

İKLİM BAĞLAMINDA KUZEY EGE HAVZASI AKARSU AKIMLARININ YENİLİKÇİ TREND ANALİZİ

Zehra Özden Arabacıoğlu¹, Mesut Gökcan¹, Gülnaz Çelikyurt Uzuner¹, Mehmet Ali Aydın², Melih Suluoğlu²

¹Balıkesir Büyükşehir Belediyesi, Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, 10020 Karesi/Balıkesir

²Devlet Su İşleri, 25. Bölge Müdürlüğü, Karesi/Balıkesir

zehra.arabacioglu@balikesir.bel.tr, mesut.gokcan@balikesir.bel.tr, gulnaz.celikyurtuzuner@balikesir.bel.tr, meaydin@dsi.gov.tr, msuluoglu@dsi.gov.tr

Özet

Akarsu akımlarındaki zamansal değişimlerin belirlenmesi, su kaynakları yönetimi ve geleceğe yönelik stratejilerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı, Kuzey Ege Havzası'nın Balıkesir il sınırları içerisinde yer alan akarsu akımlarının aylık eğilimlerini ortaya koymaktır. Çalışma kapsamında, Balıkesir ili sınırları içerisinde bulunan 4 akım gözlem istasyonuna (AGİ) ait yaklaşık 40 yıllık aylık toplam akım verileri kullanılmıştır. Uzun dönemli eğilimlerin belirlenmesinde Yenilikçi Trend Analizi (YTA) yöntemi uygulanmıştır. YTA yöntemi, veri dağılımına ilişkin herhangi bir varsayım gerektirmemesi ve alt dönemler arasındaki değişimleri görsel ve analitik olarak değerlendirmeye olanak sağlaması bakımından geleneksel parametrik testlere etkili bir alternatif sunmaktadır. Kuzey Ege Havzası'ndaki 4 farklı Akım Gözlem İstasyonu'nda (AGİ) yapılan Yenilikçi Trend Analizi (YTA) sonuçları, akış rejimlerinin mevsimsel döngülerle paralel olarak yaz aylarında ciddi bir zayıflama eğilimine girdiğini saptamıştır. Özellikle D04A017 nolu AGİ'de yıl boyu süregelen azalan eğilimler havzadaki su sıkıntısını ortaya koyarken, diğer AGİ'lerde kış aylarında görülen artışların yaz dönemindeki keskin düşüşlerle dengelendiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akım, Balıkesir, Kuzey Ege Havzası, Trend Analizi, Yenilikçi Trend Analizi (YTA).

INNOVATIVE TREND ANALYSIS OF RIVER DISCHARGES IN THE NORTHERN AEGEAN BASIN IN THE CONTEXT OF CLIMATE

Abstract

Identifying temporal variations in river flows is of critical importance for water resources management and the development of future-oriented strategies. The aim of this study is to determine the monthly flow trends of rivers located within the Balıkesir provincial boundaries of the Northern Aegean Basin. In this context, approximately 40 years of monthly total streamflow data obtained from four Streamflow Gauging Stations (SGSs) located within Balıkesir province were analyzed. Long-term trends were evaluated using the Innovative Trend Analysis (ITA) method. The ITA method offers an effective alternative to traditional non-parametric tests, as it does not require any assumptions regarding data distribution and allows both visual and analytical assessment of changes between sub-periods. The results of the Innovative Trend Analysis applied to four different SGSs in the Northern Aegean Basin reveal a pronounced weakening of flow regimes during the summer months, consistent with seasonal cycles. In particular, the persistent decreasing trends observed throughout the year at SGS D04A017 highlight increasing water scarcity within the basin, while at the other SGSs, increases observed during the winter months are largely offset by sharp declines during the summer period.

Keywords: Discharge, Balıkesir, North Aegean Basin, Trend Analysis, Innovative Trend Analysis (ITA).

Sorumlu Yazar: Zehra Özden Arabacıoğlu

Geliş Tarihi: 24 Aralık 2025

Kabul Tarihi: 31 Aralık 2025

Yayın Tarihi: 31 Aralık 2025

Atıf Şekli: Arabacıoğlu, Z.Ö., Gökcan, M., Uzuner, G.Ç., Aydın, M.A., Suluoğlu, M. (2025). İklim Bağlamında Kuzey Ege Havzası Akarsu Akımlarının Yenilikçi Trend Analizi, *Atmosfer ve İklim Dergisi*, 2(2), 72-80.

