

Seyhan Havzası Akım Verilerinin Hidrolojik Kuraklık Analizi

Mete Özfidaner^{1*}

Duygu Şapolyo²

Fatih Topaloğlu²

¹Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin
²Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakùltesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail):mete.ozfidaner@tarim.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 06.02.2018

Kabul tarihi (Accepted): 07.02.2018

DOI : 10.21657/topraksu.410140

ÖZ

Kuraklık, geniş alanlarda ve belirli bir zaman aralığında su kullanımının önemli derecede azalmasını karakterize eden doğal bir olaydır. Dünyanın değişik bölgelerinde meydana gelen kuraklık, ekonomik faaliyetleri, insan yaşamı ve çeşitli çevresel etmenlere etki eder. Küresel hidrolojik çevrimin karmaşık olması nedeni ile kuraklığın kökenini belirlemek mümkün olamamaktadır. Bu çalışmada, Seyhan havzasında ölçülmüş olan aylık ortalama akımlar kullanılarak akarsu kuraklık indisi (SDI) metoduna göre kuraklığın saptanması hedeflenmiştir. Seyhan Havzası üzerinde bulunan 1801 ve 1818 nolu istasyonuna ait 1967–2007 yılları arası aylık toplam akım verileri kullanılmıştır. SDI metoduna göre 3, 6, 9,12 aylık dönemlerde kuraklık şiddetini ifade eden indeks değerleri elde edilmiştir. Her iki istasyonda da 9-12 aylık referans dönemleri için SDI değerleri benzer sonuçlar elde edilmiştir. 3 ve 6 aylık dönemlerde kuraklık değerleri 2000 yılından sonra önem kazanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kuraklık, Seyhan Havzası, Akım Kuraklık İndisi

Hydrological Drought Analysis of Streamflow Data in Seyhan Basin

Abstract

Drought is natural event which symbolizes the significant decrease in usage of water in wide field and specific time. Drought, which occurs in different areas of world, effects economical activities, human's lives and different environmental factors. Complexity of global hydrological cycle obstructs finding the reason of drought. This study was intend to determine drought of the basin by using mean monthly streamflows in Seyhan basin in streamflow drought index (SDI). In this reason, mean monthly streamflows gauge for 1967-2007 in flow station 1801-1818 number located on Seyhan river was used. According to SDI method 3, 6, 9,12 months in the index values were obtained expressing the drought severity. SDI values for each station in the 9-12-month reference period were obtained similar results. 3 and 6 months of drought values have gained importance after 2000.

Keywords: Drought, Seyhan basin , Streamflow Drouht Index.

GİRİŞ

Kuraklık, geniş alanlarda ve belirli bir zaman aralığında su kullanımının önemli derecede azalmasını karakterize eden doğal bir olaydır. Dünyanın değişik bölgelerinde meydana gelen kuraklık, ekonomik faaliyetlere, insan yaşamına ve çeşitli çevresel etmenlere etki eder. Çok yavaş

gelişerek belirli bir süreçte oluşan kuraklık olayın süresi uzadıkça sonuçları da çok tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır (Kömüşçü, 2001). Kuraklığın önemli zararı ise nehirlerin kuruması veya suyun azalması ile doğal yaşamın zorlaşmasıdır. Kurak ve yarı kurak iklim özelliğine ait alanlarda

akarsuların verimleriyle ilgili bilgiler, kullanma ve sulama suyu, sulama zamanının belirlenmesi ve rezervuar işletilmesi açısından önemlidir. Akarsu havzasında yağışlarda meydana gelecek değişim direkt olarak akarsu akımlarını da etkileyecektir (Yürekli ve vd, 2009).

Kuraklık başta meteorolojik kuraklık olmak üzere, hidrolojik, tarımsal ve sosyo-ekonomik kuraklık olarak kendini gösterir. Meteorolojik kuraklık uzun bir zaman içinde yağışın belirgin şekilde normal değerlerin altına düşmesi olarak tanımlanır. Toprakta özellikle büyüme döneminde bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması olarak tanımlanan tarımsal kuraklık nem kaybı ve su kaynaklarında kıtlık olduğu zaman meydana gelir. Hidrolojik kuraklık ise yeraltı su kaynakları, yüzey suları veya yağış dönemlerinin etkisi ile ilişkili olup uzun süreli yağış azlığının kaynak seviyeleri, yüzey akışı ve toprak nemi gibi hidrolojik sistemin bileşenlerinde kendisini göstermesidir. Kuraklığın sosyo-ekonomik tanımı meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıkla bağlantılı bazı ekonomik ürünlerin arz ve talepleriyle ilgilidir.

Nehir akımları yağış, buharlaşma, terleme ve hidrolojik döngü bileşenlerinin diğer kısımları ile birlikte olası insan kaynaklı etkilerin bir bileşimi sonucu meydana gelmektedir. Hidrolojik döngü bileşenlerindeki değişimler taşkın/sel ve kuraklık şeklinde yansiyarak insan yaşamını doğrudan etkileyebilmektedir. İnsan yaşamı iklimsel değişikliklerden, doğal sistemlerin bu değişimlere karşı duyarlılıkları oranında etkilenecektir. Su kaynakları, hidrolojik döngüyle ilişkileri nedeniyle, iklimsel değişikliklerden doğrudan etkilenecek doğal sistemleri oluşturmakta ve insanın suya olan ihtiyacı içme-kullanma ile sınırlı kalmamaktadır. Tarımsal üretim için suya olan ihtiyacın birincil olduğu dikkate alındığında su kaynaklarının nitelik ve niceliğinde meydana gelebilecek değişikliklerin önceden kestirilmesinin etkin-sürdürülebilir kalkınma açısından önemi daha da artmaktadır.

