



İKİKARA HAVZASININ KURAK VE ISLAK DÖNEMLERİNİN BAZI KURAKLIK İNDİSLERİ YARDIMIYLA KARŞILAŞTIRILMASI

Özlem AKAR^{1*}

İrfan OĞUZ²

Kadri YÜREKLİ³

¹Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma İstasyonu Müdürlüğü

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

³Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

*e-mail: ookur79@hotmail.com

Alındığı tarih (Received): 31.07.2014

Kabul tarihi (Accepted): 17.10.2014

Online baskı tarihi (Printed Online): 31.03.2015

Yazılı baskı tarihi (Printed): 00.00.2015

Özet: Bu çalışmada, alanı 13.0 km² olan Yozgat - Sorgun İkikara Havzasında 1990 - 2004 su yıllarını içeren sürede düşen yağışlar kuraklık bakımından irdelenmiştir. Bu amaçla, Modifiye Fournier İndeksi (FI), Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndeksi (BGI), Erosivity İndeksi (EI) ve Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi kullanılarak ıslak ve kuru (kurak) süreler havza için tespit edilmiştir. Havzanın meteorolojik ıslak ve kuru yıllarında oluşan akımlardaki değişimler incelenmiştir. Ele alınan indeksler, havza akımları dikkate alınarak birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Ele alınan indekslerden Bagnouls – Gaussen İndeksi hariç diğer tüm indeksler meteorolojik kuraklık ile uyumlu şekilde hidrolojik kuraklığı nitelemişlerdir.

Anahtar Kelimeler: İkikara, Yağış, Akım, Kuraklık İndeksleri.

COMPARISON OF DRY AND WET PERIODS WITH THE HELP OF SOME DROUGHT INDEXES IN İKİKARA WATERSHED

Abstract: In this study Yozgat – Sorgun İkikara river basins rainfall were investigate for drought from 1990 to 2004 water years. For this purpose, the Modified Fournier Index (MFI), Bagnouls-Gaussen Drought Index (BGI), Erosivity Index (EI) and Standardized Precipitation Index (SPI) were used to determine wet and dry years. The variation of watershed flows which occurred in meteorologically dry and wet years was investigated. Indexes were compared with each other, taking into account for watershed flows. Except Bagnouls Gaussian Index, all indexes have described hydrological drought in accordance with meteorological drought.

Key Words: İkikara, Rainfall, Flow, Drought Indexes.

1. Giriş

Dünya nüfusunun artması, şehirleşme, iklim değişimleri, orman tahribatları, çölleşme sonucunda oluşan kuraklık; toplum, çevre ve ülkeleri tehdit eden boyutlara ulaşmaktadır. Özellikle sanayi devriminden sonra atmosfere kontrolsüzce yayılan sera gazları, gerek ozon tabakasını inceltmek gerekse atmosferin ısı tutma kapasitesini artırmak suretiyle yerküre üzerindeki sıcaklığın yükselmesine neden olmuştur. Küresel iklim değişikliklerine bağlı olarak dünya ölçeğinde hidrolojik döngüde önemli değişiklikler

(buzulların erimesi, kuraklık, sel, taşkın gibi ekstrem hava olayları (IPCC, 1996).) gözlenmeye başlanmıştır. Olağan dışı bir seyir izleyen bu doğal afetler bazen kurak olan bölgelerde şiddetli yağış olarak ortaya çıkarken bazen de sulak bölgelerde kuraklığa neden olmaktadır. Bu gerçeklerden dolayı 21 yy.'ın en temiz enerji kaynağı ve sağlıklı yaşamın vazgeçilmez parçası olan su dünden daha önemli konuma gelmiştir. Çölleşme Sözleşmesi'ndeki tanımlamalara göre, 'kuraklık', yağışın, normal düzeyinin oldukça

altında olduğunda ortaya çıkan ve arazi kaynakları üretim sistemlerini olumsuzca etkileyerek ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan, doğal oluşumlu bir olaydır. Türkeş (1998 ve 1999)'e göre kuraklık iklimsel değişimlerin neden olduğu geçici bir özelliktir; kurak ve yarı kurak bölgelerin yanı sıra, orta enlemlerin nemli-denizel iklimleri vb. diğer iklim bölgelerinde de oluşabilir (TEMA, 2001).

