

Porsuk Çayı Üst Kesiminde Ortalama Akımların Şen Trend Metodu Kullanılarak Araştırılması

Investigation of mean river flows using Şen trend method in the Porsuk Creek upper basin

İlyas Sadık Tekkanat¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Çanakkale.

Öz: Bu çalışmada, Porsuk Çayı üst kesiminde yer alan 2 istasyon için 1970-2011 dönemine ait aylık ortalama akım eğilimleri incelenmiştir. Çalışmanın amacı, Şen trend metodu kullanarak akımdaki trendleri belirlemektir. Trend analiz sonuçları şunlardır: (i) Çalışma alanında akım azalmaları Porsuk Barajı Çıkış istasyonu Mayıs ve Haziran ayı dışında tüm aylarda belirgindir. (ii) Porsuk Barajı Çıkış istasyonu Mayıs ayı orta (12-25 m³/s) ve yüksek ekstrem değerlerde (>25 m³/s) bir artış trendi ortaya çıkmıştır. (iii) Porsuk Barajı Çıkış istasyonu Haziran ayı yüksek ekstrem değerlerde (>18 m³/s) bir artış trendi tespit edilmiştir. Bulgular, Porsuk Çayı üst kesiminde hidrolojik bir kuraklığa işaret etmektedir. Araştırma sonuçları, Porsuk Çayı üst kesimindeki ve Porsuk Çayı Havzası bütününde yerel akarsu akış karakteristiklerini anlamak için faydalıdır.

Anahtar Kelimeler: Akarsu akımı, Şen trend metodu, trend analizi, hidrolojik kuraklık, Porsuk Çayı Havzası.

Abstract: In this study, the monthly mean river flow trends at 2 stations in the upper part of Porsuk Creek Basin are examined for the period 1970-2011. The aim of this study is to determine trends in the river flow using the Şen trend method. The trend analysis results are as follows: (i) Decreases of the river flow are noticeable in all months except for May and June at Porsuk Barajı Çıkış station in the study area. (ii) An increasing trend is revealed in the medium (12-25 m³/s) and extreme high values (>25 m³/s) in May at Porsuk Barajı Çıkış station. (iii) An increasing trend is detected in the extreme high values (>18 m³/s) in June at Porsuk Barajı Çıkış station. The findings indicate a hydrological drought in the upper part of Porsuk Creek Basin. The results are beneficial for understanding the local river flow characteristics in the upper part of Porsuk Creek Basin and in the entire Porsuk Creek Basin.

Keywords: River flow, Şen trend method, trend analysis, hydrological drought, Porsuk Creek Basin.

1. Giriş

Akım, hidrolojik sistemin temel itici faktörlerinden biridir. Su kaynak sistemlerini doğrudan etkiler. Bu sebeple su kaynaklarının planlanması, işletilmesi ve yönetiminde akarsu akımı önemli bir parametredir. Ayrıca akarsu akımı mükemmel bir iklimsel göstergedir. Bu hidrolojik değişken iklim değişikliği yanında arazi kullanım değişikliği, şehirleşme, ormansızlaşma, tarımsal uygulamalardaki

* İletişim yazarı: İlyas Sadık Tekkanat, e-posta: ilyastekkanat@gmail.com

Makale Geliş Tarihi: 07.09.2016

Makale Basıma Uygun Tarihi: 20.01.2017

değişimler, doğal ve yapay göller, kanal morfolojisi, dere yatağından kum alım faaliyetleri ve veri problemleri gibi pek çok faktör tarafından etkilenir.

Akımlara ilişkin trendlerin tespit edilmesi ve alansal-zamansal ölçekte çözümlemelerin yapılması yerel ve/ya da bölgesel su kaynakları yönetimi bağlamında çok faydalı bilgiler sunmaktadır. Bu tür çalışmalarda parametrik ve parametrik olmayan trend metotları, özellikle parametrik olmayan metotlar, farklı mekânsal ve zamansal ölçeklerde, meteorolojik ve hidrolojik değişkenlerdeki eğilimlerin tespitinde sıklıkla tercih edilmiştir (Türkeş, 1996; Douglas vd., 2000; Zhang vd., 2001; Helsel ve Hirsch, 2002; Kahya ve Kalaycı, 2004; Cigizoglu vd., 2005; Wang vd., 2005; Kundzewicz vd., 2005; Patal ve Kahya, 2006; Hisdal vd. 2010; Gocic and Trajkovic 2013; Şen, 2012; Kisi ve Ay, 2014; Ay ve Kisi, 2015a; Tekkanat, 2015; Tekkanat ve Sarış, 2015; Yeh vd., 2015). Bu tür metotlar bazı yüzey su kalitesi parametrelerindeki (*sediment, su sıcaklığı, sertlik, elektriksel iletkenlik, bor, karbonat, pH, sülfat, organik madde, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, bikarbonat ve klorid konsantrasyonları gibi*) muhtemel eğilimlerin tespitinde de kullanılmıştır (Kalaycı ve Kahya, 1998; Yılmaz ve Büyükyıldız, 2009; Tabari vd., 2011; Ay ve Kişi, 2015b). Odak noktasını trend analizlerinin oluşturduğu bu tür çalışmalardan elde edilen faydalı bilgiler şüphesiz su yönetimi ve su politika kararlarını etkileyecektir.