Dünya ve ülkemizde bugüne kadar çeşitli amaçlara yönelik olarak kuraklık araştırmaları yapılmıştır. Genelde kuraklık olayına araştırmacılar kendi uzmanlıkları açısından yaklaşmışlardır. Bunlardan; Kemali ve Nikzad (1990); Rüstemifer (1997), Kayam ve Çetin (2012) tarımsal kuraklık, Özkan (2001); Fereczadeh vd. (2001), Özfıdaner (2007), Türkeş (1990), (2002); Türkeş

ve Tatlı (2009), Sırdaş (2002); Sırdaş ve Şen (2003); Loukas vd. (2004); Pamuk vd., (2004) meteorolojik kuraklık ve Erdoğan (1989); Köse vd. (2002); Siyadeti ve Ensari (2001); Nalbantis and Tsakiris (2009); Yürekli vd.(2009) Kıymaz vd. (2011) Topaloğlu,(2006a,b); Topaloğlu vd. (2012) ise hidrolojik kuraklık konularında çalışmalar yapmışlardır.

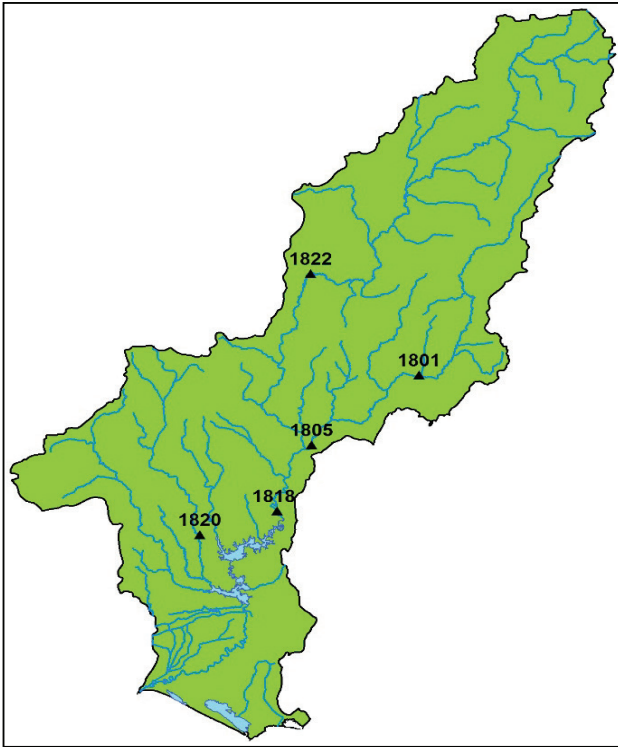
Kuraklık ile ilgili tanımlarda en belirgin problemlerden biri kurak dönem süresi boyunca yağış eksikliğinin yeraltı suları, su rezervuarları, toprak nemi, kar kütleleri ve nehir akımlar gibi farklı su kaynaklarına nasıl etki ettiğidir (Turgu ve Kömüşcü, 2010). Burada en önemli sorun yağış eksikliğinden kaynaklanan akımlarda meydana gelebilecek kuraklığın bu kaynaklar üzerindeki etkisinin süre ve şiddetlilik açısından farklı olmasından kaynaklanmasıdır. Bu durumda kuraklığın izlenmesi açısından akım verilerinin farklı zaman dilimleri içinde niceliksel olarak ifade edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Seyhan havzası iklim değışikliğinden dolayısı ile kuraklıktan önemli derecede etkilenecek havzaların başında gelmektedir. Mevcut su potansiyeli ve ürün deseninde ki farklılık ve yoğunluk kuraklık ile beraber değışiklik gösterebilir. Seyhan havzasında yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda Seyhan havzasında aylık ortalama sıcaklıkların 3°C artacağı; yıllık yağış miktarında ise %25'lik bir azalma olacağı saptanmıştır. Potansiyel evapotranspirasyonda %14'lük bir artış, buna karşı gerçek evapotranspirasyonda ise, yağışın azalmasına bağlı olarak, %17'lik bir azalışın olacağı kestirilmiştir. Araştırma, iklim değışikliklerinin, Seyhan Havzası su kaynaklarında bir azalmaya neden olacağını göstermektedir. Yüzey suyu kaynakları, kar depolaması ve yeraltı suyu potansiyelinde %30'a varan önemli düşüşler gerçekleşecektir (Kanber vd. 2007). Yağışlardaki azalmanın Ocak, Nisan, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında daha fazla olacağı kestirilmiştir (Kimura, 2005; Kimura ve ark., 2006). Yüzey su kaynakları, kar depolaması ve yeraltı suyu potansiyelinde %30'a varan önemli azalışların gerçekleşeceği kestirilmiştir (Ekmekçi, 2008; Tezcan ve ark., 2007).

Bu çalışmanın amacı Seyhan Havzasında ölçülmüş olan 1801 ve 1818 nolu Akım Gözlem İstasyonlarından elde edilen aylık toplam akım verilerinden Akım Kuraklık İndisi (SDI). Yöntemi ile 3, 6, 9, 12 aylık kuraklık değerlerini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Türkiye'nin batısında, Çukurova'dan kuzeye doğru kama biçiminde uzanan Seyhan Havzası'nın, yukarı bölümü İç Anadolu, orta ve aşağı bölümü Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Seyhan Nehri ile Göksu ve Zamantı kollarının su toplama alanlarını içeren havza, 36° 33' - 39° 12' Kuzey ve 34° 24' - 36° 56' doğu enlem ve boylam dereceleri arasındadır. Havza 2.213.415 hektar genişlikte olup, Türkiye'nin %2,82'sini kapsamaktadır. Toplam yağış alanı 20.731 km² olan Seyhan Havzası'nın yıllık ortalama yağış yüksekliği 624 mm; yıllık ortalama akışı ise 211,07 m³ s⁻¹'dir. Yıllık ortalama verimi 10,18 L/s⁻¹ km³ olan havzadaki akışın yağışa oranı 0,51 iken, iştirak oranı %3,62'dir. Havza farklı tarımsal işlevleri kapsamaktadır. Havzanın üst ve orta bölümlerinde kuru, aşağı kesimlerde ise sulu tarım yapılmaktadır. Her iki kesimde de önemli tarımsal ürünler, örneğin, buğday, mısır, meyve ve sebze yetiştirilmektedir. Havzanın büyük bir bölümü