Makale Tipi: Araştırma Makalesi

e-ISSN: 3023-8560

GİRİŞ

Su kaynakları doğal yaşamın devamı ve insan faaliyetlerinin sürdürülebilmesi açısından temel bir role sahiptir. Ancak Dünya'daki toplam su miktarı göz önüne alındığında, doğrudan kullanıma uygun tatlı su miktarının son derece kısıtlı olduğu anlaşılmaktadır (Shiklomanov, 1993). Bu durum özellikle artan nüfus ve su talebiyle birlikte suyun nasıl yönetildiği sorusunu daha da önemli hale getirmektedir. Akarsu akımlarındaki değişimler tarımsal sulama, içme ve kullanma suyu temini gibi alanları doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, akarsu akımlarının uzun dönemli durumlarının incelenmesi yalnızca akademik bir analiz değil, aynı zamanda uygulamaya yönelik yapılması gerekenler için de bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda yapılacak bölgesel çalışmalar yerel su yönetimi açısından da hayati önem arz etmektedir (WWAP, 2019).

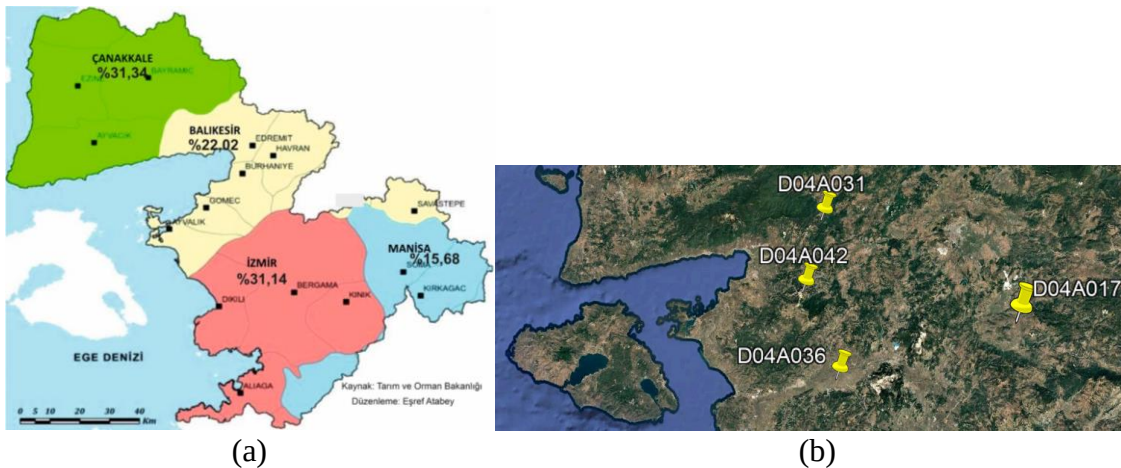
Son yıllarda iklim değişikliği ile birlikte yağış rejimlerinde ve buna bağlı olarak akarsu akımlarında farklılıklar olduğu gözlenmektedir (IPCC, 2021). Özellikle sıcaklık artışlarıyla birlikte yıl içinde düşen toplam yağış miktarlarındaki azalmalar akarsu akımlarında bazı dönemlerde ciddi düşüşlerin yaşanmasına sebep olmaktadır. İklim değişikliğinin hidrolojik sistemler üzerindeki bu etkileri akarsu rejimlerinin giderek daha değişken bir yapı kazanmasına yol açmaktadır (Milly vd., 2005).

Türkiye'de özellikle Ege Bölgesi'nde yaz aylarında akarsu akımlarında azalmalar olduğu görülmektedir. Bu durum, bölgedeki kısıtlı su potansiyeli ile birlikte değerlendirildiğinde hidrolojik kuraklık tehlikesini artıran önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Feldanmark İndeksine göre, 791,3 m³/kişi/yıl değeriyle Kuzey Ege Havzası su kıtlığı sınıfı içerisinde yer almaktadır (Atabey, 2025). Bu bağlamda, Kuzey Ege Havzası'nın Balıkesir il sınırları içerisinde yer alan akarsuların uzun dönemli akım özelliklerinin incelenmesi bölgesel su kaynaklarının mevcut durumu hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

Bu çalışmada, Kuzey Ege Havzası'nda yer alan ve Balıkesir ili sınırları içerisindeki akım gözlem istasyonlarına (AGİ) ait uzun dönemli aylık toplam akım verileri değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan Yenilikçi Trend Analizi (YTA) yöntemi, zamanla akımlarda meydana gelen farklılıkların farklı dönemler itibarıyla değerlendirilmesine imkan tanımakta olup, elde edilen bulgular havzadaki akım rejimlerinin aylık değişimini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

ÇALIŞMA ALANI, VERİ VE İKLİM

Bu çalışmada, Türkiye'de üç farklı havzada alanı bulunan Balıkesir ilinin batı kesiminde yer alan Kuzey Ege Havzası'nın Balıkesir il sınırları içerisinde kalan bölge çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1). Bu havzanı %22,02'lik kısmı Balıkesir sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu havzaya ait ve Balıkesir il sınırları dâhilinde yer alan toplam 4 akım AGİ'ye ait aylık toplam akım verileri kullanılmıştır. Şekil 1 Kuzey Ege Havzası ve AGİ konumlarını göstermektedir. AGİ'lere ait konumsal bilgiler, veri uzunlukları ve dönem aralıkları Tablo 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. (a) Kuzey Ege Havzası (Atabey, 2025) ve (b) AGİ konumları.

