettiğini savunmaktadır [4, 13]. Bu kuraklıklar arasında hidrolojik kuraklığın meydana gelmesi en yaygın ve en yavaş olanı olup, süresi genellikle diğer kuraklıklardan daha uzun olma eğilimindedir [17].

Günümüzde kuraklık; sadece bilim insanlarının uğraş alanı değil, alınacak önlemlerin etkili olabilmesi için yerel halkın, politikacıların, üst düzey kurum ya da kuruluşların beraber hareket etmesini gerektiren bir uğraş haline gelmiştir. Bundan dolayı kuraklıkları izleme, takip etme ve mümkünse tahmin etme ihtiyacı doğmuş, akabinde farklı disiplinlerdeki bilim insanları tarafından çalışmalar yapılmıştır. Kısa, orta ve uzun vadede mevcut suyun korunması ve ileri zamanlardaki tahminleri için birçok bilimsel teknikler geliştirilmiştir.

Literatürde, bununla ilgili olarak yapılan çalışmaların öncüsü Palmer [14] olmuştur. Palmer [14] tarafından geliştirilen Palmer Kuraklık Şiddet İndisi (PKŞİ), toprak nemi ile beraber yağış verisinden yararlanarak, bir indis sonucu ile kuraklıkları anlayabilmemize olanak sağlamıştır. Daha sonra 1990'lı yılların başında McKee ve ark. [12] tarafından Normalleştirilmiş Yağış İndisi (NYİ) geliştirilmiştir. NYİ, hesaplanırken sadece yağış verisi kullanması ve farklı zaman adımlarında (1, 3, 6, 9, 12, 24 aylık) hesaplanan değerlerin bütün bölgelere uygulanabilmesi, hesap ve yorumlama kolaylıklarına sahip olması ile dünyada en fazla tercih edilen kuraklık indislerinden birisi olmuştur.

Doğan ve ark. [5], Konya Kapalı havzasında, içinde NYİ ve Efektif Kuraklık İndisininin (EKİ) [3] yer aldığı birkaç kuraklık indis sonuçlarını birbiriyle kıyaslamış, elde ettiği

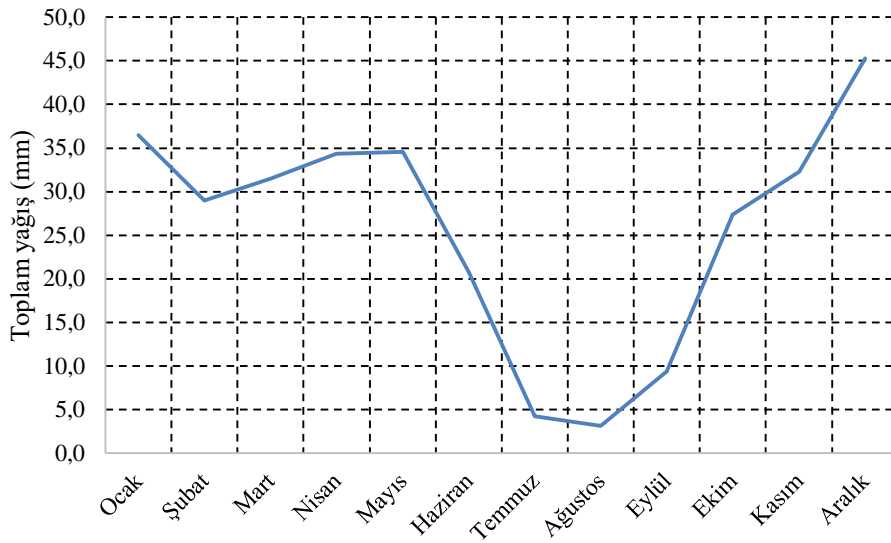
bulgularında EKİ'nin diğerlerine göre daha kapsamlı bir sonuç verdiğini söylemişlerdir. Bütünleşik Kuraklık İndisi (BKİ) ve NYİ ile Aksaray'da bir çalışma yapan Hınıs [11], kuraklık analizinde; yağış, sıcaklık, ölçülebilen açık hava buharlaşması ve akım verisinden yararlanmış, bölgedeki kuraklıklar hakkında detaylı bilgi vermiş, elde ettiği sonuçları birbirleriyle kıyaslamıştır. Sonuçlarında, NYİ metodu ile yapılan analizlerde 1 aylık yağış toplamı ile yapılan NYİ1 sonuçlarının, akım verisi ile daha iyi uyum gösterdiğini ifade etmiştir. Seyhan-Ceyhan Nehir Havzalarında çalışma yapan Veysel ve ark. [7], sırasıyla, meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkları ifade eden NYİ ve Akım Kuraklık İndisi (AKİ) ile bölgedeki kuraklık karakterizasyonunu belirlemiş, bu analizlerde 14 farklı istasyondan akım ve yağış verisi kullanmış, her iki yönteme göre kuraklıkların mekânsal ve zamansal dağılımını haritalarla ortaya koymuştur. Sonuçlarında, NYİ ile yapılan analizde, havzanın orta ve güney kesimlerinde aşırı kuraklıklarının tespit edildiğini, AKİ ile yapılan analizde ise, bölgenin kuzey batısında aşırı kuraklıkların görüldüğünü, 1972 yılında NYİ'de en düşük indis değerlerinin tespit edildiğini, AKİ değerlerinde ise 2001 yılında en düşük indis değerlerinin tespit edildiğini dile getirmişlerdir. Kuraklık karakterizasyonu için Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni seçen Tuğrul ve ark. [15], bölgedeki 8 istasyondan elde ettikleri verilerle EKİ'dan yararlanarak bölgede kapsamlı bir kuraklık analizi yapmışlardır. Toplamda 154 kuraklık tespit edilirken, analiz için aylık toplam yağış verisinden yararlanmışlardır. 1960-2016 yılları arasını kapsayan zaman diliminin, yaklaşık %19'unda kuraklıkların meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Geçmişteki kuraklık olaylarını incelemek, tespit etmek ya da araştırmak, gelecekteki olası eğilimlerin ve değişikliklerin habercileri olmakla beraber, olası tehditlere karşı alınacak önlemlere karşı yardımcı olabilecek unsurlardır. Bu nedenle, her geçen gün önemi artan su kaynaklarının planlanmasında, kuraklık analizlerinin rolü oldukça fazladır. Sonuç olarak bu çalışmanın amacı; Konya Kapalı Havzası'nda yer alan Apa Barajı'ndaki kuraklıkların literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden olan NYİ yöntemi ile tanımlayabilmek, kurak geçen süreleri tespit edebilmek ve ileriye yönelik projeksiyonlarda olası tehditlere karşı kullanılabilecek kuraklık sonuçlarını ortaya çıkarabilmektir.