Şekil 1. Seyhan havzası akım gözlem istasyon konumları
Figure 1. Gauging stations locations of Seyhan basin

Çizelge 1. Seyhan havzası istasyonların özellikleri

Table 1. Properties of Seyhan basin stations

İstasyon No	İstasyon Adı	Rasat Yılları	Enlem	Boylam	Kot (m)	Drenaj Alanı (km ²)
1801	Göksu-Himmetli	1967-2007	370 51' 59"	360 03' 32"	665	2596.8
1818	Seyhan-Üçtepe	1967-2007	370 22' 47"	350 28' 07"	130	13846

kışık ortalama yağışı 700 mm olan Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. İlkbahar ve kış yağışları büyük su yapılarında tutulmakta; sulama ve enerji üretimi için kullanılmaktadır. Havzanın Türkiye ve Avrupa için önemli bir gıda üretim alanı sayılması; üst havza kesimlerde yaygın bir hayvancılık ve çayır-meracılık yapılması; buğday gibi çok stratejik bir ürünün, havzada çok uzun bir geçmişe sahip olması; ve havzanın tümünün ulusal sınırlar içerisinde bulunması gibi öğeler sayılabilir.

Araştırmada Akım kuraklık indisi (SDI) yöntemiyle Seyhan Havzasında kuraklık oluşumunun analiz edilebilmesi için konumları Şekil 1'de konumları seçilen istasyonlara (1801-1818) ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir. Bu amaçla bölgede yer alan istasyonların 1967–2007 dönemine ait ortalama akım değerleri DSİ'nden temin edilmiştir.

Akım değerlerinin Akarsu Kuraklık İndeksi (SDI) Yöntemi ile Belirlenmesi

Hidrolojik kuraklık indisi olarak bilinen akarsu kuraklık indisi Nalbantis ve Tsakiris (2009) de verilen ilişkilere göre belirlenir. Herhangi bir hidrolojik yılı (i) bu yılın bir ayını (j), akımı ise Q_{ij} ile tanımlanırsa, kümülatif akarsu akımlarına ($V_{i,k}$) ait zaman serisi eşitlik 1 den elde edilir:

$$V_{i,k} = \sum_{j=1}^{3k} Q_{ij} \quad i=1,2,..N \quad j=1,2,..,12 \quad k=1,2,3,4 \text{ Eşitlik (1)}$$

$V_{i,k}$, hidrolojik yılın k-referans periyodu için kümülatif akım miktarını vermektedir. N hidrolojik yıl sayısını belirtmektedir. K-referans periyodu k=1 olduğunda Ekim-Aralık dönemini, k=2 olduğunda Ekim-Mart dönemini, k=3 olduğunda, Ekim-Haziran dönemini ve k=4 olduğunda Ekim-Eylül dönemini yansıtmaktadır. Burada Ekim-Eylül dönemine ait kümülatif akımlar yıllık akımları temsil etmektedir.

SDI değerleri, kümülatif akarsu akımlarına ($V_{i,k}$) göre aşağıda verilen eşitlik 2 den, her k-referans periyoduna bağlı olarak her hidrolojik yıl için dört defa elde edilir.

$$SDI_{i,k} = \frac{V_{i,k} - \bar{V}_k}{S} \quad i=1,2,..N \quad j=1,2,..,12 \quad k=1,2,3,4 \text{ Eşitlik (2)}$$

\bar{V}_k ve S , k-referans periyodu için kümülatif akarsu akımlarının ortalama ve standart sapma miktarlarını vermektedir. Kurak olmayan ile aşırı kurak olarak tanımlanan 5 tane kuraklık sınıflandırılması Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 2. Akarsu Kuraklık Sınıfları (SDI)

Table 2. Streamflow drought classes (SDI)

Durum	Kuraklık Tanımı	AKI
0	Kuraklık yok	$AKI \geq 0.00$
1	Hafif kurak	$-1.0 \leq AKI < 0.0$
2	Orta derece kurak	$-1.5 \leq AKI < -1.0$
3	Şiddetli kurak	$-2.0 \leq AKI < -1.5$
4	Aşırı kurak	$AKI < -2.0$