İncelenen AGİ'lerin tamamı 100 m'nin altında kotlara sahip olup havzanın orta kesiminde konumlanmaktadır. En düşük kot, 5 m ile E04A014 numaralı AGİ'ye aitken, en yüksek kot değeri 83 m ile D04A017 nolu AGİ'de gözlenmiştir. Çalışmada kullanılan AGİ'lere ait veri uzunlukları yaklaşık 40 yıldır. Havza özellikleri dikkate alındığında, en geniş yağış alanına sahip AGİ 112,4 km² ile D04A017 nolu AGİ iken, en küçük yağış alanı 32,0 km² ile D04A042 nolu AGİ'ye aittir.

Tablo 1. Akım Gözlem İstasyon (AGİ) bilgileri.

İstasyon No	AGİ Adı	Akarsu Adı	Yağış Alanı (km ²)	Toplam Akım (hm ³ /yıl)	Yükseklik (m)	Veri Aralığı
D04A017	Reşitköy	Karincadere	112,4	20,86	83	1973-2012
D04A031	Çamcı	Eybek Çayı	25,93	8,28	80	1975-2014
D04A042	Kavaklar	Manastır Çayı	32,0	29,85	55	1975-2014
E04A014	Mıhlı	Mıhlı Çayı	78,0	38,43	5	1975-2014

Balıkesir bulunduğu konum itibarıyla Ege kıyı bölgelerinde Akdeniz, kuzey bölgelerde Marmara ve iç bölgelerdeyse karasal iklimin etkisi altındadır. Dolayısıyla çalışma alanı da genel olarak Akdeniz iklim özelliklerini taşımaktadır (Atalay, 1997; Şensoy ve ark., 2009).

YÖNTEM

Çalışmada eğilim (trend) tespiti için Yenilikçi Trend Analizi (YTA) yöntemi kullanılmıştır. YTA, zaman serileri içersindeki eğilimlerin tespiti için kullanılan bir istatistiksel yaklaşımdır ve aşağıda verilen adımları içerir (Şen, 2012 ve 2014).

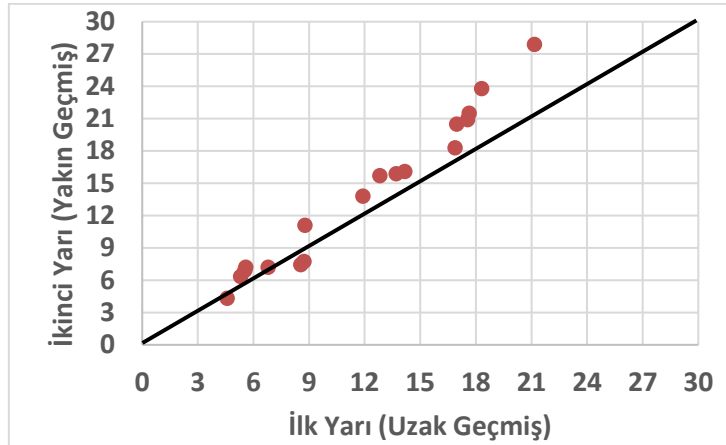
1. Zaman serisi zaman olarak 2 eşit parçaya bölünür,
2. Her bir parça artan şekilde sıralanır,
3. Sıralanmış olan verilerden ilk yarı (uzak geçmiş) X ekseni ve ikinci yarı (yakın geçmiş) ise Y ekseninde olacak şekilde bir XY kartezyen koordinat sistemi üzerinde saçılma grafiği çizilir,
4. Saçılma grafiği üzerine 45°'lik bir köşegen çizgi eklenir,
5. Saçılma grafiğinde verilerin köşegen çizginin üst (alt) bölgesinde yer alması artan (azalan) trendi (eğilimi) anlatmaktadır. Eğer veriler köşegen üzerinde yer alıyorsa, eğilimin olmadığı anlaşılır.

Şekil 2 örnek bir YTA saçılma grafiğini göstermektedir. Grafikteki noktaların genelinin köşegen çizgisinin üst bölgesinde yer alması artan eğilimi ifade eder. Ayrıca, yöntemin 2 farklı matematiksel ifadesi Denklem 1 ve 2'de verilmiştir (Şen, 2017, Alashan, 2020).