## 2. Materyal ve Metod

### 2.1. Çalışma Alanı ve veri

Bu çalışmada, çalışma bölgesi olarak Konya Kapalı havzası içinde yer alan Apa Barajı bölgesi seçilmiştir (Şekil 3). Apa Barajı Konya şehir merkezine ortalama 70 km., Konya'nın Çumra ilçesine ortalama 25 km uzaklıkta olup, 37°35'97" Kuzey 32°54'54" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Bu baraj, toprak dolgu tipinde olup 1960'lı



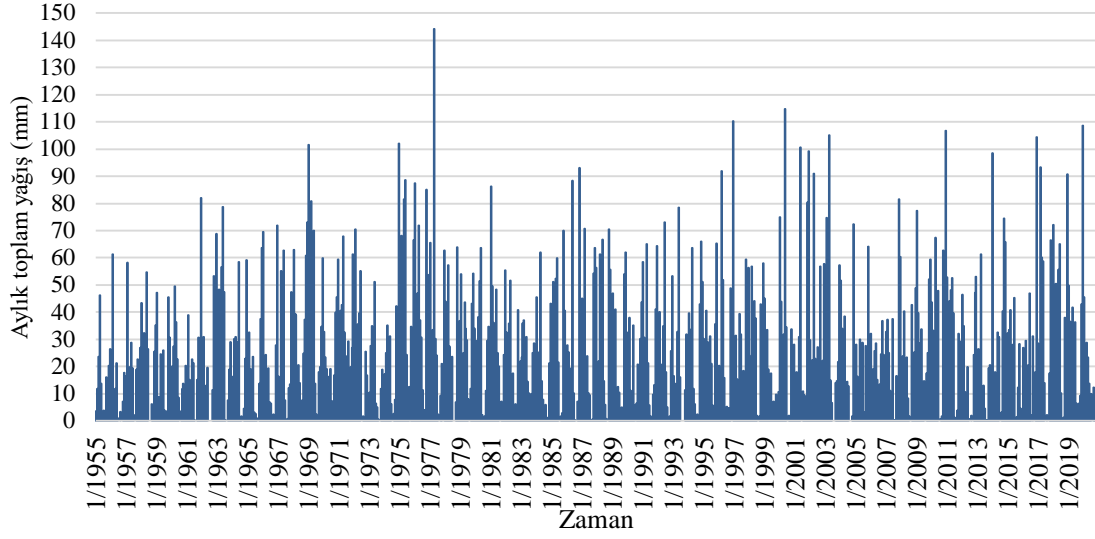
Şekil 1. 1955-2020 yılları arasındaki aylık ortalama yağış değerleri (mm)

yıllarda inşaatı tamamlanmış ve ardından işletilmeye alınmıştır. Çarşamba suyu üzerine kurulan barajın genel amacı, Konya Ovasında verimli topraklara sahip olan Çumra ilçesinin ve çevre bölgelerinin tarımsal sulanmasına yardımcı olmak ve taşkınlara karşı önlem almaktır. Denizden ortalama 1014 m. yükseklikte olup, yüzeysel alanı yaklaşık 12,61 km<sup>2</sup>'dir [1]. Yağış verileri, baraja en yakın üç farklı istasyondan alınan aylık toplam yağış verilerinin ortalaması alınarak oluşturulmuştur. Bu veriler 1955-2020 yılları arasında kapsamaktadır. Bu verilere ait bilgiler ve Şekil 1, Şekil 2 ve Tablo 1'de gösterilmiştir.