Dünyada akarsu akımlarındaki eğilimler farklı alansal ve zamansal ölçeklerde farklı trend testleriyle araştırılmıştır. Trendlerin tespitinde Mann-Kendall (MK) testi ve çeşitleri en çok kullanılan istatistiksel testler olmuştur. Örneğin; Wang vd. (2005) Avrupa'nın batısındaki 12 nehir akımına ilişkin 1901-2000 periyotlu yıllık ortalama, minimum ve maksimum akım serilerindeki eğilimleri MK testi ile aylık akım serilerini ise Mevsimsel Kendall testi ile incelemiş ve %5 anlamlılık seviyesinde maksimum akımlarda Rhone nehrinde azalma, Rhine ve Moselle nehirlerinde artma; minimum akımlarda Maas ve Thames nehirlerinde azalma, Rhone, Danube, Elbe, Weser ve Reuss nehirlerinde artma; aylık akımlarda Maas nehrinde azalma ve Rhone nehrinde artma eğilimleri tespit etmiştir. Kundzewicz vd. (2005) altı kıtaya ait 195 istasyonun yıllık maksimum akımlarını %10 seviyesinde MK testi ile araştırmıştır. Zhang vd. (2006) Çin'deki Yangtze Nehir Havzası'nda üç istasyona ait yıllık maksimum akım eğilimleri MK testi kullanarak araştırmıştır. Hisdal vd. (2010) Nordik ülkelerinde ekstremler yanında yıllık ve mevsimlik akımlardaki değişimleri MK trend metodu kullanarak 1961-2000 (162 istasyon), 1941-2002 (139 istasyon) ve 1920-2002 (87 istasyon) dönemi şeklinde incelemiştir. Salarijazi vd. (2012) Karun Nehri Havzası'nda (İran'ın güneybatısı) 1954-2005 dönemli Ahvaz hidrometrik istasyonuna ait yıllık ortalama, minimum ve maksimum akımları MK testi kullanarak araştırmıştır. Birsan vd. (2014) Romanya konumlu 44 akarsu havzasında ortalama akımlarda gözlenen eğilimleri MK testi kullanarak 1961-2009 (25 istasyon) ve 1975-2009 (44 istasyon) dönemleri şeklinde incelemiştir. Yeh vd. (2015) Tayvan'ın kuzeyinde farklı kayıt uzunluğuna sahip 12 ölçüm istasyonunun yıllık ortalama, mevsimsel ortalama, düşük ve yüksek akımlarda gözlenen uzun dönemli eğilimleri MK testi kullanarak incelemiştir.

Türkiye akarsu akımlarında gözlenen trend çalışmalarında da dünyadaki çalışmalara benzer şekilde MK testi ve onun çeşitleri sıklıkla kullanılmış olmakla birlikte sonuçların doğruluğunu kontrol etmek ve yöntemler arasında karşılaştırma yapmak amacıyla başka parametrik olmayan metotlarda kullanılmıştır. Örneğin; Kahya ve Kalaycı (2004) Türkiye'deki 26 akarsu havzasında 1964-94 periyotlu 83 akım ölçüm istasyonunun aylık ortalama akım serilerine dört farklı eğilim testi (Sen'in T testi, Spearman'ın Rho (SR) testi, MK ve Mevsimsel MK testi) uygulamış ve Türkiye'nin batısında yer alan havzaların akımlarında genel anlamlı bir azalma eğilimi (Sakarya Havzası da dâhil) yanında Türkiye'nin güneyinde yer alan havzaların bazılarında mevsimlik ve küresel eğilimler tespit etmiştir. Özel vd. (2004) Sakarya havzasına ait 11 adet akım gözlem istasyonunun aylık ortalama akımlarındaki eğilimleri SR, Sen'in T ve Mevsimsel MK testi; Cigizoglu vd. (2005) Türkiye'deki 24 hidrolojik

bölgede 30-60 yıllık periyotlu 96 akım istasyonunun yıllık maksimum, minimum, 1 günlük ve 7 günlük düşük akımlardaki eğilimleri MK testi; Tekkanat ve Sarış (2015) ve Tekkanat (2015) Porsuk Çayı Havzasında akarsu minimum, maksimum ve ortalama akımlarda gözlenen uzun dönemli eğilimleri MK ve SR testi kullanılarak analiz etmiştir.