Kuraklık, iklim değişiminin bir sonucu olarak, gerek insanoğlu gerekse ekosistem için en ciddi problemlerden biri olarak gözükmektedir. Her ne kadar taşkın, fırtına gibi ani olarak ortaya çıkmıyor olsa da diğer doğal afetlerden daha fazla insanı tehdit eden ve yıllık genel zararı ortalama olarak 8-10 milyar doları bulan dünyanın en yüksek maliyetli afetlerindedir. (Wilhite, 2000). Kuraklık, tarımsal, hidrolojik ve meteorolojik kuraklık olarak sınıflandırılmaktadır. Tarımsal kuraklık; Agnew ve Warren (1996) tarafından topraktaki nem eksikliğinin sonucu olarak tarımsal üretimde önemli düşmelerin olduğu süreler olarak tarif edilmiştir. Hidrolojik kuraklık; yüzey ve yeraltı sularında meydana gelen seviye düşüşleri olarak belirtilmektedir (Palmer, 1965). Meteorolojik kuraklık ise belirli bir zaman periyodunda ortalamanın altında gözlenen yağışlı süreler olarak belirtilmektedir (Agnew, 1990).

Her üç tanıma göre de kuraklığın ana nedeninin yağışın ortalamanın altında olması durumunda meydana geldiği anlaşılmaktadır. Ancak tarımsal kuraklıkta diğerlerinden farklı olarak, yağışın yetersiz olduğu dönemde bitki yetiştirilen alanda yeterli toprak nemini (sulama ile) sağlandığı durumda kuraklıktan söz edilmemektedir. Ancak Doğu Karadeniz Bölgesi dışında ülkemizde, yağışın ortalamanın üzerinde olması durumunda bile, bitkisel üretimin yapıldığı dönemde bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu yağışlarla karşılamak hemen hemen imkânsızdır. Bu bakımdan ülkemizde talep edilen su ile yağışın zamana göre dağılımı genellikle uyum göstermediğinden, tarımsal kuraklık zararının önlenmesi için tarımsal üretimde sulama kaçınılmazdır.

Kuraklığın artması ile şehir ve ülke sınırlarını aşan nehirlerin kullanımı dahil bir çok uluslar arası, ulusal ve yerel su kaynağının paylaşımı ve yönetimi daha da zorlaşacaktır. Yavaş gelişmesi nedeniyle kuraklık, diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de farklı kuraklık indisleri ile sürekli olarak izlenmelidir. Bu amaçla dünyada kuraklığın izlenmesi için çeşitli indeksler ve indikatörler geliştirilmiştir. Son yıllarda farklı

zaman ölçeklerinde elde edilen Modifiye Fournier İndeksi (FI), Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndeksi (BGI), Erosivity İndeksi (EI) ve Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) yer üstü su kaynaklarında da kuraklık takibi çalışmalarında kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada, İkikara Deresi Havzasında 1990 - 2004 su yıllarını içeren sürede düşen yağışlar kuraklık bakımından irdelenmiştir. Bu amaçla, Modifiye Fournier İndeksi (FI), Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndeksi (BGI), Erosivity İndeksi (EI) ve Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi kullanılarak ıslak ve kuru (kurak) süreler havza için tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma havzası temsili bir havza olup, Kızılırmak havzası içerisinde yer almaktadır. Havza içerisinde İkikara, Bağlarbaşı ve Büyükkışla köyleri bulunmaktadır. İkikara Havzası Sorgun İlçesine 3.0 km, Yozgat iline ise 37.0 km uzaklıktadır. İkikara Havzası 13.0 km² olup, akım ölçme istasyonunun rakımı 1095 m'dir. Savak 39°55'00" kuzey enlem ve 35°10'00" doğu boylamının kestiği noktadadır. Araştırma havzası içinde kalan Çayroğlu Deresi Eğriboz deresine, Kanak Çayına, Karanlık Dereye, Delice Irmağına ve Kızılıрмаğa dökülmektedir.