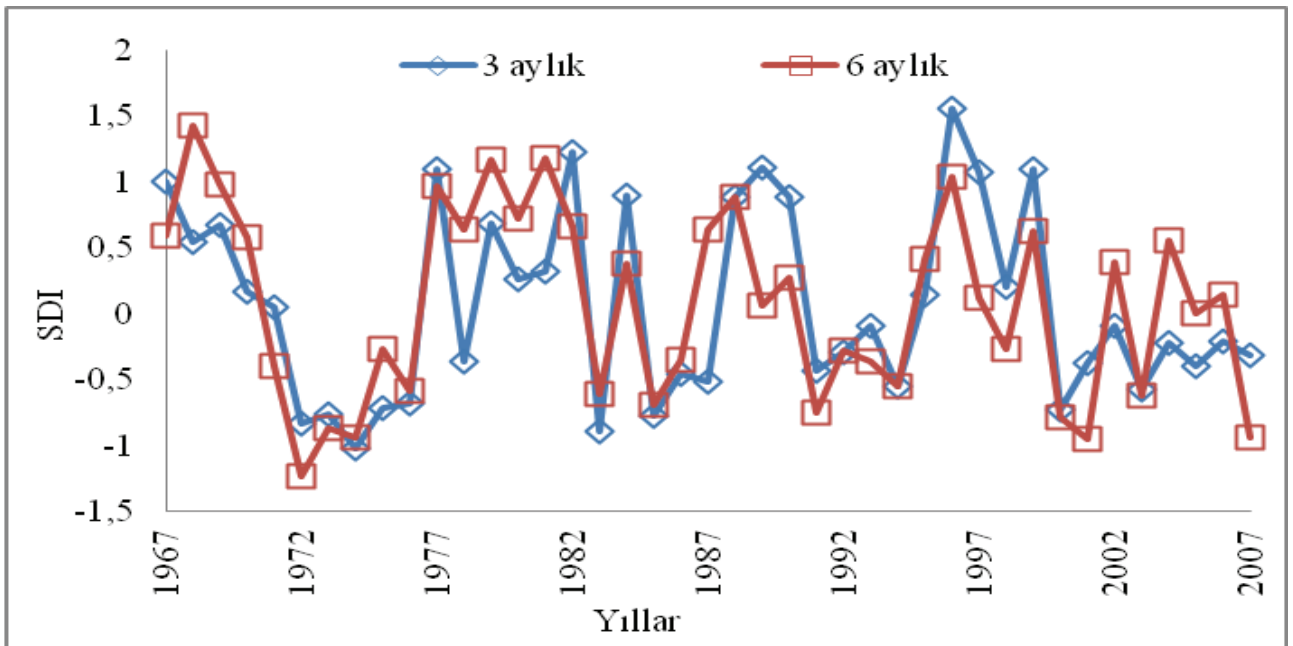
Bulgular ve Tartışma

Seyhan Havzası 1801-1818 nolu akım gözlem istasyonlarına ait 1967-2007 yılları arasındaki aylık akım verilerinin Akım kuraklık indisi (SDI) sonuçları aşağıda verilmiştir.

Seyhan havzası 1801 nolu akım gözlem istasyonlarının hidrolojik yıl için referans dönemlerine ait elde edilen AKI değerlerinin grafikleri 3-6 aylık dönemler için Şekil 2 de, 6-9 aylık dönemler için Şekil 3 de, 9-12 aylık dönemler için Şekil 4 de verilmiştir. Şekil 2 incelendiği zaman 3 ve 6 aylık dönemlerde kuraklık değerlerinde farklılık belirlenmiştir. Nalbantis ve ark 2009

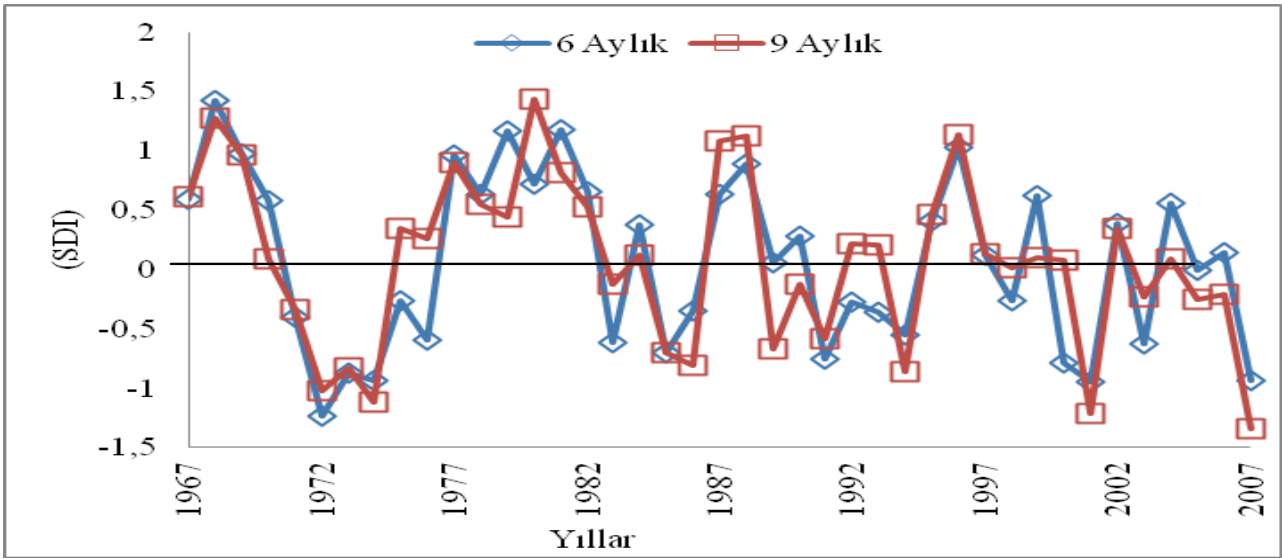
çalışmasında bu durum için Akdeniz bölgesinin karakteristik bir özelliği olduğunu belirtmişlerdir. Akdeniz Bölgesinde genellikle 6 aylık dönemlerde ıslak dönemlerin olabileceği öngörülmüştür. Özellikle 2002-2007 yılından sonra 6 aylık kaydırma dönemlerinde kuraklığın olmadığı fakat 3 aylık dönemlerde hafif kuraklık yaşandığı gözlemlenmiştir. Anılan dönemlerde sadece 6 aylık kaydırmada 2007 yılında orta derecede kuraklık olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Yürekli ve ark. (2009) Sakarya havzasında yaptıkları çalışma da belirtmişlerdir.

