

## SICAKLIK VE YAĞIŞ VERİLERİNİN YENİLİKÇİ TREND ANALİZİ YÖNTEMLERİYLE ANALİZ EDİLMESİ: KÜÇÜK MENDERES HAVZASI ÖRNEĞİ, TÜRKİYE

*Begüm GÜNEŞ* \*<sup>ID</sup>  
*Batuhan DEMİRTAŞ* \*<sup>ID</sup>  
*Gamze TUNCER* \*<sup>ID</sup>  
*Osman SÖNMEZ* \*<sup>ID</sup>

Alınma: 25.04.2024; düzeltme: 16.05.2024; kabul: 26.06.2024

**Öz:** İklim değişikliği, aşırı yağış/sıcaklık, taşkın veya kuraklık gibi ekstrem olaylara sebebiyet verebilmektedir. Bu çalışmada ülkemizin önemli havzalarından biri olan Küçük Menderes Havzasının uzun vadeli bölgesel eğilimlerinin yönünü belirlemek için Yenilikçi Şen (ITA) ve Yenilikçi Poligon Trend (IPTA) Analizi yöntemleri kullanılmıştır. 6 istasyonun (Kuşadası, İzmir Bölge, Çeşme, Ödemiş, Seferihisar ve Selçuk) 1972-2023 periyodu aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri çalışmada analiz edilmiştir. Bu verilerin homojenliği Buishand, Pettitt, Standard Normal Homogeneity Test (SNHT) ve von Neumann Ratio Test yöntemleri ile sınanmıştır. ITA yönteminde veriler düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırılmış ve grafiklere %1,%2 ve %3 eğilim çizgileri çizilmiştir. Toplam yağışlar incelendiğinde orta sınıfta trend gözlenmezken, yüksek sınıfta ortalama %0,33 oranında artan trend gözlenmiştir. Ortalama sıcaklık verileri incelendiğinde ise düşük, orta ve yüksek sınıfta sırasıyla ortalama %0,92, %1,67 ve %2,42 oranında artan trend gözlenmiştir. IPTA yönteminde ise istasyonların ay bazında trend uzunlukları, eğimleri ve yönleri bulunmuştur. Sıcaklık verileri hemen hemen tüm istasyonlarda artan trend bölgesi içinde kalmıştır. Yağış verilerindeyse dinamik bir tabloyla karşılaşılmaktadır. Analizler sonucunda ilerleyen periyotta hem sıcaklık hem de yağışlar için artan trend gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Trend Analizi, Yenilikçi Şen Yöntemi, Yenilikçi Poligon Yöntemi, Türkiye, Küçük Menderes Havzası, İklim değişikliği

### Analysis of Temperature and Precipitation Data Using Innovative Trend Analysis Methods: Kucuk Menderes Basin, Türkiye

**Abstract:** Climate change can cause extreme events such as floods or droughts. In this study, ITA and IPTA methods were used to determine the direction of long-term regional trends of Küçük Menderes Basin. The monthly average temperature and total precipitation data of 6 stations for 1972-2023 were selected for analysis in the study. The homogeneity of these data was tested by Buishand, Pettitt, Standard Normal Homogeneity, and von Neumann Ratio Test methods. In the ITA method, the data were classified as low, medium, and high and 1-2-3% trend lines were drawn on the graphs. When total precipitation was analyzed, no trend was observed in the medium class, while an increasing trend of 0.33% was observed in the high class. When the average temperature data were analyzed, an increasing trend was observed in the low, medium and high classes by 0.92%, 1.67% and 2.42%, respectively. In the IPTA method, trend lengths, slopes and directions of the stations on monthly basis were found. Temperature data remained within the increasing trend region in almost all stations. A dynamic picture is encountered in precipitation data. As a result of the analysis, an increasing trend was observed for both temperature and precipitation in the following period.