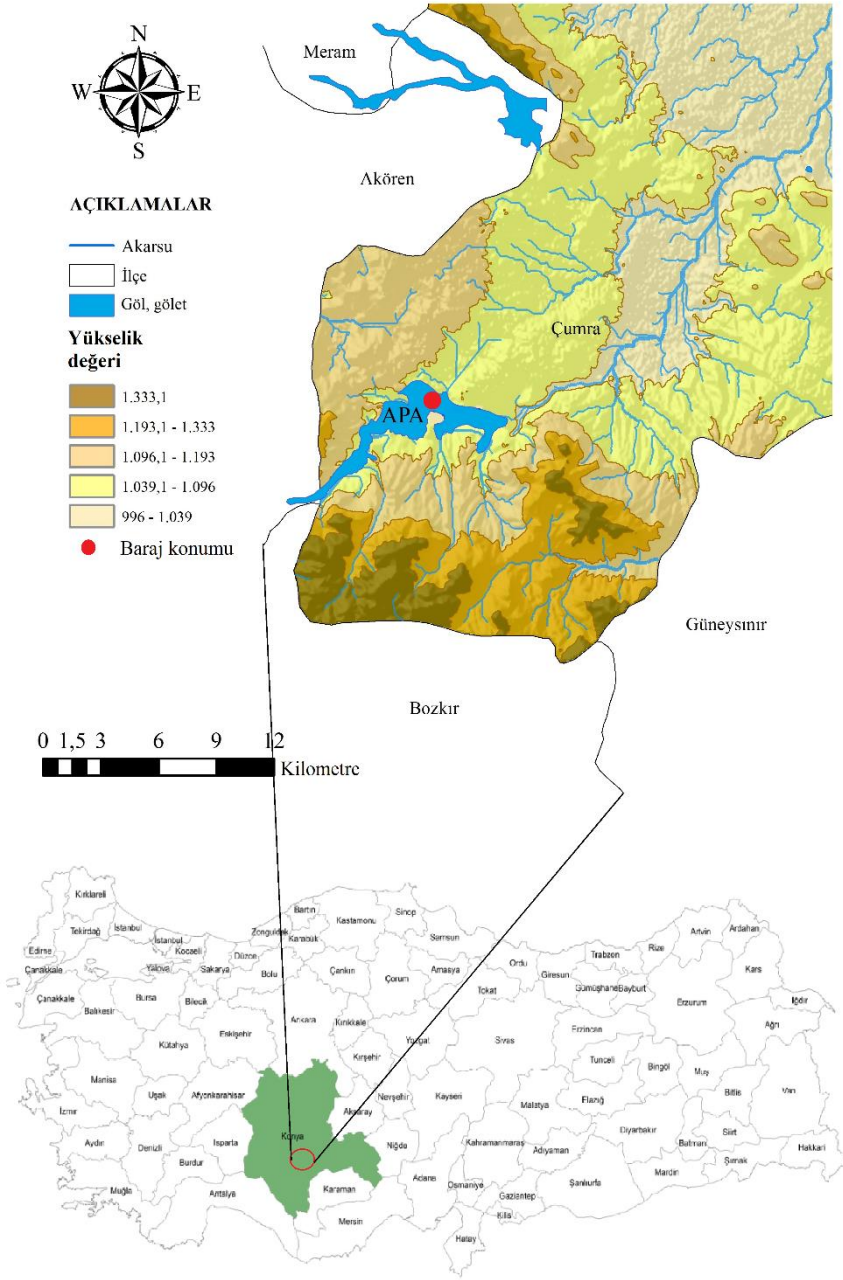
Tablo 1. Yağış verisi istatistiksel özellikleri

| Eki. | Kas. | Ara. | Yıl. | Oca. | Şub. | Mart | Nis. | May. | Haz. | Tem. | Ağu. | Eyl. |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

|           |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |     |     |      |
|-----------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| Ortalama  | 27,4 | 32,3 | 45,3 | 308,3 | 36,5 | 29,0 | 31,5 | 34,3 | 34,6 | 20,8 | 4,2 | 3,1 | 9,4  |
| S. Sapma  | 20,7 | 22,6 | 28,5 | 75,9  | 23,1 | 16,0 | 19,7 | 26,7 | 24,5 | 16,7 | 5,8 | 5,1 | 11,3 |
| Çarpıklık | 0,8  | 0,7  | 0,6  | 0,3   | 0,9  | 0,7  | 1,2  | 1,5  | 1,3  | 1,1  | 1,9 | 3,0 | 2,0  |



Şekil 2. Aylık toplam yağış verisi



Şekil 3. Apa Barajı fiziki haritası

## 2.2. Normalleştirilmiş Yağış İndisi (NYİ)

Literatürde, kuraklık indisleri arasında sıklıkla tercih edilen NYİ, McKee ve ark. [12] tarafından geliştirilmiştir. NYİ hesabı için en az 30 yıllık veri gereklidir ama genellikle 50 yıllık kayıtlar önerilir [8]. Hesaplanması temel olarak normal dağılıma uymayan yağış

verisinin önce Gamma dağılımına uyduğu varsayılır ve olasılık fonksiyonu hesaplanır. Sonrasında ise Gamma dağılımı eklenik olasılıkları değerlerinden Normal dağılıma geçişi sağlanarak, standart normal değişkenler elde edilerek indis değerleri bulunur. Kolay hesaplanabilirliği ve 1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 48 aylık yağış toplamları kullanılarak farklı zaman aralıklarındaki değerlerinin hesaplanmasına mümkün kıldığından dolayı; NYİ, literatürdeki en yaygın kuraklık indis hesaplama yöntemleri arasında yer almaktadır. Hesaplanmasında aşağıdaki sıralama izlenir. Öncelikle Denklem 1 ile  $g(x)$  olasılık fonksiyonu hesaplanır.