Şekil 3 (6-9 ay) ve Şekil 4 (9-12 ay) incelendiği zaman kuraklık değerleri bakımından herhangi bir fark bulunmamıştır. Akarsu kuraklık indisi değerleri bakımından 9 ve 12 aylık kaydırma değerleri birbirinin benzeri bulunmuştur. Bu durum Akdeniz bölgesinin ikinci 6 aylık dönemlerinin kurak olabileceğini göstermektedir. Benzer bir sonuç Nalbantis vd. (2009) ve Yürekli vd. (2009) tarafından da belirlenmiştir. Ortaya çıkan sonuç 12 aylık kaydırma durumunda SDI değerleri kuraklığın olduğunu göstermektedir. Uzun dönemli dönemlerde akımlarda meydana gelen değişiklik kuraklığı tetikleyen bir olgudur. Öztürk vd. (2010) Doğu Karadeniz havzasında yaptıkları çalışmada 12 aylık Akım kuraklık indislerinde inceledikleri 8 istasyonun son 5 yıllık dönemlerde 4 istasyonda kuraklık belirlemişlerdir.



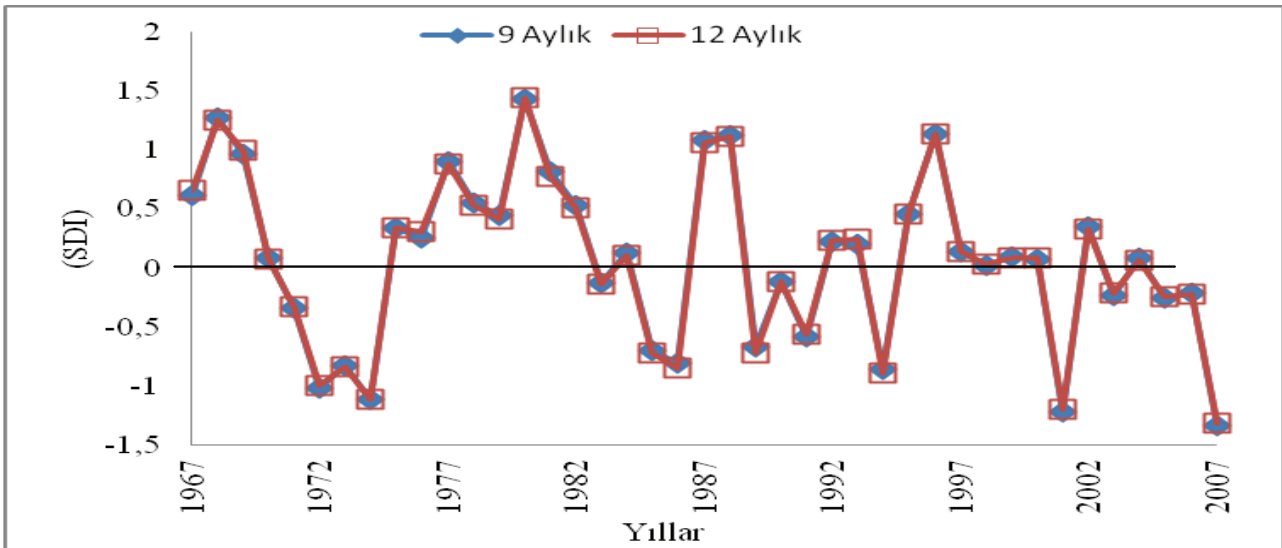
Şekil 2. Ekim-Aralık ve Ekim-Mart referans dönemleri için SDI değerleri (1801)

Figure 2. The SDI values for the reference periods October-December and October-March (1801)



Şekil 3. Ekim-Mart ve Ekim Haziran referans dönemleri için SDI değerleri (1801)

Figure 3. The SDI values for the reference periods October-March and October June (1801)

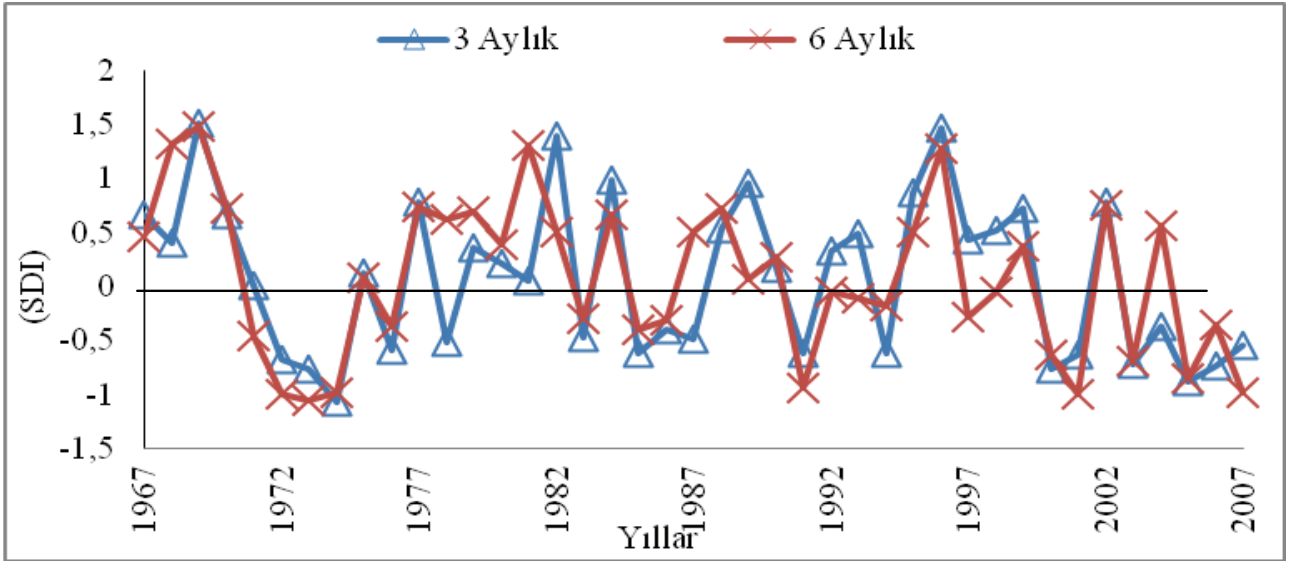


Şekil 4. Ekim-Haziran ve Ekim-Eylül referans dönemleri için SDI değerleri (1801)