Denklemlerdeki x_i ve y_i veri kümesinin ilk ve ikinci yarılarını, $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ veri kümesinin ilk ve ikinci yarılarının ortalamalarını ve n toplam veri yarısını ifade etmektedir. YTA_P, Oransal Yenilikçi Trend Analizi olarak tanımlanmaktadır. YTA ve YTA_P değerlerinin 0 olması eğilim olmadığını gösterirken 0'dan büyük (küçük) değerler artan (azalan) eğilimi ifade eder. YTA_P küçük değerler için YTA'dan daha başarılıdır.

$$YTA = \frac{2(\bar{y} - \bar{x})}{n} \quad (1)$$

$$YTA_P = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i - x_i}{\bar{x}} \quad (2)$$



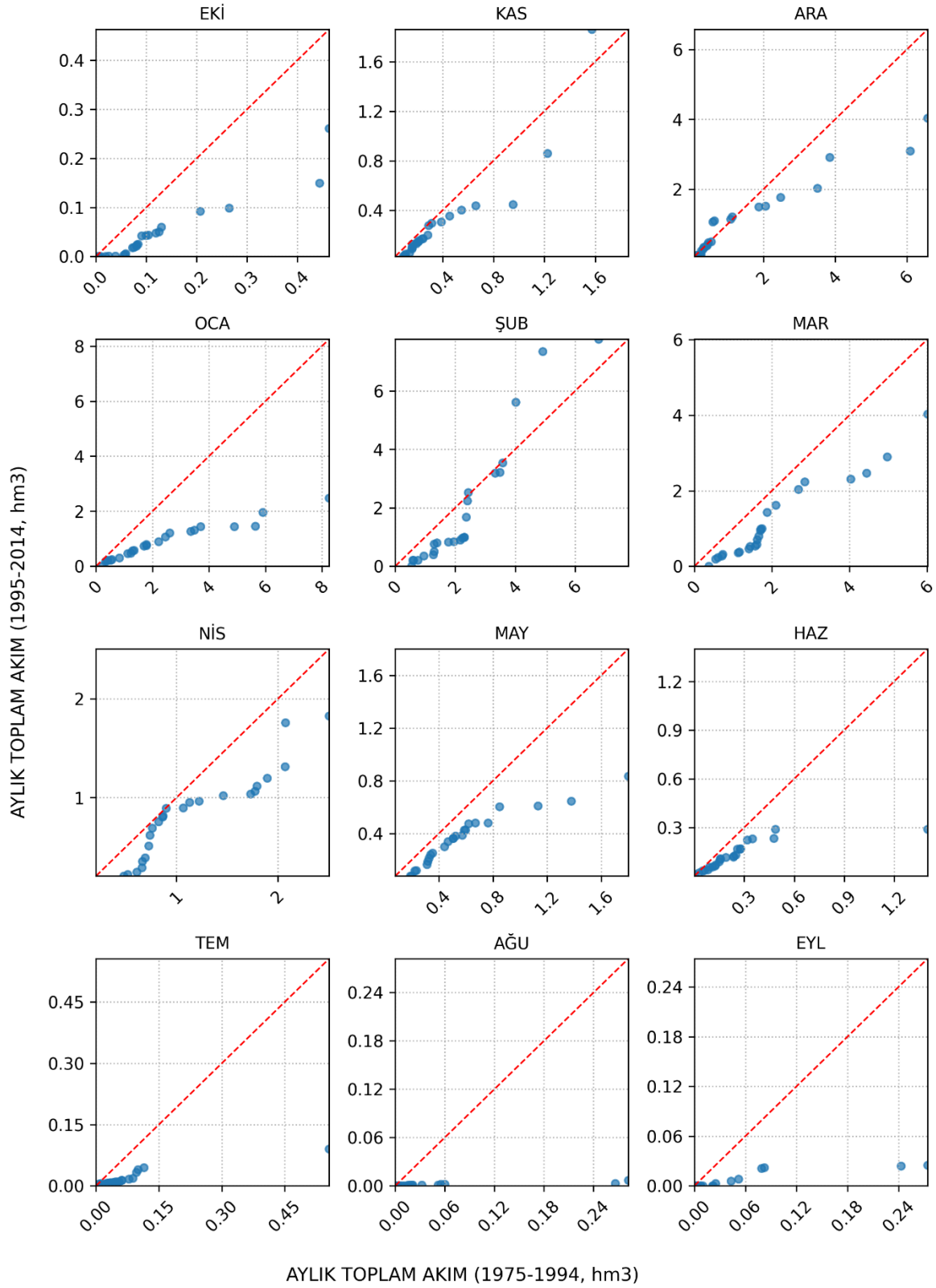
Şekil 2. Örnek bir YTA saçılma grafiği.