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

Sonrasında maksimum olabilirlik yönteminden faydalanılarak,  $\alpha$  (şekil) ve  $\beta$  (ölçek) parametreleri Denklem 2 ile tahmini edilir.

$$a = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \text{ ve } \beta = \frac{\bar{x}}{a} \quad (2)$$

Çarpıklık değeri  $\alpha$ 'ya göre değişebilir. Bu nedenle  $\alpha$  parametresi büyüdükçe dağılım normal dağılıma doğru yakınlık gösterir. Denklem 3'de,  $n$  toplam gözlem sayısıdır.

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln x}{n} \quad (3)$$

Sonrasında elde edilen tüm değerler denklem 4'de olasılık fonksiyonunu oluşturmakta kullanılır.

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (4)$$

$x$ 'in sıfır değeri için Gamma fonksiyonu tanımsızdır. Sıfır olan toplam yağış değerleri  $n$ 'i gösterilir ise  $q=n/m$  ile sıfır yağışların olasılıkları hesaplanır. Böylece sıfır yağışlı günlerde de dahil olmak üzere kümülatif (eklenik) olasılık değerleri  $H(x)$  Denklem 5'te gösterildiği gibi hesaplanır.

$$H(x) = q + 1(1 - q)G(x) \quad (5)$$

Elde edilen sonuçlar, Tablo 2'de verilen kuraklık kategorilerine göre değerlendirilir [12].

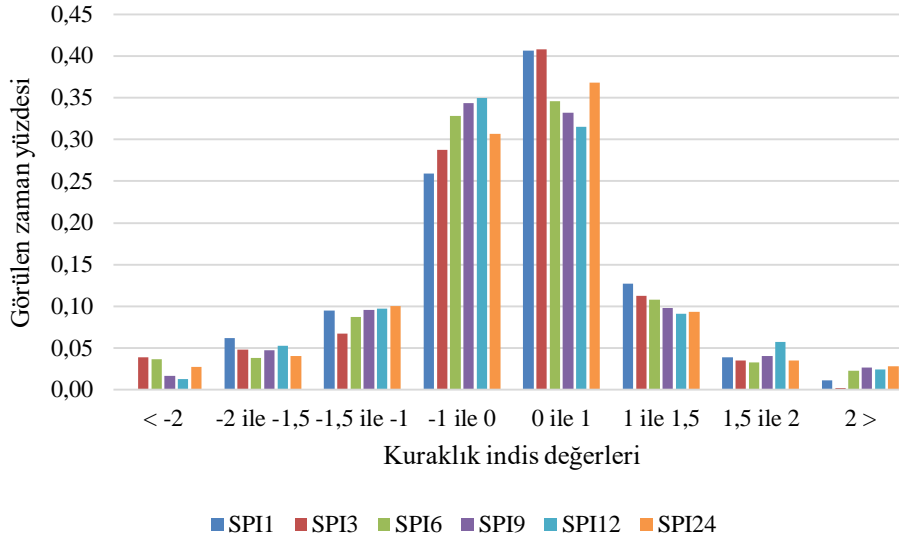


Tablo 2. NYİ sonuçlarına göre kuraklık kategorileri [12]

| NYİ Değeri        | Kategorisi     |
|-------------------|----------------|
| $\geq (2)$        | Aşırı Sulak    |
| (1,50) - (1,99)   | Şiddetli Sulak |
| (1,00) - (1,49)   | Orta Sulak     |
| (0) - (0,99)      | Az Sulak       |
| (-0,99) - (0)     | Az Kurak       |
| (-1,49) - (-1,00) | Orta Kurak     |
| (-1,99) - (-1,50) | Şiddetli Kurak |
| $\leq (-2)$       | Aşırı Kurak    |

### 3. Bulgular

Bu bölümde kuraklık analizinden elde edilen NYİ1, NYİ3, NYİ6, NYİ9, NYİ12 ve NYİ24 sonuçları verilmiştir. Tespit edilen tüm sonuçlar Şekil 4’de histogram şeklinde özetlenmiştir.



Şekil 4. Tespit edilen kuraklıkların gözlenen zamana göre dağılımı

Şekil 4 incelendiğinde; aşırı kurak (-2 ve daha küçük) değerlerin NYİ1’de bulunmadığı görülmüştür. NYİ3 için bütün zamanların %3,9’u, NYİ6 için %3,7’si, NYİ9 için %1,7’si, NYİ12 için %1,3 ve NYİ24 için %2,7’si aşırı kurak olarak hesaplanmıştır.