Figure 4. The SDI values for the reference periods October-June and October-September (1801)

Seyhan havzası 1801 nolu akım gözlem istasyonu verilerinin akım kuraklık indis değerleri farklı referans periyotları için incelendiği zaman hidrolojik kuraklığın son yıllarda fazlasıyla hissedildiği sonucuna varılmaktadır. Özellikle 2000 yılından itibaren 3 aylık referans döneminde kuraklık olduğu belirlenmiştir. 3 ve 6 aylık referans dönemlerinde 5 er yıl ara ile kurak ve ıslak dönemler belirlenmiştir. 9 ve 12 aylık referans döneminde incelenen yıllar itibarı ile 2002 ve sonrası dönemlerde kuraklık şiddetinin arttığı gözlemlenmiştir.

Seyhan havzası 1818 nolu akım gözlem istasyonlarının hidrolojik yıl için referans dönemlerine ait elde edilen SDI değerlerinin grafikleri 3-6 aylık dönemler için Şekil 5 de, 6-9 aylık dönemler için Şekil 6 da, 9-12 aylık dönemler Şekil 7 de verilmiştir. Şekil 5'de 1818 nolu akım gözlem istasyonundan elde edilen SDI değerlerinin 3 ve 6 aylık referans dönemleri görülmektedir. 1801 nolu istasyonda benzer sonuçlar elde edilmiştir. 1972-1979 ile 2000-2007 yılları arasında 3 aylık referans dönemlerde kuraklık belirlenmiştir. Kısa dönemli bu kuraklık değerleri akım verileri için önemli bir noktaya sahiptir. Seyhan havzasında yoğun olarak yapılan tarımsal faaliyetler kuraklıktan dolayı etkilenecektir.



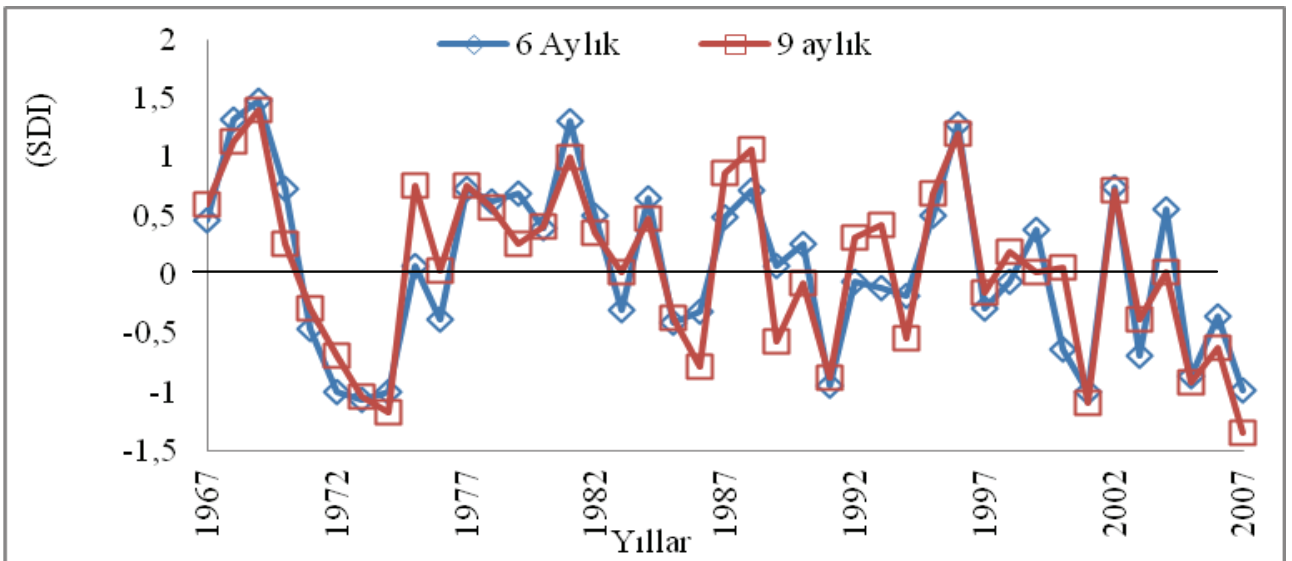
Şekil 5. Ekim-Mart ve Ekim Haziran referans dönemleri için SDI değerleri (1818)
Figure 5. The SDI values for the reference periods October-March and October-june (1818)

Seyhan havzası 1818 nolu akım gözlem istasyonu 6-9 aylık referans dönem sonuçları Şekil 6 da verilmiştir. Anılan dönemler için grafikte görüleceği gibi kuraklık süresi arttıkça SDI değerleride büyümektedir. Yani kuraklığın süresi arttıkça şiddeti de artmaktadır. Tuna vd. (2009) da Çoruh Havzası içerisinde bulunan 7 Akım Gözlem istasyonuna ait 1963–2008 dönemi aylık ortalama debi değerlerini kullanarak, SDI yöntemine göre havzanın hidrolojik kuraklık analizini yapmışlar. Akım gözlem istasyonları için 1983, 1984, 2000, 2001 ve 2002 su yıllarında çok şiddetli kuraklık saptamışlardır.