Yukarıda bahsedilen trend metotları dışında son zamanlarda Şen tarafından yeni bir trend metodu (Şen, 2012) geliştirilmiştir. Metodu birçok araştırmacı hidrolojik ve meteorolojik değişkenlerdeki eğilimleri belirleme çalışmalarında sıklıkla kullanmıştır (Mirajkar vd., 2012; Saphioğlu vd., 2014; Kisi ve Ay, 2014; Ay ve Kisi, 2015a; Ay ve Kişi, 2015b; Loliyana, vd., 2015; Tabari ve Willems, 2015). Şen (2014), Türkiye'nin Marmara Bölgesi'ndeki bir dizi istasyonun sıcaklık kayıtlarına Şen trend metodunu uygulamış ve kendi metodunu MK ve SR trend testi ile kıyaslayarak üstünlüklerini belirtmiştir. Normallik ve bağımlılık gibi hiçbir kabule dayanmayan bu metot her türlü veri uzunluğuna uygulanabilmektedir. Bunun yanında metot ile üretilen grafikler sayesinde ekstrem değerlerdeki eğilimler yaklaşık olarak değerlendirilebilmektedir (Şen, 2012; Şen, 2014).

Bu çalışmada 1970-2011 periyotlu Beşdeğirmen ve Porsuk Barajı Çıkış istasyonuna ait ortalama akım değerlerindeki eğilimler Şen trend metoduyla (ya da Şen'in 1:1 trend çizgi metoduyla) incelenmiştir. Çalışma alanı çevresel problemler bağlamında kirliliğin üst seviyede olduğu, su kalitesinin bozulduğu, ormanlık alanların tarıma kazandırma sürecinin devam ettiği ve kış ve bahar aylarında kar erimelerine bağlı taşkınların yaşandığı sorunlu bir bölge karakteri gösteren Porsuk Çayı üst kesimidir. Bu çalışmanın amacı, Porsuk Çayı Havzası üst bölgeye ilişkin hem alansal hem de zamansal ölçekte yeni hidroklimatolojik bulgular üretmektir.

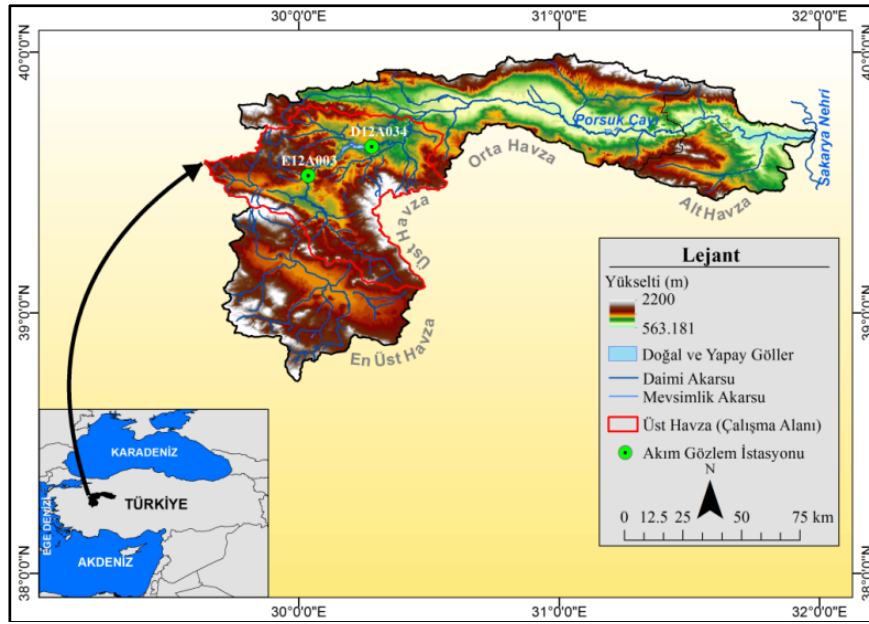
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Çalışma alanı, Sakarya nehrinin bir kolu olan Porsuk Çayı Havzası'nın üst kesimini oluşturur. Bu bölge, Üst Havza olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1). Yaklaşık 3207.8 km²'lik bir alanı kaplayan havza, 29°29'26"-31°31'28" doğu boylamları ile 38°8'6"-40°10'8" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır.

Thornthwaite iklim sınıflamasına göre Üst Havza; yarı nemli, birinci dereceden mesotermal, kış mevsiminde şiddetli/çok kuvvetli su noksanı ve karasal şartlara yakın iklim tipine girmektedir (C₂, B'₁, s₂, b'₃).

Üst Havza, orta yağışlı bir kış ve ilkbahar ile karakterize edilen Akdeniz (Akdeniz'den İç Anadolu'ya) Geçiş Yağış Rejim tipi (Türkeş, 1996) ve belirgin bir kış-ilkbahar maksimumu ve Mart piki ile karakterize edilen bir akım rejimine sahiptir (Tekkanat ve Sarış, 2015).



Şekil 1. Porsuk Çayı Havzası ve E12A003 ve D12A034 istasyonlarının lokasyonları.