BULGU VE DEĞERLENDİRMELER

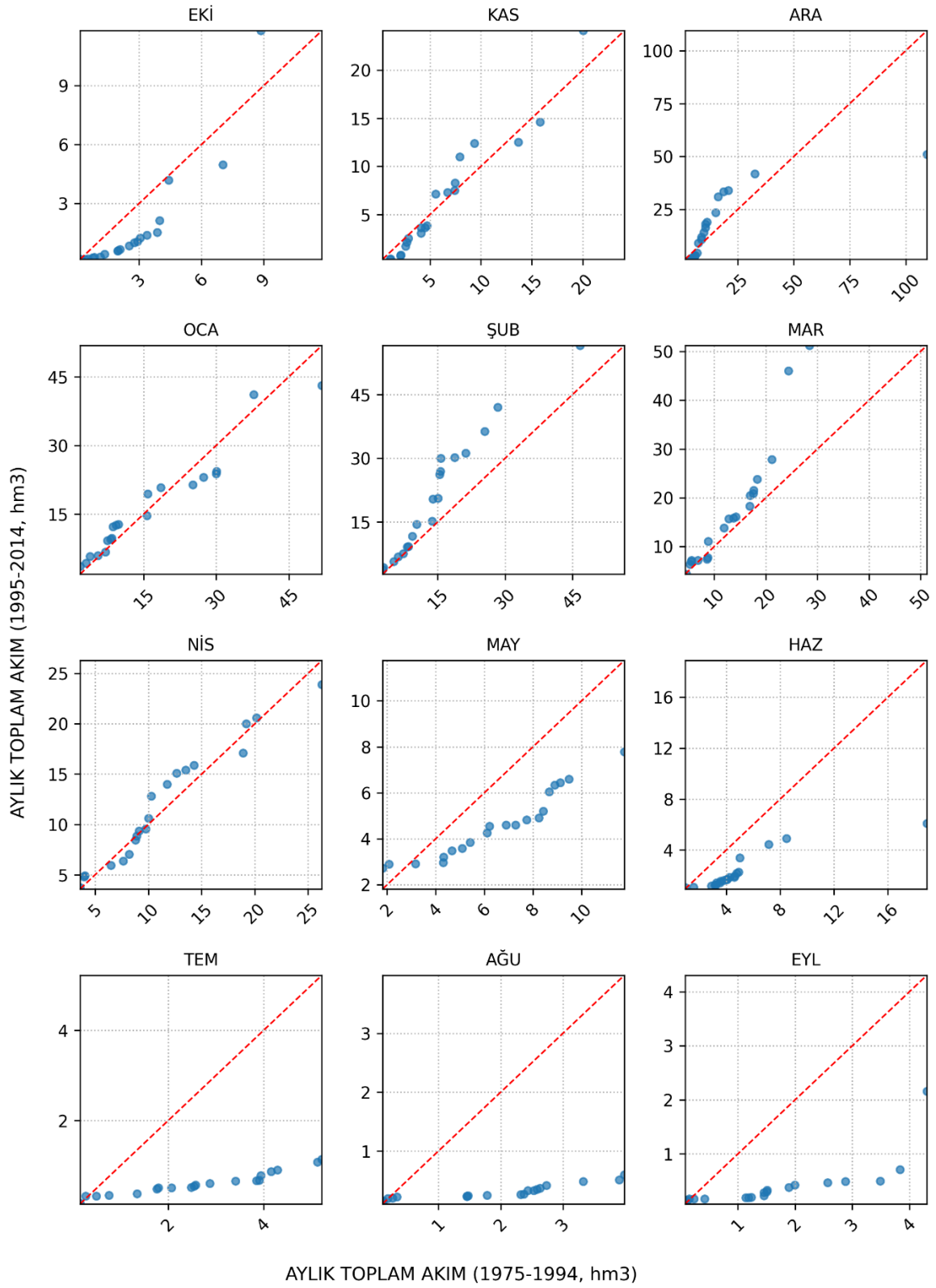
Çalışma kapsamında incelenen 4 AGİ'ye ait Yenilikçi Trend Analizi (YTA) sonuçları, havza genelinde akış rejimlerinin mevsimsel döngülerle sıkı bir bağ içerisinde olduğunu ve yaz dönemlerinde ciddi bir zayıflama eğilimine girdiğini göstermektedir. Bu bölümde yapılacak sayısal değerlendirmeler YTA_P üzerinden yapılacaktır. Tablo 2'deki istasyon bazlı YTA_P değerleri incelendiğinde, D04A017 nolu AGİ'nin diğer AGİ'lerden tüm aylarda azalan yönde ayrıştığı görülmektedir. Şekil 3-6 birlikte incelendiğinde, bu durum Şekil 3'teki saçılma grafiklerinde de açıkça görülmektedir. Bu AGİ'de yılın tüm aylarında azalan eğilim değerleri (Ocak ayında -0,64; Ağustos ayında -0,97 gibi) saptanmış olup, bu durum havzadaki su sıkıntısının en yoğun hissedildiği noktanın burası olduğunu kanıtlamaktadır. D04A031 ve D04A042 AGİ'leri ise benzer hidrolojik tepkiler vermektedir; bu AGİ'lerde Şubat ve Mart aylarında artan eğilim değerleri (0,31 ile 0,43 arası) gözlemlenirken, Haziran ayı itibarıyla başlayan sert düşüşler Ağustos ayında zirve noktasına (-0,84'e kadar) ulaşmaktadır. E04A014 nolu AGİ ise özellikle Şubat ayında saptanan 0,58'lik değerle kış akışlarında en belirgin artış eğilimine sahip hat olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca Şekil 3, 4, 5 ve 6'da görülen saçılma grafikleri ile Tablo 2'de verilen YTA_P değerleri ile uyum içerisinde. Genel bir değerlendirme yapıldığında, havzadaki tüm akarsuların yaz aylarında (Haziran-Eylül) ortak bir azalma eğilimi sergilediği, bu durumun bölgedeki hidrolojik kuraklık riskini mevsimsel olarak tetiklediği söylenebilir.