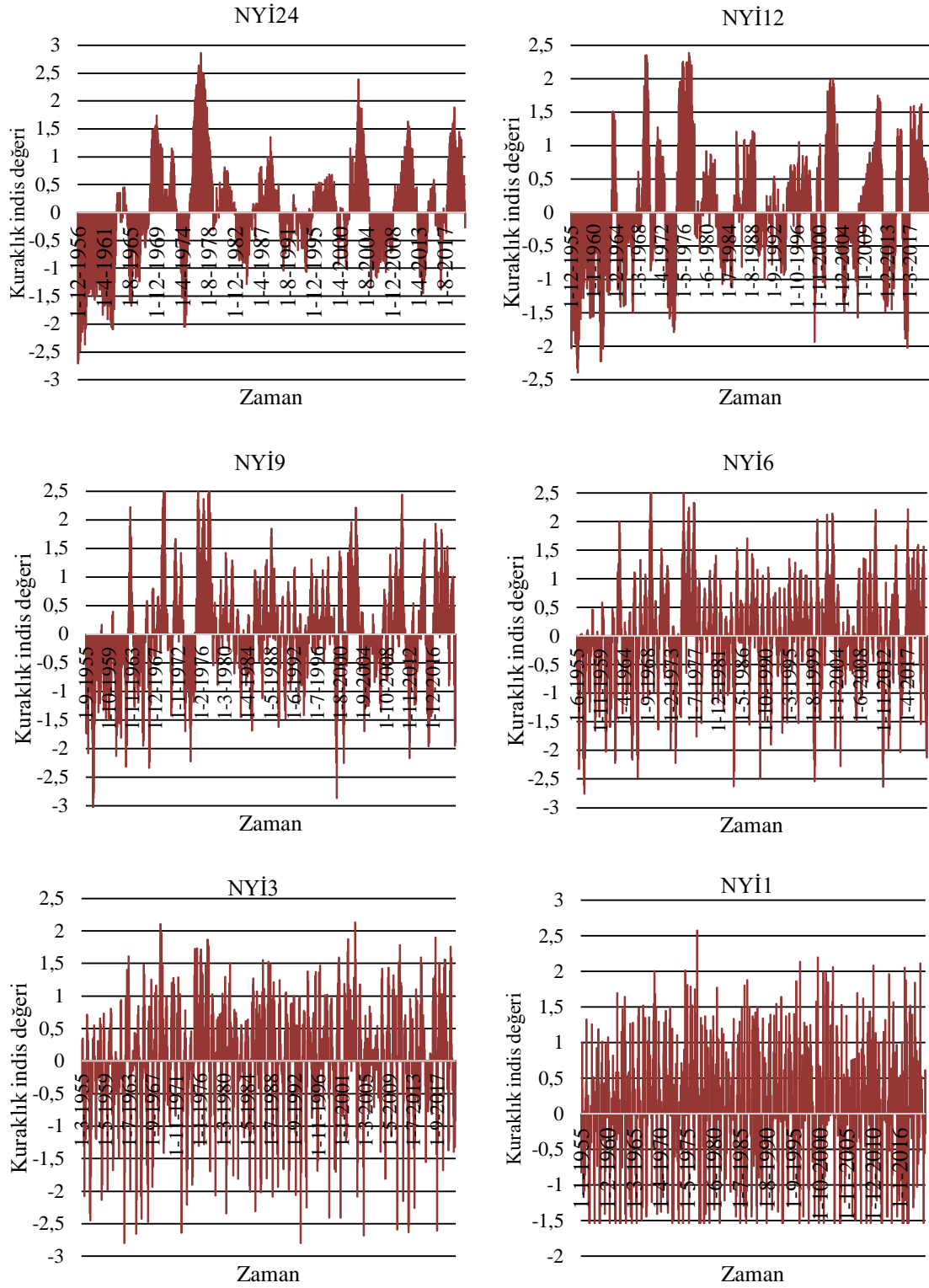
Şiddetli kurak ( $-2 < z < -1,5$ ) dönemlerde, NYİ1 için tüm zamanların %6,2'si, NYİ3 için %4,8'i, NYİ6 için %3,8'i, NYİ9 için %4,7'si, NYİ12 için %5,2'si ve NYİ24 için %4'ü kurak olarak tespit edildiği Şekil 4'de gösterilmiştir.

NYİ9, NYİ12 ve NYİ24 ile yapılan analiz neticesinde tüm zamanların sırasıyla, %9,6; %9,7; %10'u kurak olarak belirlenirken, orta kurak olarak bulunan bu kuraklıklar, kategorisinin en fazla yüzdelerini oluşturmaktadır.

Az kurak kategorisinde ise ( $-1 < z < 0$ ), tüm zaman adımlarında tespit edilen zaman yüzdeleri %25'in üzerindedir. Bu sınıfta en yüksek yüzdeye sahip olan değer NYİ12 için %35'tir.

Az sulak ve az kuraklık sınıflandırmasının bütün kuraklık indisleri (NYİ1, NYİ3, NYİ6, NYİ12 ve NYİ24) için, en sık gözlemlenen zaman dilimi (az kurak dönemler için bütün gözlem süresinin %25 - %35 ve az sulak dönemler için bütün gözlem süresinin %31,5 - %40 arası) olduğu gözlenmiştir. Sulak dönemlere ait gözlemlerde ise orta sulak görülme sıklığı %12,8 - %9 arasında olduğundan orta sulak sınıflandırmanın gözlenme sıklığı orta kurak sınıflandırmanın görülme sıklığına göre biraz daha yüksektir. Şiddetli sulak zamanların görülmesi NYİ12 hariç ortalama olarak bütün zamanların %3,5'i olarak hesaplanmıştır. NYİ12 kuraklık indisinde bütün zamanların %5,8'i şiddetli sulak olarak sınıflandırılmıştır. Aşırı sulak sınıflandırmasında NYİ3 hariç bütün NYİ indislerinde bütün zamanların yaklaşık %2,5'inde görülmüştür. NYİ3 indisinde aşırı sulak zamanlar neredeyse görülmemiştir.