2.2. Çalışmada Kullanılan Veri Seti

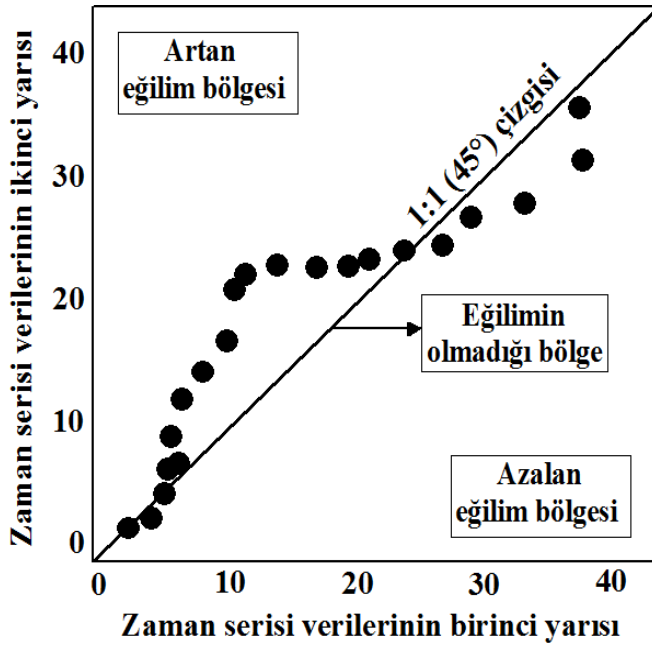
Porsuk Çayı üst kesiminde akarsu akımlarında gözlenen eğilimleri tespit etmek için 2 akım gözlem istasyonuna (Beşdeğirmen ve Porsuk Barajı Çıkış) ait ortalama akım verilerinden yararlanılmıştır. Kullanılan istasyonların rasat süresi 1970-2011 periyodunda 42 yıldır. Aylık ortalama akımlara ilişkin veri setinde eksik veriler sadece Porsuk Barajı Çıkış istasyonu 2006 döneminde bulunmaktadır. Bu eksik veriler Uzaklıkların Karesi Ters yöntemiyle tamamlanmıştır. Kullanılan akım gözlem istasyonlarına ait genel bilgiler ve bazı tanıttıcı istatistikler Çizelge 1'de özetlenmiştir. Veriler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır.

Çizelge 1. Akım gözlem istasyonlarına (AGİ) ait genel bilgiler ve tanıttıcı istatistikler.

| İstasyon No | İstasyon Adı | Rasat Yılları | Boylam | Enlem | Kot (m) | Yağış Alanı (km ²) | Minimum Akım (m ³ /s) | Ortalama Akım (m ³ /s) | Maksimum Akım (m ³ /s) | Değişkenlik Katsayısı (%) |
|-------------|---------------------|---------------|-----------|-----------|---------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| E12A003 | Beşdeğirmen | 1970-2011 | 30°2'56" | 39°31'43" | 855 | 3938.4 | 2.092 | 6.554 | 15.605 | 50.73 |
| D12A034 | Porsuk Barajı Çıkış | 1970-2011 | 30°16'47" | 39°38'5" | 842 | 465.5 | 3.291 | 7.521 | 19.315 | 50.54 |