Tablo 2. Akım gözlem istasyonlarının aylara göre YTA ve YTA_P değerleri.

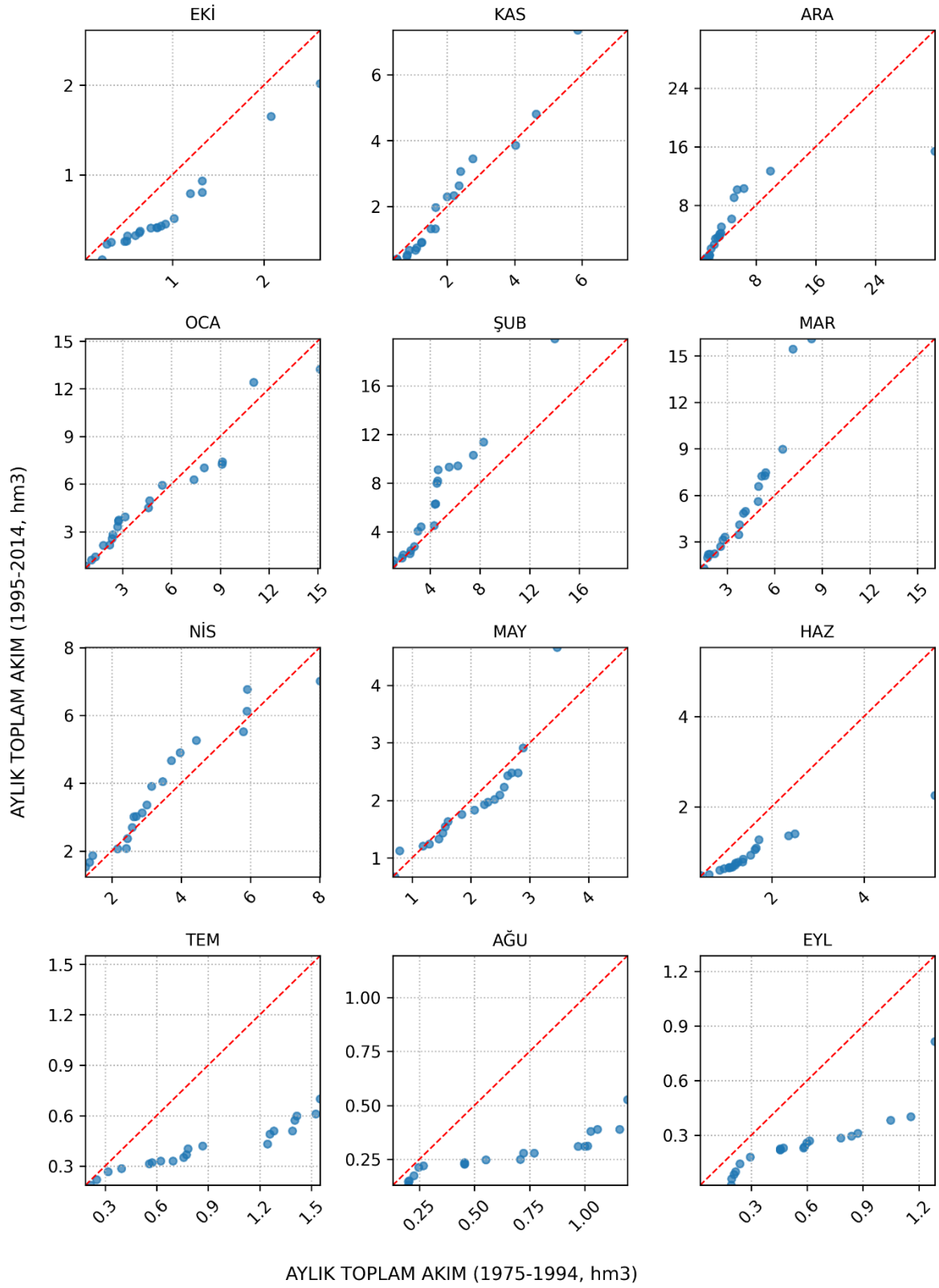
	D04A017		D04A031		D04A042		E04A014	
AYLAR	YTA	YTA_P	YTA	YTA_P	YTA	YTA_P	YTA	YTA_P
Ekim	-0,003	-0,627	-0,051	-0,376	-0,017	-0,378	-0,014	-0,324
Kasım	-0,004	-0,233	0,004	0,011	0,003	0,027	0,019	0,163
Aralık	-0,015	-0,262	0,043	0,054	0,006	0,026	0,040	0,128
Ocak	-0,062	-0,637	-0,004	-0,005	-0,001	-0,006	0,056	0,178
Şubat	-0,015	-0,157	0,294	0,405	0,094	0,430	0,162	0,576
Mart	-0,037	-0,438	0,205	0,307	0,076	0,375	0,113	0,439
Nisan	-0,014	-0,286	0,018	0,031	0,015	0,084	0,030	0,135
Mayıs	-0,009	-0,383	-0,095	-0,292	-0,004	-0,036	-0,011	-0,096
Haziran	-0,005	-0,499	-0,131	-0,543	-0,032	-0,413	-0,044	-0,512
Temmuz	-0,002	-0,763	-0,102	-0,771	-0,024	-0,540	-0,030	-0,721
Ağustos	-0,001	-0,977	-0,075	-0,836	-0,019	-0,580	-0,021	-0,843
Eylül	-0,001	-0,875	-0,059	-0,753	-0,016	-0,569	-0,018	-0,881