Her aya karşılık gelen indisler değerleri Şekil 5'de gösterilmiştir. Tespit edilen kuraklıkların kategorileri, kuraklıkların sayısı ve süresine ait bilgiler Tablo 3, 4, 5, 6, 7 ve 8'de belirtilmiştir.



Şekil 5. Tüm zaman adımlarında NYİ ile tespit edilen sonuçlar

Tablo 3. NYİ24'e ait özet bilgi

| NYİ24               |                         |                |                              |                           |                      |                 |
|---------------------|-------------------------|----------------|------------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|
| Kuraklık Kategorisi | Kurak geçen toplam süre | Kuraklık olayı | En uzun kuraklık süresi (ay) | Toplam Analiz Edilen Süre | Minimum İndis Değeri | Görüldüğü Tarih |
| Az kurak            | 1                       | 1              | 1                            | 769                       | -0,2694              | 1-12-2020       |
| Orta kurak          | 388                     | 4              | 140                          | 769                       | -1,0622              | 1-8-1994        |
| Şiddetli kurak      | 0                       | 0              | -                            | 769                       | -                    | -               |
| Aşırı kurak         | 177                     | 2              | 145                          | 769                       | -2,7089              | 1-12-1956       |
| Toplam              | 566                     | 7              |                              |                           |                      |                 |

Detaylarının Tablo 3'de verildiği, NYİ'nin 24 aylık yağışlarının toplamı ile yapılan analiz neticesinde, 769 ay için hesap yapılmış, bunların 566'sında kuraklık tespit edilmiştir. Şiddetli kuraklıkların tespit edilemediği NYİ24'de, toplam 566 kurak ay hesaplanmış, bunun da 177'si aşırı kurak sınıfında gerçekleşmiş, kesintisiz olarak 145 ayın da yine bu sınıfta kurak olduğu analiz edilmiş, indisin değerinin minimum 1-12-1956 tarihinde -2,7089'a ulaştığı belirlenmiştir.

Tablo 4. NYİ12'ye ait özet bilgi

| NYİ12               |                     |                |                              |                                |                      |                 |
|---------------------|---------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------|
| Kuraklık Kategorisi | Kurak geçen süreler | Kuraklık olayı | En uzun kuraklık süresi (ay) | Toplam Analiz Edilen Süre (ay) | Minimum İndis Değeri | Görüldüğü Tarih |
| Az kurak            | 118                 | 3              | 93                           | 781                            | -0,9903              | 1-11-1990       |
| Orta kurak          | 190                 | 5              | 90                           | 781                            | -1,1221              | 1-1-1985        |
| Şiddetli kurak      | 150                 | 3              | 78                           | 781                            | -1,5685              | 1-10-2007       |
| Aşırı kurak         | 106                 | 2              | 89                           | 781                            | -2,3936              | 1-2-1957        |
| Toplam              | 564                 | 13             |                              |                                |                      |                 |

781 ay analiz süresinin olduğu, NYİ12 için toplamda 564 kurak ay tespit edilmiş olup, bunların kesintisiz olarak en uzun süreni 93 ay ile az kurak kategorisinde ve minimum indis değerinin 1-11-1990 tarihinde -0,9903'e ulaştığı Tablo 4'de açıkça ifade edilmiştir. Ayrıca, toplam kuraklık süresinin 106'sını aşırı kuraklıklar oluşturmuş olup, bunların 89'u kesintisiz olarak devam etmiştir. Bu kategoride minimum indis değeri 1-2-1957 tarihinde -2,3936'dır.

9 aylık yağışların toplamı ile elde edilen NYİ'ye ait özet bilgiler Tablo 5'te verilmiştir. Bu tabloya göre; 784 aylık analiz süresinin 579'unda kuraklık tespit edilmiştir. Toplam kurak sürenin yaklaşık olarak %43'ü (246 ay) aşırı kuraktır.

Tablo 5. NYİ9'a ait özet bilgi

| NYİ9                |                     |                |                              |                                |                      |                 |
|---------------------|---------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------|
| Kuraklık Kategorisi | Kurak geçen süreler | Kuraklık olayı | En uzun kuraklık süresi (ay) | Toplam Analiz Edilen Süre (ay) | Minimum İndis Değeri | Görüldüğü Tarih |
| Az kurak            | 107                 | 12             | 28                           | 784                            | -0,8843              | 1-12-1978       |
| Orta kurak          | 56                  | 3              | 33                           | 784                            | -1,4152              | 1-2-1994        |
| Şiddetli kurak      | 170                 | 5              | 63                           | 784                            | -1,6983              | 1-10-2014       |
| Aşırı kurak         | 246                 | 6              | 91                           | 784                            | -3,0348              | 1-11-1956       |
| Toplam              | 579                 | 26             |                              |                                |                      |                 |