2.3. Şen Trend Metodu

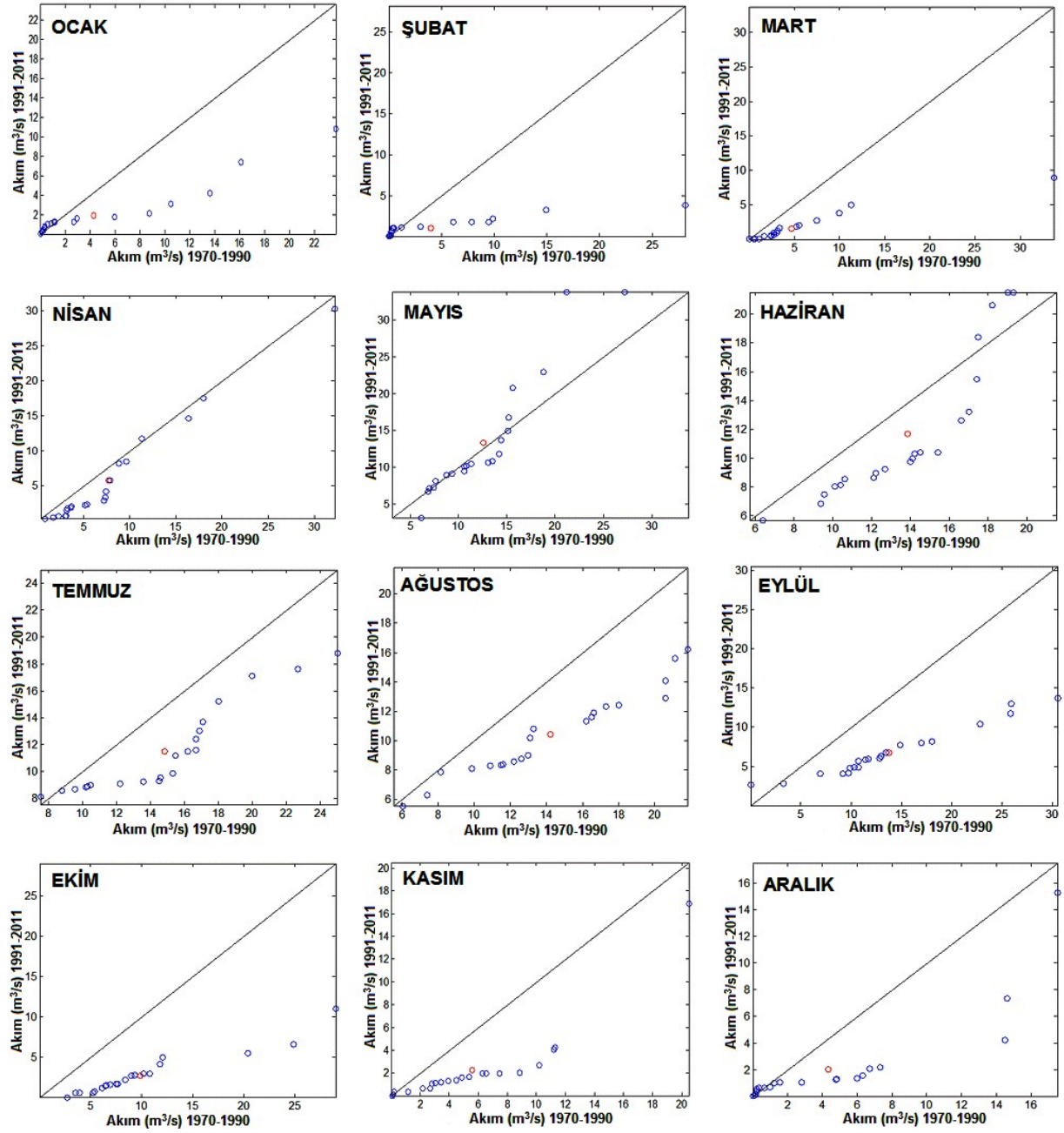
Çalışmada yıllık ve aylık ortalama akımlarda düşük, orta ve yüksek akış değerlerindeki eğilimleri belirlemek için Şen trend metodu kullanılmıştır. Bu trend metodu hiçbir kabule dayanmaz ve her türlü uzunluktaki veri setine uygulanabilmektedir. Zaman dizisinde gözlenen eğilimler grafiksel olarak gösterildiği (Şekil 2) için ilgili değişkendeki ekstrem değerlerin eğilimi yaklaşık olarak değerlendirilebilir. Oluşan grafikte veri noktaları 1:1(45°) çizgisinin üzerinde toplanmışsa gözlem dizisinde bir eğilimin olmadığı sonucu çıkarılmaktadır. Eğer veri noktaları bu çizginin altında toplanmışsa azalan bir eğilimin olduğu; üstünde toplanmış ise artan bir eğilimin olduğu sonucuna varılmakta ve bu şekilde yorumlanmaktadır (Şen, 2012; Şen, 2014).



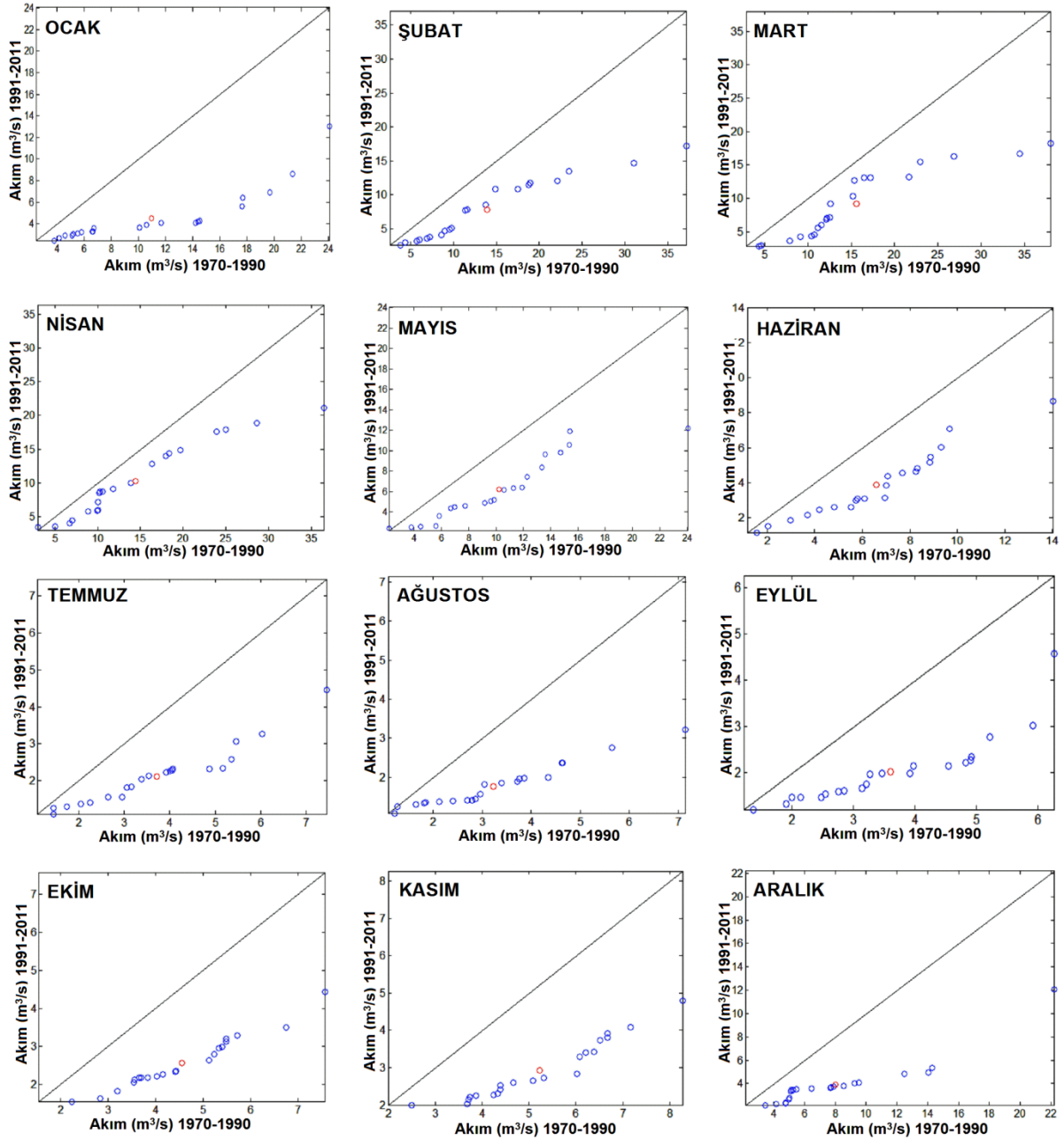
Şekil 2. Verilerin kartezyen koordinatlar üzerinde gösterilmesi.