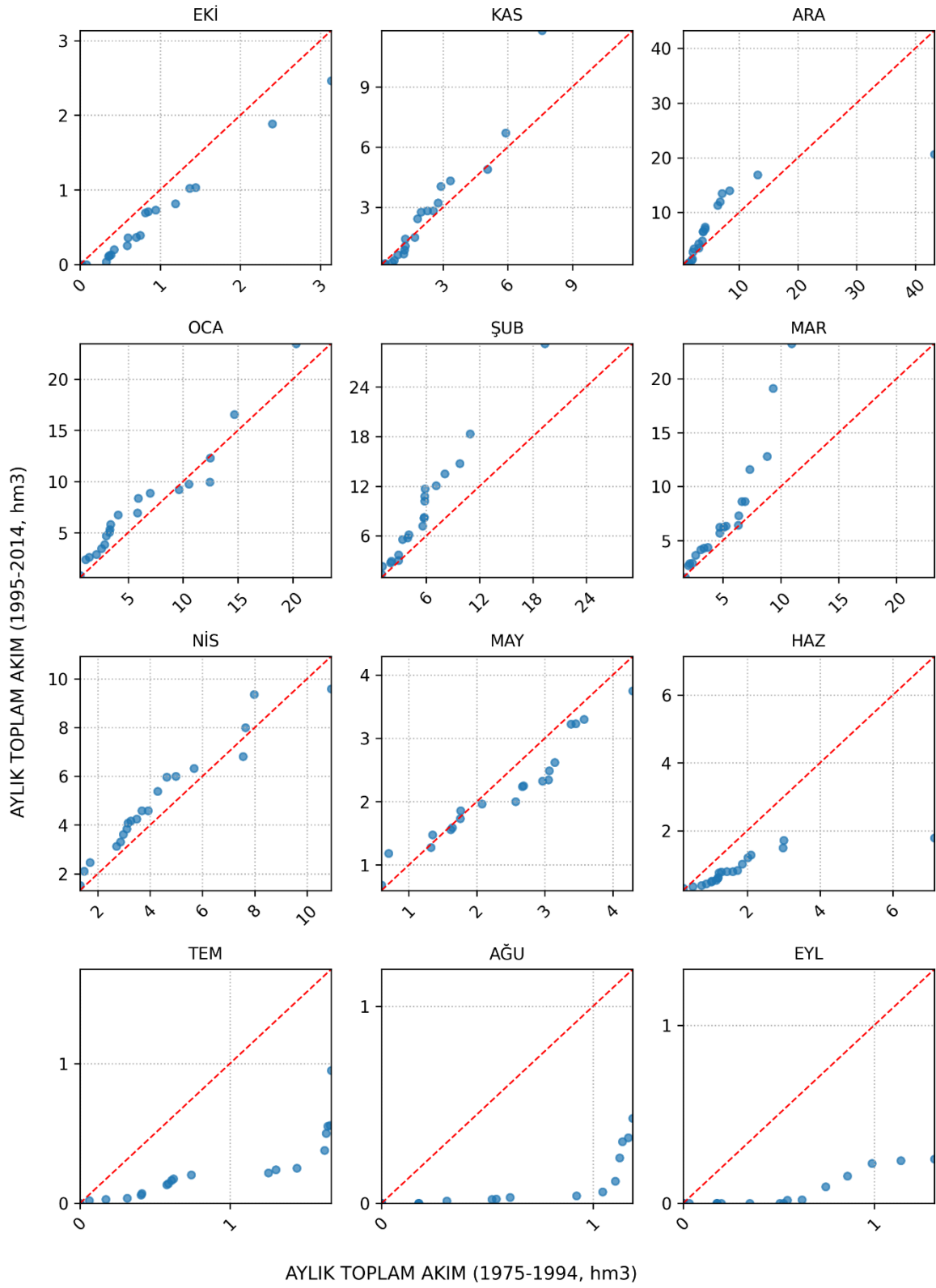


Şekil 3. D04A017 nolu AGİ'ye ait YTA saçılma grafikleri.



Şekil 4. D04A031 nolu AGİ'ye ait YTA saçılma grafikleri.





Şekil 6. E04A014 nolu AGİ'ye ait YTA saçılma grafikleri.

SONUÇLAR

Bu çalışmada Kuzey Ege Havzası'nda yer alan 4 Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) ait aylık toplam akım verileri, Yenilikçi Trend Analizi (YTA) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, havza genelinde akım rejiminin aylara göre farklı eğilimler sergilediğini ortaya koymaktadır.

YTA sonuçlarına göre, tüm istasyonların yaz aylarında akım değerlerinin yakın geçmişte (1995-2014), uzak geçmişte (1975-1994) kıyasla daha düşük değerlere yöneldiği görülmektedir. Bu durum, yaz döneminde akım dağılımının geçmiş yıllara göre zayıfladığını ve düşük akımların sıklığının arttığını göstermektedir. Buna karşılık, D04A031, D04A042 ve E04A014 nolu AGİ'lerde kış ayları ile bahar başına karşılık gelen dönemlerde akım değerlerinde sınırlı bir artış eğilimi korunmaktadır.

D04A017 nolu AGİ'de elde edilen sonuçlar, yılın büyük bölümünde yakın geçmiş akım değerlerinin uzak geçmiş değerlerinin altında konumlandığını göstermektedir. Bu bulgu, söz konusu istasyonda akım rejiminin son yıllarda genel olarak daha düşük değerler etrafında yoğunlaştığına işaret etmektedir. Diğer istasyonlarda ise eğilimler mevsime bağlı olarak farklılık göstermekte; kış ve ilkbahar aylarında görece daha dengeli bir dağılım izlenirken, yaz aylarında düşük akım koşullarının belirginleştiği görülmektedir.

Genel olarak, YTA yöntemi ile elde edilen bulgular, Kuzey Ege Havzası'nda akım rejiminin özellikle yaz aylarında düşük akımlar yönünde yeniden şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, havza ölçeğinde yürütülecek hidrolojik değerlendirmelerde ve su tahsisine ilişkin çalışmalarda, akım dağılımındaki değişimlerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar akarsu akım verileri için Devlet Su İşleri'ne teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Alashan, S. (2020). Innovative trend analysis methodology in logarithmic axis. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(3), 573-585. <https://doi.org/10.36306/konjes.668212>