Havzanın Topoğrafik Karakteristikleri

Havzanın topoğrafik karakterisitikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Havzanın Topoğrafik Karakterisitikleri
Table 1. Topographical characteristics of the basin

Havza Alanı (A)	13.0 km ²
Havza Çevre Uzunluğu (P)	17.204 km
Havza Uzunluğu (LH)	6.100 km
Havza Genişliği (WH)	2.132 km
Havza Max. Yükseltisi (hmax)	1357.0 m
Havza Min. Yükseltisi (hmin)	1095.0 m
Havza Röliyefi (r)	262.0 m
Havza Nisbi Röliyefi (rn)	1.5
Havza Yöneyi (Yön)	Kuzey - Güney

İkikara deresi havzasında yağış ve akım hidrolojik verileri 15 yıllık (1990 – 2004) dönemde sürekli olarak 3 adet yağış ölçer ve havza çıkışında yer alan 1 adet akım savağı ile ölçülmüştür. Yozgat İli Envanter raporuna göre havzanın % 88'i (11.44 da) kuru tarım, geri kalan

% 12'si (1.56da) mera arazisi olarak değerlendirilmektedir. Havzanın1990-2004 su yıllarını içeren 15 yıllık döneminde yıllık ortalama yağışı 417.5 mm, ortalama akımı 28.2 mm olmuştur (Akar ve Oğuz, 2006).

1 - Modifiye Fournier İndeksi (FI) :

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P}$$

Eşitlikte; $P_i = (i)$ ayında toplam yağış, mm
 $P =$ Yıllık ortalama yağış miktarı, mm' dir.
 Modifiye Fournier yağış indisi (Yİ) sınıflaması sınır değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Modifiye Fournier Yağış İndisi (Yİ) Sınıflaması

Table 2. Classification of Modified Fournier Precipitation Index

Dağılım	Sınıf	Tanım
< 60	1	Çok az
60 – 90	2	Az
91 – 120	3	Orta
121 – 160	4	Yüksek
>160	5	Çok yüksek

2 – Bagnouls – Gaussen Kuraklık İndisi (Kİ) :

$$KI = \sum_{i=1}^{12} (2t_i - P_i) k_i$$

$t_i = i$ ayındaki aylık ortalama sıcaklığı, (C)
 $P_i = i$ ayındaki aylık toplam yağış miktarını, (mm)
 $k_i = (2t_i - P > 0)$ olduğu ayın değerlendirmesini göstermektedir. Kuraklık İndisi (Kİ) değerinin hesaplanmasında (k_i) değerleri yalnızca aylık ortalama sıcaklığın iki katının, aynı ayda kaydedilen yağış miktarından daha fazla olduğu aylar dikkate alınmıştır.

Bagnouls – Gaussen kuraklık indisi (Kİ) sınıflaması sınır değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Bagnouls – Gaussen Kuraklık İndisi (Kİ) Sınıflaması

Table 3. Classification of Bagnouls – Gaussen Drought Index

Dağılım	Sınıf	Tanım
0	1	Nemli
1 – 50	2	Yarı-nemli
51 – 130	3	Kurak
>130	4	Çok kurak

3 – Erosivity İndeksi (EI) (Aşındırıcı Güç İndisi, AGİ) :

Erosivity İndeksi (EI) = Modifiye Fournier İndeksi (Yİ) x Bagnouls – Gaussen Kuraklık İndisi (Kİ)

Erosivity indeks (EI) sınıflaması sınır değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Erosivity İndeksi Sınıflaması

Table 4. Classification of Erosivity Index

Dağılım	İndis Değeri	Tanım
<4	1	Düşük
4 – 8	2	Orta
>8	3	Yüksek

4 - Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) :

$$SYI = \frac{X_i - \bar{X}_i}{\sigma}$$

$X_i =$ bir i istasyonunda seçilmiş bir zaman dilimi içindeki yağmur miktarını

$\bar{X}_i =$ ortalama yağmur miktarından (\bar{X}_i) olan fark

$\sigma =$ standart sapma

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) sınıflaması sınır değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) Sınıflaması

Table 5. Classification of Standardized Precipitation Index

SYİ değeri	Kuraklık Kategorisi
≥ 2	Çok şiddetli yağışlı
1.50 ~ 1.99	Çok yağışlı
1.00 ~ 1.49	Orta şiddetli yağışlı
0.99 ~ 0	Normal
0 ~ -0.99	Normale yakın kuraklık
-1.00 ~ -1.49	Orta şiddetli kuraklık
-1.50 ~ -1.99	Şiddetli kuraklık
≤ -2	Çok şiddetli kuraklık

3.Bulgular ve Tartışma

İkikara Deresi Havzasında 1990 - 2004 su yıllarını içeren sürede düşen yağışlar çeşitli kuraklık indisleri kullanılarak kuraklık bakımından irdelenmiştir.