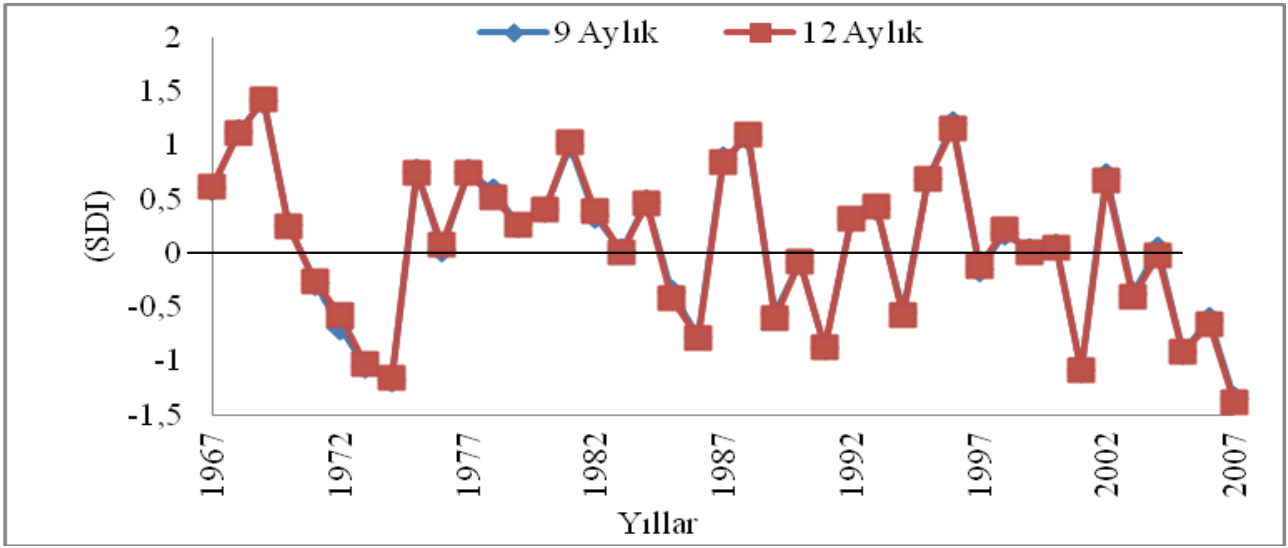
Şekil 7 de Seyhan havzası Akarsu kuraklık indisi değerleri bakımından 9 ve 12 aylık kaydırma

değerleri birbirinin benzeri bulunmuştur. Benzer durum 1801 nolu istasyonda da mevcuttur. Bu durum Akdeniz Bölgesinin ikinci 6 aylık dönemlerinin kurak olabileceğini göstermektedir. Uzun dönemlik kaydırma durumlarında ortaya çıkan kuraklık nehir akımlarında azalışın olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni olarak ta havzaya düşen yağışlarda bir azalmanın olduğu ve bu azalma ile birlikte nehir haznesinin istenilen düzeye gelmediğinin göstergesidir.

Akım eksikliğine bağlı olarak hesaplanan Kuraklığın küresel boyutta yaşanan iklimsel farklılık ve değişimler nedeniyle son yıllarda dünyada ve ülkemizde de çok ciddi bir tehdit oluşturduğu



Şekil 6. Ekim-Mart ve Ekim Haziran referans dönemleri için SDI değerleri (1818)
Figure 6. The SDI values for the reference periods October-March and October-june (1818)



Şekil 7. Ekim-Haziran ve Ekim-Eylül referans dönemleri için SDI değerleri (1818)

Figure 7. The SDI values for the reference periods October-June and October-September (1818)

görülmektedir. Bu nedenle, kuraklığın bir merkez tarafından izlenmesi ve her sektör için kuraklık eylem planlarının hazırlanması gerekmektedir. Ayrıca, meteorolojik kuraklık çalışmalarının su kaynaklarının izlenmesi, etkilerinin belirlenmesi ve yönetim modellerinin oluşturulması açısından ele alınması önerilir (Kıymaz vd. 2011).

Akım eksikliğine bağlı olarak hesaplanan Kuraklığın küresel boyutta yaşanan iklimsel farklılık ve değişimler nedeniyle son yıllarda dünyada ve ülkemizde de çok ciddi bir tehdit oluşturduğu görülmektedir. Bu nedenle, kuraklığın bir merkez tarafından izlenmesi ve her sektör için kuraklık eylem planlarının hazırlanması gerekmektedir. Ayrıca, meteorolojik kuraklık çalışmalarının su kaynaklarının izlenmesi, etkilerinin belirlenmesi ve yönetim modellerinin oluşturulması açısından ele alınması önerilir (Kıymaz vd. 2011).

Kaynaklar

Ekmeççi, M., 2008. Jeolojik Geçmişten Günümüze İklim Değişiklikleri: Küresel İklim Değişimi ve Türkiye. TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu. 13-14 Mart, 2008, Ankara, s. 7-26

Erdoğan, F. 1989. Türkiye'de Yaygın Kuraklık, Meteoroloji Mühendisleri Odası Bülteni 2:1-4.

Fereczadeh, M. 2001. Kuraklık Olayına Karşı Olan Bazı Yeni Önlemler ve Yöntemleri. Drought. FC. 777-786.

Kanber, R., Kapur, B., Ünlü, M., Koç, D.L., Tekin, S., 2007. İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi. Ölçü Dergisi, 2007, Eylül sayısı, s. 44-49

Kayam, Y., O, Çetin. 2012. The Impact of Drought and Mitigation Strategies in Turkey, BALWOIS 2012 – Ohrid, Republic of Macedonia – 28 May-2 June 2012.