- Atabey, E. (2025, 18 Haziran). *Kuzey Ege havzası su tahsis ve eylem planı*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/392785594_KUZEY_EGE_HAVZASI_SU_TAHSIS_VE_EYLEM_PLANI
- Atalay, İ. (1997). *Türkiye coğrafyası*. Ege Üniversitesi Yayınları.
- Demircan, M., Akçakaya, A., Arabacı, H., Yazıcı, B., Bölük, E., Ekici, M., Akpınar, A., & Eskiöğlu, O. (2017). *Türkiye için iklim değişikliği projeksiyonları (HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR, GFDL-ESM2M)*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, ... & B. Zhou, Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Milly, P. C. D., Dunne, K. A., & Vecchia, A. V. (2005). Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, 438(7066), 347-350. <https://doi.org/10.1038/nature04312>
- Shiklomanov, I. A. (1993). World fresh water resources. P. H. Gleick (Ed.), *Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources* içinde (ss. 13-24). Oxford University Press.
- Şen, Z. (2012). Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), 1042-1046. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000556](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000556)
- Şen, Z. (2014). Trend identification simulation and application. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3), 06013003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000811](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000811)
- Şen, Z. (2017). Innovative trend significance test and application. *Theoretical and Applied Climatology*, 127(3-4), 723-731.
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y., & Balta, İ. (2009). *Türkiye iklimi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- WWAP (UNESCO World Water Assessment Programme). (2019). *The United Nations world water development report 2019: Leaving no one behind*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>