Modifiye Fournier İndeksine (MFİ) göre, kuraklık bakımından 9 yıl 'çok az', 5 yıl 'az' ve sadece 1 yıl 'orta' düzeyde sınıflandırılmıştır (Çizelge 6). Bagnouls – Gaussen Kuraklık İndeksine göre, 4 yıl 'çok kurak', 10 yıl 'kurak'

ve sadece 1 yıl 'yarı nemli' sınıfta yer almıştır bakımından 6 yıl 'düşük', 8 yıl 'orta' ve 1 yıl (Çizelge 7). Erosivite İndeksine göre ise, kuraklık 'yüksek' sınıfta yer almıştır (Çizelge 8).

Çizelge 6. Modifiye Fournier İndeks Sonuçları

Table 6. Results of Modified Fournier Index

Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl	Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl	Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl
Çok Az		Az		Orta	
1992	207 350 000	1991	466 310 000	1990	599 040 000
1994	679 640 000	1993	905 840 000		
1995	284 050 000	1996	704 080 000		
1997	49 790 000	1998	279 240 000		
1999	332 670 000	2002	304 850 000		
2000	603 330 000				
2001	40 950 000				
2003	20 410 000				
2004	86 970 000				
Ortalama	256 128 888	Ortalama	532 064 000	Ortalama	599 040 000

Çizelge 7. Bagnouls – Gausson Kuraklık İndeks Sonuçları

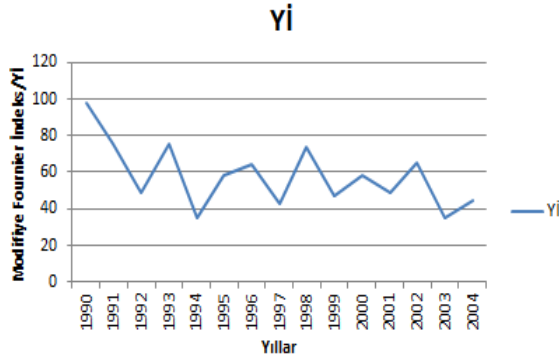
Table 7. Results of Bagnouls – Gausson Drought Index

Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl	Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl	Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl
Çok Kurak		Kurak		Yarı Nemli	
1993	905 840 000	1990	599 040 000	2002	304 850 000
1994	679 640 000	1991	466 310 000		
2001	40 950 000	1992	207 350 000		
2003	20 410 000	1995	284 050 000		
		1996	704 080 000		
		1997	49 790 000		
		1998	279 240 000		
		1999	332 670 000		
		2000	603 330 000		
		2004	86 970 000		
Ortalama	411 710 000	Ortalama	401 425 555	Ortalama	304 850 000

Çizelge 8. Erosivity İndeks Sonuçları

Table 8. Results of Erosivity Index

Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl	Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl	Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl
Düşük		Orta		Yüksek	
1992	207 350 000	1991	466 310 000	1990	599 040 000
1995	284 050 000	1993	905 840 000		
1997	49 790 000	1994	679 640 000		
1999	332 670 000	1996	704 080 000		
2000	603 330 000	1998	279 240 000		
2004	86 970 000	2001	40 950 000		
		2002	304 850 000		
		2003	20 410 000		
Ortalama	260 693 333	Ortalama	425 165 000	Ortalama	599 040 000



Şekil 1. 1990-2004 İkikara Havzası Modifiye Fournier İndeksi

Figure 1. Modified Fournier Index of İkikara Basin in 1990 - 2004

MFI ve EI'e göre kurak dönemlerden ıslak dönemlere doğru gidildikçe yıllık akım değerleri artarken, Bagnouls – Gaussen kuraklık indeksinde azalmıştır.