Bu kategoride aynı zamanda kesintisiz olarak en fazla kuraklık süresi (NYİ9 için 91 ay) hesaplanmıştır. Bu kategoride minimum indis değerinin 1-11-1956 tarihinde -3,0348 ulaştığı Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 6. NYİ6'ya ait özet bilgi

| NYİ6                |                     |                |                              |                                |                      |                 |
|---------------------|---------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------|
| Kuraklık Kategorisi | Kurak geçen süreler | Kuraklık olayı | En uzun kuraklık süresi (ay) | Toplam Analiz Edilen Süre (ay) | Minimum İndis Değeri | Görüldüğü Tarih |
| Az kurak            | 68                  | 10             | 18                           | 787                            | -0,6130              | 1-10-1986       |
| Orta kurak          | 50                  | 6              | 14                           | 787                            | -1,4988              | 1-12-2000       |
| Şiddetli kurak      | 146                 | 9              | 44                           | 787                            | -1,9009              | 1-10-1991       |
| Aşırı kurak         | 314                 | 9              | 92                           | 787                            | -2,7618              | 1-11-1956       |
| Toplam              | 578                 | 34             |                              |                                |                      |                 |

Toplam 578 ay kuraklık süresinin hesap edildiği NYİ6'da analiz edilen toplam süre 787 aydır. Bunların yarısından fazlası (314) aşırı kurak kategorisinde tespit edilmiştir. Yine kesintisiz olarak en uzun süren kuraklık (92 ay ile) bu kategoride hesaplanmış ve indis değerinin 1-11-1956 tarihinde -2,7618 ulaştığı Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 7. NYİ3'e ait özet bilgi

| NYİ3                |                     |                |                              |                                |                      |                 |
|---------------------|---------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------|
| Kuraklık Kategorisi | Kurak geçen süreler | Kuraklık olayı | En uzun kuraklık süresi (ay) | Toplam Analiz Edilen Süre (ay) | Minimum İndis Değeri | Görüldüğü Tarih |
| Az kurak            | 29                  | 4              | 8                            | 790                            | -0,6955              | 1-9-1997        |
| Orta kurak          | 51                  | 8              | 16                           | 790                            | -1,4171              | 1-8-1969        |
| Şiddetli kurak      | 130                 | 12             | 44                           | 790                            | -1,9234              | 1-10-1984       |
| Aşırı kurak         | 347                 | 17             | 95                           | 790                            | -2,803               | 1-8-1962        |
| Toplam              | 557                 | 41             |                              |                                |                      |                 |

NYİ3 için elde edilen bulgulara Tablo 7'de yer verilmiştir. 790 ayın analiz edildiği NYİ3'te kurak geçen süre 557 ay olarak hesaplanmıştır. En uzun ve kesintisiz kuraklık aşırı kurak kategorisinde (95 ay) bulunmuş ve indis değerinin 1-8-1962 tarihinde -2,803'e ulaştığı tespit edilmiştir.

Tablo 8. NYİ1'e ait özet bilgi

| NYİ1                |                     |                |                              |                                |                      |                 |
|---------------------|---------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------|
| Kuraklık Kategorisi | Kurak geçen süreler | Kuraklık olayı | En uzun kuraklık süresi (ay) | Toplam Analiz Edilen Süre (ay) | Minimum İndis Değeri | Görüldüğü Tarih |
| Az kurak            | 43                  | 22             | 5                            | 792                            | -0,0638              | 1-3-1992        |
| Orta kurak          | 222                 | 29             | 23                           | 792                            | -1,4875              | 1-7-2007        |
| Şiddetli kurak      | 251                 | 34             | 18                           | 792                            | -1,5393              | 1-7-1974        |
| Aşırı kurak         | 0                   | 0              | -                            | 792                            | -                    | -               |
| Toplam              | 516                 | 85             |                              |                                |                      |                 |

Aşırı kuraklık kategorisinde herhangi bir kuraklık tespit edilemeyen NYİ1'e ait özet bilgiler Tablo 8'de gösterilmiştir. Toplamda 516 kurak ay tespit edilen bu kategorinin çoğunluğunu orta kuraklıklar (222 ay) ve şiddetli kuraklıklar (251 ay) oluşturmaktadır. 23 aylık süre ile kesintisiz en uzun kuraklık orta kurak kategorisinde hesaplanmış olup, indis değerinin 1-7-1974 tarihinde 1,5393'e ulaştığı tespit edilmiştir.