3. Bulgular

Şen trend metodu sonuçlarına göre Beşdeğirmen (E12A003) ve Porsuk Barajı Çıkış (D12A034) istasyonunda, Porsuk Baraj çıkışı mayıs ve haziran akışları hariç, yıllık ortalama akış değerlerinin tamamı 1:1 çizgisinin altındaki alanda toplanmıştır (Şekil 3, Şekil 4). Bu durum, her iki istasyona ilişkin yıllık ortalama akışlarda çok önemli bir azalma gidişinin olduğunu göstermektedir. Porsuk Barajı Çıkış istasyonuna ilişkin akış değerlerinin 1:1 çizgisine daha yakın olması ve azalma bölgesinde farklı karakterde kümelenmeler göstermesi akışlardaki azalma eğiliminin büyüklüğünün baraj çıkışında daha küçük, değişkenliğinin daha büyük olduğuna işaret etmektedir. Aylık ortalama akış grafiklerinde ise Porsuk Baraj çıkışı mayıs ve haziran ayı akışları dışında akış değerlerinin tamamı 1:1 çizgisinin altındaki alanda toplanmıştır. Porsuk Baraj Çıkışı istasyonunda mayıs ayı düşük akım değerlerinde ($<12 \text{ m}^3/\text{s}$) bir gidiş görülmemekle birlikte, orta akım değerlerinde ($12-25 \text{ m}^3/\text{s}$) trend artmaya başlamakta ve yüksek değerlerde aşırı artışlar görülmektedir. Haziran ayında, düşük ve orta akım değerlerinde azalan bir eğilim dikkat çekerken, yüksek akım değerlerinde ($>18 \text{ m}^3/\text{s}$) artan bir eğilim görülmektedir (Şekil 3). Sonuçlar, baraj çıkışı akışların yaz başında düzenlenmiş olduğunu belirtmesi açısından önemlidir. Beşdeğirmen istasyonunda, durum farklıdır. Bu istasyonda, mayıs ve haziran aylarında tüm akış değerleri 1:1(45°) çizgisinin altında toplanmış ve önemli bir azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4).



Şekil 3. Porsuk Barajı Çıkış AGİ'ye ait Şen trend metod sonuçları.



Şekil 4. Beşdeğirmen AGİ'ye ait Şen trend metod sonuçları.

4.Sonuç

Bu çalışmada, Porsuk Çayı Havzası üst kesiminde Beşdeğirmen ve Porsuk Barajı Çıkış akım gözlem istasyonlarının 1970-2011 yıllarına ait ortalama akım verilerinin aylık trend analizi yapılmıştır. Trend analizinde Şen trend metodu kullanılmıştır. Bu metod ile trendlerdeki azalma ve artış eğilimleri ve ekstrem değerlerdeki eğilimlerin durumu belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, havza geneline ve yıl geneline yansıyan kuvvetli azalma gidişleri ve yüksek yıllar arası değişkenlik tespit edilmiştir. Dahası Porsuk Barajı Çıkış istasyonunda baraj etkisi sebebiyle yıl geneline yansıyan azalma eğilimlerin büyüklüğünde ve değişkenliğinde bir azalma ve bölgenin genel akım rejiminde belirgin bir

değişiklik belirlenmiştir. Özellikle Porsuk Baraj çıkışında mayıs ayı orta ve yüksek akım değerlerinde ve haziran ayı yüksek akım değerlerindeki artışlar bu değişikliği net bir şekilde göstermektedir. Mayıs ve haziran ayı yüksek akım değerlerinde gözlenen bu belirgin artış eğilimleri iklim değişkenliğinin bir ölçüsüdür.