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ)' ne göre ise, 5 yıl kurak, 5 yıl ıslak ve 5 yıl orta sınıfta yer almıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi Sonuçları

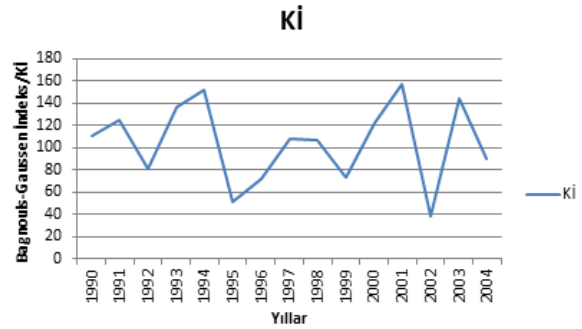
Table 9. Results of Standardized Precipitation Index

Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl	Yıllar	Havza Su Verimi, m ³ /yıl
Kuru		Islak	
1995	284 050 000	1990	599 040 000
1998	279 240 000	1991	466 310 000
2001	40 950 000	1992	207 350 000
2002	304 850 000	1993	905 840 000
2004	86 970 000	1994	679 640 000
		1996	704 080 000
		1997	49 790 000
		1999	332 670 000
		2000	603 330 000
		2003	20 410 000
Ortalama	199 212 000	Ortalama	456 846 000

Yürekli ve ark. (2013), 1977-1999 yıllarını içeren Ekinli Göleti'nde yaptıkları SPI kuraklık analizinde tüm kuraklık dönemlerinin yaşandığını, 1977- 1988 yılları arasında yaşanan yaş süreden sonraki dönemde kuraklığa girilmiş olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bir diğer çalışmada, SYİ kullanılarak Seyfe Gölü kuraklık oluşumları 1. Dönem (1975–1991) ve 2. Dönem (1992–2008) halinde analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, birinci dönem ile ikinci dönem kuraklık değerlerinin birbirlerinden farklı olduğunu göstermiştir. 2. Dönem hafif kuraklık değerleri tüm kurak dönemlerde 1. Döneme göre artarak çeşitli şiddetlerde kendini göstermiştir. Buna karşın normal nem şiddetinin 1. Dönemden 2. Döneme doğru azaldığı görülmüştür. Şiddetli ve çok şiddetli kuraklık oluşumları her iki dönemde de kısa ve uzun dönemler açısından minimum değerler göstermiştir (Kıymaz ve ark., 2011).

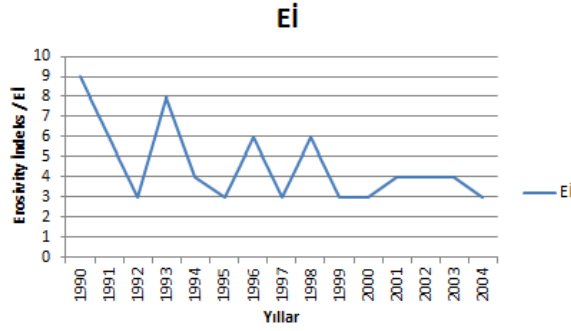
Bagnouls – Gaussen İndeksine göre çok kurak sınıfta yer alan yılların ortalama toplam akım değeri 411 710 000 m³/yıl, kurak sınıf için 401 425 555 m³/yıl ve yarı nemli sınıf için 304 850 000 m³/yıl olmuştur.



Şekil 2. 1990 – 2004 İkikara Havzası Bagnouls – Gaussen Kuraklık İndeksi

Figure 2. Bagnouls – Gaussen Drought Index of İkikara Basin in 1990 - 2004

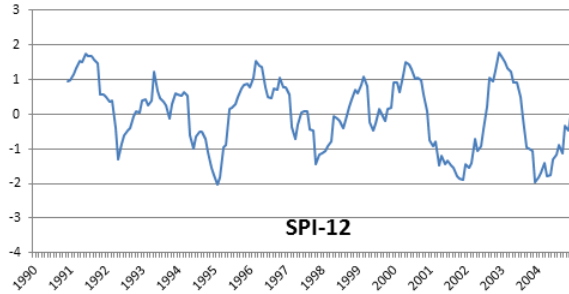
Modifiye Fournier İndeksine göre, çok az sınıfta yer alan yılların ortalama toplam akım değeri 256 128 882 m³/yıl, az sınıf için 532 064 000 m³/yıl ve orta sınıf için 599 040 000 m³/yıl olmuştur.



Şekil 3. 1990 - 2004 yılları İkikara Havzası Erosivity İndeksi

Figure 3. Erosivity Index of İkikara Basin in 1990 - 2004

Erosivite indeksine göre düşük sınıfta yer alan yılların ortalama toplam akım değeri 260 693 333 m³/yıl, orta sınıf için 425 165 000 m³/yıl ve yüksek sınıf için 599 040 000 m³/yıl olmuştur. Standartlaştırılmış Yağış İndeksine göre ise, kurak yılların ortalama toplam akım değeri 199 212 000 m³/yıl ve ıslak yılların 456 846 000 m³/yıl olarak belirlenmiştir. Havzada genel olarak kurak dönemlerden ıslak dönemlere gidildikçe havzanın ortalama yıllık akım değerlerinde bir artış belirlenmiştir.