#### **4. Tartışma ve Sonuç**

Bu çalışmada, geçmiş yıllardan bu yana Türkiye'nin tarım, sulama ve tahıl ambarı olarak nitelendirilen ve bu konularda en önemli illerden biri olan Konya'nın Çumra ilçesinde yer alan Apa Barajına ait yağış verisinden faydalanılarak NYİ yardımıyla meteorolojik kuraklıkların analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Aşırı kurak kategorisinde en fazla kuraklık, NYİ'nin 3 aylık zaman adımında (17 kuraklık), şiddetli kurak kategorisinde en fazla kuraklık, (34) NYİ1'de, orta ve az kurak kategorisinde en fazla kuraklık (sırasıyla 29, 22 kuraklık) NYİ'nin 1 aylık zaman adımında tespit edilmiştir. Toplamda da en fazla kuraklık (85 kuraklık) yine NYİ'nin 1 aylık zaman adımında tespit edilmiştir.
- Toplamda en fazla kuraklık süresi 579 ay ile NYİ9'da gerçekleşmiş olup, bununda 246'sı aşırı kuraktır.
- Kategori bakımından, en fazla kuraklık 388 ay ile orta kurak kategorisinde NYİ24'te gerçekleştiği belirlenmiştir. NYİ24 analiz süresi olarak en az süreye sahip olmasına (769 ay) rağmen, en fazla kurak geçen toplam süreye (388) sahip zaman adımıdır.
- Aşırı kurak kategorisinde; 347 ay ile en fazla kuraklık süresi NYİ3'de tespit edilmiş, ve onu 314 ay süreyle NYİ6 izlemiştir.
- Kesintisiz en uzun kuraklık süresi 145 ay ile aşırı kurak kategorisinde NYİ24'te bulunmuştur. NYİ24 aynı zamanda kuraklıkların (7) en az tespit edildiği zaman adımıdır.

Kullanılan metotlar açısından; her ne kadar popülerliğini hiç kaybetmeyecek bir yöntem olarak gözüken NYİ kullanılsa da, farklı kuraklık indis hesaplama yöntemlerinden faydalanılması ve bu yöntemlerde kullanılacak olan buharlaşma, sıcaklık gibi verilerin de eklenmesiyle beraber, bölgeye yakın birkaç istasyon daha yararlanarak bir kuraklık analizi çalışması yapılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

## **Teşekkür**

Yukarıda belirtilen tüm yazarlar, inceleyip onaylamış ve bu çalışmada eşit oranda katkı yapmıştır. Yazarlar, herhangi bir çıkar ilişkisinin meydana gelmediğini teyit etmektedir.

Etik izne bu çalışmada gerek yoktur. Bu çalışma, sorumlu yazar olan Türker Tuğrul'un doktora tezinden üretilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı Ankara Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'ne ücretsiz veri sağladığından ötürü teşekkürlerimizi arz ederiz. Bu çalışma, Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında 2022-010 nolu proje ile desteklenmiş olup, gerçekleşmesinde katkıda bulunan Aksaray Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

## **Kaynaklar**

- [1] Balık İ., et al., Some characteristics and size of carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) population in the Lake Karamık (Afyonkarahisar/Turkey), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 6(2), 117-122, (2006).
- [2] Barker L.J., et al., From meteorological to hydrological drought using standardised indicators, *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(6), 2483-2505, (2016).
- [3] Byun H.R., Wilhite D.A., Objective quantification of drought severity and duration, *Journal of Climate*, 12(9), 2747-2756, (1999).
- [4] Cloke H.L., Hannah D.M., Large-scale hydrology: advances in understanding processes, dynamics and models from beyond river basin to global scale Preface, *Hydrological Processes*, 25(7), 991-995, (2011).
- [5] Dogan, S., Berktaş A., Singh V.P., Comparison of multi-monthly rainfall-based drought severity indices, with application to semi-arid Konya closed basin, Turkey, *Journal of Hydrology*, 470-471, 255-268, (2012).



- [6] Dracup J.A., Lee K.S., Paulson E.G., On the Definition of Droughts. *Water Resources Research*, 16(2), 297-302, (1980).
- [7] Gumus V., Algin M., Meteorological and hydrological drought analysis of the Seyhan–Ceyhan River Basins, Turkey: Drought analysis of the Seyhan–Ceyhan River Basins, Turkey, *Meteorological Applications*, 24, 62-73, (2017).
- [8] Guttman N.B., Accepting the standardized precipitation index: A calculation algorithm. *Journal of the American Water Resources Association*, 35(2), 311-322, (1999).
- [9] Gümüş V., Akım Kuraklık İndeksi ile Asi Havzasının Hidrolojik Kuraklık Analizi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 65-73, (2017).
- [10] Heim R., A Review of Twentieth–Century Drought Indices Used in the United States, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83, (2002).
- [11] Hınıs M.A., Hydrometeorological Drought Analysis in Aksaray by Aggregate Drought Index, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 28(4), 711-721, (2013).
- [12] McKee T.B., Dosken N.J., Kleist J., The relationship of drought frequency and duration to time scales, in *Eight Conference on Applied Climatology*, Anaheim, California, 179-184, (1993).
- [13] Mishra A.K., Singh V.P., A review of drought concepts, *Journal of Hydrology*, 391(1-2), 204-216, (2010).
- [14] Palmer W.C., *Meteorological drought*, in US Department of Commerce, (1965).
- [15] Tugrul T., Dogan S., Dursun S., Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki İllerin Kuraklık Analizi, *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(4), 705-712, (2019).

[16] White D.H., Walcott J.J., The role of seasonal indices in monitoring and assessing agricultural and other droughts: a review, *Crop & Pasture Science*, 60(7), 599-616, (2009).

[17] Yu M.X., Liu X.L., Li Q.F., Responses of meteorological drought-hydrological drought propagation to watershed scales in the upper Huaihe River basin, China, *Environmental Science and Pollution Research*, 27(15), 17561-17570, (2020).