Kemali, K. ve Nikzad, M. 1990. Tarımsal Kuraklıkla İlgili Meteorolojik İndeksler. Nivar Dergisi. Kış 1990 9-19.

Kıymaz, S., Güneş, V., Aşar, M. 2011. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi İle Seyfe Gölünün Kuraklık Dönemlerinin Belirlenmesi. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1), 91-102.

Kimura, F., 2005: Trend in precipitation during the next 80 years in Turkey estimated by pseudo warming experiment. In: ResearchTeam for the ICCAP Project (ed.), The Progress Report of ICCAP, Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto, Japan, 11-12

Kimura, F., Kitoh, A., Sumi, A., Asanuma, J., Tatagai, A., 2006. An assessment for downscaling methods for global warming in Turkey, The Advance Report of the Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas, 11-14.

Kömüşçü, A.U. 2001. An Analysis of Recent Drought Conditions in Turkey in Relation to Circulation Patterns. Drought Network News, (13) 5-6

Köse, Ö ve Dorum, A. 2002. Orta Anadolu Kapalı Havzası Kuraklık Parametrelerinin Olasılık Dağılımı. Turkish J. Eng. Env. Sci. 26 , 85-93. c TÜBİTAK.

Loukas, A. and Vasiliades, L. 2004. Probabilistic analysis of drought spatiotemporal characteristics inThessaly region, Greece. Natural Hazards and Earth System Science, Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union, 4 (5/6), pp.719-731

Nalbantis, I. and Tsakiris, G. 2009. Assessment of Hydrological Drought Revisited. Water Resource Management 23:881-897

Özfidaner, M. (2007). Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi. Ç.Ü. Fen Bil. Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, No: 3061, Adana, 73s.

Özkan, K. 2001. Eğirdir Gölü Havzası'nın Kuraklık Etüdü ve Tarım-Ormanlık Açısından Değerlendirmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Orman Fakültesi Dergisi. Seri: A, Sayı 2, 2001,ISSN: 1320-7085, 75-96.

Öztürk ,D., Malkoç, F., Tuna, H. 2010. Doğu Karadeniz Havzasında SYI İle Kuraklık Analizi ve Çevresel Etkileri. VI. Ulusal Hidroloji Kongresi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli. 32-43

Pamuk, G., Özgürel, M. ve Topçuoğlu, K. 2004. Standart Yağış İndisi (SYI) ile Ege Bölgesinde Kuraklık Analizi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi. 2004, 41 (1):99-106

Rustemifer, F.F. 1997. 1990'ın Onluğunda Kuraklık Olayı. Bahar 1997. 19–28. İran.

Sırdaş, S. ve Şen, Z. 2003. Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması. İTÜ Dergisi/D Mühendislik 2(2), 95–103.

Sırdaş, S., (2002). Meteorolojik Kuraklık Modellemesi ve Türkiye Uygulamaları, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), İstanbul. p. 260

Tezcan, L., Ekmekçi, M., Atilla, Ö., Gürkan, D., Yalçınkaya, O., Otgonbayar, N., Saylu, M.E., Donma, S., Yilmazer, D., Akyatan, A., Pelen, N., Topaloglu, F., İrvem, A., 2007. Seyhan Nehri Havzasında Tarım Güvenliği İçin Su Kaynakları Sistemlerinin İklim Değişikliğine Karşı Duyarlıklarının Araştırılması. ICCAP Projesi Türk Grubu Sonuç Raporları, Kyoto, s. 1-24

Siyadeti, S. B. ve Ensari, J. 2001. Irak Çölünde Yeraltı Su Kaynaklarına Kuraklık Olayının Etkisi. Preceding of First National Conference on Drought Mitigation and Water Shortage. S.736-741

Topaloglu, F.; İrvem, A.; ve Özfidaner. M. 2012. Re-evaluation of Trends in annual streamflows of Turkish rivers for the period 1968-2007. Fresenius Environmental Bulletin .21 (8): 2043-2050.

Topaloğlu, F. 2001. Yağış Verilerinin İstatistiksel Ön Analizleri: Seyhan Havzası Örneği. I. Türkiye Su Kongresi, 8–10 Ocak 2001, İstanbul, Cilt I.

Topaloğlu, F. 2006a. Regional Trend Detection of Turkish River Flows. Nordic Hydrology 37 (2): 165–182.

Topaloğlu, F. 2006b. Trend Detection of Streamflow Variables in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin 15(7): 644–653.

Tuna, H., Malkoc, F., Yılmaz, O. 2009. Çoruh Havzasında SYI ile Kuraklık Analizi ve Çevresel Etkileri. FORUM 2009, Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji 50 Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri, 13-15 Kasım 2009, Trabzon.

Turgu, E. ve Kömürcü, A. 2010. SYI Kuraklık Serilerinin Trend Analizi Sürdürülebilir Kalkınma ve Hayat için Meteoroloji Sempozyumu 27-28 Mayıs. Ankara

Türkeş, M. 1990. Türkiye’de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul

Türkeş, M. 2002. Spatial and temporal variations in precipitation and aridity index series of Turkey. In: Mediterranean Climate Variability and Trends, Hans- Jürgen Bolle, (ed.), Regional Climate Studies. Springer Verlag, Heidelberg, 181–213.

Türkeş, M. ve Tatlı, H. 2009. Use of the standardized precipitation index (SYI) and modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. International Journal of Climatology 29: 2270–2282

Yürekli, K., Anlı, A. S., Örs, İ. ve Karahan, G. 2009. Sakarya Havzası Aylık Akımlarının Kuraklık Analizi, I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, (779-784), Rixos Hotel, 16-18 Haziran, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Konya.