Bu çalışmada, Şen trend metodu ile ortalama akımlarda tespit edilen genel azalma eğilimlerin varlığı MK testi, MK sıra korelasyon testi ve SR testi gibi çeşitli parametrik olmayan trend metotların kullanıldığı Türkiye (Kahya ve Kalaycı, 2002), Sakarya Havzası (Özel vd., 2004) ve Porsuk Çayı Havzası ölçeğinde (Tekkanat ve Sarış, 2015; Tekkanat, 2015) yapılan çalışmalarda da ortaya konmuştur. Bu sebeple Porsuk Çayı üst kesiminde parametrik olmayan trend metot sonuçları ile Şen trend metot sonucu arasında bir uyum vardır. Aslında Saplıoğlu vd. (2014) Batı Akdeniz Havzası'nda MK trend test sonuçları ile Şen trend test sonuçları arasında büyük bir benzerlik ve bir ilişki bulmuştur. Bu ilişki, Şen trend test açıları 0° ve 36° arasında olduğu zaman, ilgili değerlerde %95 güven düzeyinde anlamlı bir azalmanın olmasıdır. Trend metotları arasındaki bu istatistiksel bağlantı Porsuk Çayı üst kesiminde de ortaya çıkabilmektedir. Nitekim Porsuk Çayı üst kesimi akım rejimini temsil eden Beşdeğirmen istasyonu Şen trend grafik sonuçları ile Tekkanat ve Sarış (2015)'in Beşdeğirmen istasyonu aylık ortalama akım serilerine uyguladığı %95 güven düzeyindeki MK ve SR test sonuçları arasında bu ilişki görülmektedir. Bu ilişkinin farkedilmesi ve metotlar arasında karşılıklı değerlendirmelerin yapılabilmesi bağlamında mart ve nisan ayı ortalama akım değerlerinin 1:1($^\circ 45$) çizgisinin altında çizgiye yakın seyrettiği Şen trend grafik sonuçları ile her iki ayda %95 güven düzeyinde anlamlı olmayan azalma eğilimlerinin gözlemlendiği MK ve SR test sonuçları (Tekkanat ve Sarış, 2015) dikkat çekicidir. Araştırma sonuçları çalışma alanında hidrolojik kuraklığa işaret etmektedir. Özellikle 1980'lerden bu yana bölgede belirgin bir kuraklaşma eğilimi vardır.

Gelecekte eğilimlerin bu şekilde devam etmesi dâhilinde Porsuk Çayı üst kesiminde çeşitli çevresel problemlerin ortaya çıkması ve/ya da var olan çevresel problemlere pratik çözüm önerilerin getirilmesinin güçleşmesi kuvvetle muhtemeldir. Bu süreçte Porsuk Çayı üst kesiminde akışlardaki trendlerin tanımlanması/izlenmesi, kirliliğin azaltılması, ormanlık alanların korunması ve geliştirilmesi, toprak ve su kalitesinin korunması ve/veya iyileştirilmesi yaşamsal öneme sahiptir.

5. Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan akım verileri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenen SYL-2014-175 proje numaralı çalışmadan alınmıştır. Üniversite birimine ve verileri sağlayan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Referanslar

- Ay, M.; Kisi, O. (2015a) "Investigation of trend analysis of monthly total precipitation by an innovative method", *Theoretical and Applied Climatology*, 120(3), 617-629.
- Ay, M.; Kişi, Ö. (2015b) "Debi ve sediment değişkenlerinin trend analizi", *VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi Kitabı*, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Birsan, M. V.; Zaharia, L.; Chendes, V.; Branescu, E. (2014) "Seasonal trends in Romanian streamflow", *Hydrological Processes*, 28(15), 4496-4505.
- Büyükyıldız, M. (2004) *Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi ve Stokastik Modellemesi*, Basılmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bil. Enst., İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Cigizoglu, H. K.; Bayazit, M.; Onoz, B. (2005) "Trends in the maximum, mean and low flows of Turkish rivers", *Journal of Hydrometeorology*, 6(3), 280-290.
- Douglas, E. M.; Vogel, R. M.; Kroll, C. N. (2000) "Trends in floods and low flows in the United States: impact of spatial correlation", *Journal of Hydrology*, 240(1-2), 90-105.
- Helsel, D. R.; Hirsch, R. M. (2002) *Statistical Methods in Water Resources. Techniques of Water-Resources Investigations*, Book 4, Chapter A3. U.S. Geological Survey.
- Hisdal, H.; Holmqvist, E.; Jönsdóttir, Jónsson, P.; Kuusisto, E.; Lindström, G.; Roald, L. A. (2010) *Has streamflow changed in the Nordic countries?*, Published by The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE), Report No