Şekil 4. 1990 – 2004 Yılları İkikara Havzası 12 aylık Standart Yağış İndeksi

Figure 4. Standardized Precipitation Index of İkikara Basin 12 monthly in 1990 - 2004

Bagnouls-Gausson kuraklık indeksine göre kurak dönemlerden yarı nemli dönemlere doğru gidildikçe havza ortalama yıllık akım değerlerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Benzer sonuçları Akar ve ark. (2011), Tokat Zile Akdoğan Deresi Havzası'nda aynı indeksleri kullanarak yaptıkları kuraklık analizinde tespit etmişlerdir.

4. Sonuç

Araştırmada kullanılan kuraklık indeksleri temelde meteorolojik kuraklığı esas alan indekslerdir. Bu çalışmada meteorolojik kuraklık yanı sıra bu indekslerin, hidrolojik kuraklığı tanımlamada etkinliği de dikkate alınmıştır. Havzada yıllık toplam akımlar, ele alınan kuraklık indekslerine göre gruplandırıldığında genel olarak kurak dönemlerden ıslak dönemlere gidildikçe artan yağış koşullarına bağlı olarak havzanın ortalama yıllık toplam akım değerlerinde de bir artış belirlenmiştir. Ancak Bagnouls – Gausson Kuraklık İndeksine göre çok kurak dönemlerden yarı nemli dönemlere doğru gidildikçe havza ortalama yıllık toplam akım değerleri azalmıştır. Bu sonuca göre, Yozgat yöresinde hidrolojik kuraklığın tanımlanmasında bu indeksin tatminkar sonuçlar vermeyeceği söylenebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde temelde meteorolojik kuraklığı tanımlamak amacıyla geliştirilmiş indekslerinin hidrolojik kuraklığı tanımlamada sınırlı da olsa etkili olduğu düşünülmektedir. Her bir indeksin değerlendirme şeklinin farklı oluşu bir indekse göre kurak olan yıl bir başka indekse göre ıslak yıl olarak tanımlanabilmektedir. Bununla birlikte ele alınan indekslerden Bagnouls – Gausson İndeksi hariç tutulacak olursa diğer tüm indeksler meteorolojik kuraklık ile uyumlu şekilde hidrolojik kuraklığı nitelenmişlerdir.

Kaynaklar

- Agnew C T (1990). Spatial aspects of drought in the Sahel: Journal of Arid Environments,18:279–293.
- Agnew CT, Warren A (1996). A framework for tackling drought and degradation: Journal of Arid Environments, 33: 309-320.
- Akar Ö, Oğuz İ (2006). Yozgat – Sorgun İkikara Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2006/20.
- Akar Ö, Oğuz İ ve Yürekli K (2011). II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Sunulu Bildiri, Cilt: 2, Sy: 639-645, Ankara.

- IPCC (1996). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) WGI, Climate Change 1995: The Science of Climate Change, edited by Houghton et al., Cambridge Univ. Press, New York.
- Kıymaz S, Güneş V, Asar M (2011). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:28, Sayı: 1, Tokat
- Palmer W C (1965). Meteorological Drought. Research Paper No. 45, U.S. Weather Bureau, Washington, D.C.
- TEMA Vakfı (2001). Kuraklık Etkilerinin Azaltılmasında Kurağa Dayanıklı Bitki Çeşit Islahı ve Kurak Koşullarda Yetiştirme Tekniği Konulu Toplu Tartışma, Ankara, 125s.
- Türkeş M (1999). "Vulnerability of Turkey to Desertification With Respect to Precipitation and Aridity Conditions", Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, 23: 363-380.
- Wilhite D A (2000). Drought as a natural hazards: concept and definition. In: Drought, Global Assesment, Edited Wilhite, D.A, Publ. By Routledge, 3-18.
- Yürekli K, Oğuz İ, Akar Ö (2013). Artova Ekinli II Gölet Havzasında Uzun Yıllık Yağış Gidişlerinin Kuraklık Açısından İrdelenmesi. Poster Bildiri, III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Bildiriler Kitabı Sy: 547-550.