- 1.
- Gocic, M.; Trajkovic, S. (2013) "Analysis of changes in meteorological variables using MK and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia", *Global and Planetary Change*, 100, 172-182.
- Kahya, E.; Kalaycı, S. (2004) "Trend analysis of streamflow in Turkey", *Journal of Hydrology*, 289, 128-144.
- Kalaycı, S.; Kahya, E. (1998) "Detection of water quality trends in the rivers of the Susurluk Basin", *Turkish Journal Engineering and Environmental Sciences*, 22(6), 503-514.
- Kisi, O.; Ay, M. (2014) "Comparison of Mann Kendall and innovative trend method for water quality parameters of the Kizilirmak River, Turkey", *Journal of Hydrology*, 513, 362-375.
- Kundzewicz, Z. W.; Graczyk, D.; Maurer, T.; Pińskwar, I.; Radziejewski, M.; Svensson, C.; Szwed, M. (2005) "Trend detection in river flow series: 1. Annual maximum flow", *Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques*, 50(5), 797-810.
- Loliyana, V.; Sharma P. J.; Nagpal, G.; S.R. Resmi; Tripathi, A.; Timbadiya, P. V.; Patel, P. L. (2015) "Investigation of long-term trends and temporal variability of rainfall in Surat District, Gujarat" *Proceeding in International conference on India Water Week – Held at Pragati Meda*, New Delhi.
- Loliyana, V.; Sharma, P. J.; Nagpal, G.; S.R. Resmi; Tripathi, A.; Timbadiya, P. V.; Patel, P. L. (2015) "Investigation of long-term trends and temporal variability of rainfall in Surat District, Gujarat", *Proceeding in International conference on India Water Week – Held at Pragati Meda*, New Delhi.
- Mirajkar, A. B.; Bhuvandas, N.; Timbadiya, P. V.; Patel, P. L.; Porey, P. D. (2012) "Monthly inflow trend analysis of Ukai reservoir using an innovative methodology", *National Conference on River Hydraulics*, Ambala, India.
- Özel, N.; Kalaycı, S.; Sevimli, F. M.; Büyükyıldız, M. (2004) "Sakarya Nehri Havzası Aylık Akım Verilerinin Parametrik Olmayan Yöntemlerle Trend Analizi", *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2), 11-22.
- Partal, T.; Kahya, E. (2006) "Trend analysis in Turkish precipitation data", *Hydrological Processes* 20(9): 2011-2026.
- Salarijazi, M.; Ali, A. M. A.; Adib, A.; Daneshkhan, A. (2012) "Trend and change-point detection for the annual stream-flow series of the Karun River at the Ahvaz hydrometric station", *African Journal of Agricultural*, 7(32), 4540-4552.
- Saplıoğlu, K.; Kilit M.; Yavuz, B. K. (2014) "Trend analysis of streams in the Western Mediterranean Basin of Turkey", *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(1), 313-327.
- Şen, Z. (2012) "Innovative trend analysis methodology", *Journal of Hydrology Engineering*, 17(9), 1042-1046.
- Şen, Z. (2014) "Trend identification simulation and application", *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3), 635-642.
- Tabari, H.; Marofi, S.; Ahmadi, M. (2011) "Long-term variations of water quality parameters in the Maroon River, Iran", *Environmental Monitoring Assessment*, 177(1), 273-287.
- Tabari, H.; Willems, P. (2015) "Investigation of streamflow variation using an innovative trend analysis approach in Northwest Iran", *E-proceedings of the 36th LAHR World Congress*, The Hague, the Netherlands.
- Tekkanat, İ. S.; Sarış, F. (2015) "Porsuk Çayı Havzasında akarsu akımlarında gözlenen uzun dönemli eğilimler", *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 69-83.
- Tekkanat, İ. S. (2015) *Porsuk Çayı Havzasında Yağış Şiddeti ile Akarsu Akımları Arasındaki İlişki ve Eğilimlerin Analizi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, ÇOMÜ Sos. Bil. Enst., Coğrafya Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Türkeş, M. (1996) "Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey" *International Journal of Climatology*, 16(9), 1057-1076.
- Wang, W.; Gelder, P. H. A. J. M. V.; Vrijling, J. K. (2005) "Trend and Stationarity Analysis for Streamflow Processes of Rivers in Western Europe in the 20th Century", *IWA International Conference on Water Economics, Statistics, and Finance*, Rethymno, Greece.
- Yeh, C. F.; Wang, J.; Yeh, H. F.; Lee C. H. (2015) "Spatial and Temporal Streamflow Trends in Northern Taiwan", *Water*, 7(2), 634-651.
- Yılmaz, V.; Büyükyıldız, M. (2009) "Batı Karadeniz Suları Havzasındaki Yüzeysel Suyu Kalitesi Parametrelerindeki Değişimin İncelenmesi ve Cluster Analizleriyle İstasyonların Sınıflandırılması", *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, Karabük, Türkiye.
- Zhang, X.; Harvey, K. D.; Hoggy, W. D.; Yuzyk, T. R. (2001) "Trends in Canadian streamflow", *Water Resources Research*, 37(4), 987-998.
- Zhang, Q.; Liu, C.; Xu, C.; Xu, Y.; Jiang, T. (2006) "Observed trends of annual maximum water level and streamflow during past 130 years in the Yangtze River basin, China", *Journal of Hydrology*, 324(1-4), 255-265.