**Keywords:** Trend Analysis, ITA Method, IPTA Method, Türkiye, Kucuk Menderes Basin, Climate change

\* Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 54050, Serdivan, Sakarya, Türkiye  
İletişim Yazarı: Gamze Tuncer (gtuncer@sakarya.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Dünya kontrolsüz insan faaliyetleri, artan nüfus, volkanik küller ve sera gazlarının atmosfere salınımı sonucunda iklim değişikliğiyle karşı karşıya kalmaktadır. Fosil yakıtların aşırı kullanımı ve ormansızlaşma gibi insan faaliyetlerinin etkisiyle dünya genelinde artan sıcaklık, kuraklık, sel, orman yangınları ve buzulların erimesi gibi olayları beraberinde getirerek gezegenimizin ekolojik denge ve yaşam şartlarını tehdit eden iklim değişikliğine sebep olmaktadır. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının artması, iklimdeki bu değişikliklerin bir başka ana nedenidir. Bu durum doğal yaşamı, ekosistemleri ve insanların yaşamını ciddi oranda etkilemektedir. İklim değişikliği ile mücadele etmek, küresel iş birliği ve sürdürülebilir çözümler gerektirir. İklim değişikliğinin olumsuz etkileri tüm dünyada bariz olarak gözlenmektedir, Türkiye gibi yarı kurak iklim kuşağında bulunan ülkeler için ise daha fazla tehlike arz etmektedir (Akyüz ve diğ. 2018). Ülkemizin tarım ekonomisi ve su kaynakları iklim değişikliğinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Düzensiz yağışlar, kuraklık ve su kaynaklarının azalması gibi faktörler, tarım verimliliğini ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğini tehdit edebilir. Türkiye, zengin biyoçeşitliliğiyle bilinen bir ülkedir. Ancak iklim değişikliği, ekosistemleri ve biyoçeşitliliği olumsuz etkileyerek endemik türlerin yaşamını tehdit edebilir. Ayrıca iklim değişikliği, Türkiye'nin ekonomik gelişimine ve kalkınmasına da etki edebilir. Tarım, turizm, enerji ve altyapı gibi sektörler de iklim değişikliğinin etkilerinden doğrudan etkilenebilir. İklim değişikliğinin bir başka etkisi ise su kaynakları üzerindedir. Artan nüfus popülasyonu ve küresel ısınma gibi faktörlerden dolayı deniz, göl ve akarsu gibi su kaynaklarının yönetimi oldukça önemli bir husus haline gelmiştir. Bu kaynakların sürekliliği için yağışlar ve sıcaklık büyük önem arz etmektedir. Yağış desenlerindeki değişiklikler su kaynaklarının miktarını ve dağılımını etkileyebilir. Artan yağışlar sel riskini artırırken, artan sıcaklık ise kuraklık ve su kıtlığı riski meydana gelmesine sebep olabilir. Sıcaklığın nem ve yağış gibi meteorolojik veriler üzerinde belirgin değişikliklere neden olduğu düşünülmektedir. Yağış, küresel su döngüsünün temel bir bileşenidir ve bölgesel iklim özelliklerinde önemli bir değişkendir (Wu ve diğ. 2022). Yağıştaki değişimler nehir akışında değişikliğe sebep olmakta bu durumda taşkın gibi ekstrem olayların yaşanma sıklığını etkilemektedir. Taşkınların yaşanması ise can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. Başka bir husus da tarımın doğrudan zarar görmesidir. Türkiye, iklim değişikliğinin etkilerini derinden hissetmekte ve bu durum hem ekosistemleri hem de yerel ekonomiyi etkilemektedir. İklim değişikliği, sıcaklık artışları, yağış düzensizlikleri ve ekstrem hava olaylarının sıklığındaki artışlarla kendini göstermektedir. Bu değişiklikler, tarımsal verimlilikten su kaynaklarının yönetimine kadar pek çok alanda olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Ülkemizde havzaların büyüklüğü, daha önce çalışma yapıp yapılmadığı ve ülkemiz için önemi gibi hususlar birlikte değerlendirildiğinde İç Ege Bölgesi'nde yer alan ve yıllık ortalama yağış miktarı 300-500 mm olan Küçük Menderes Havzası bu nedenle seçilmiştir. Küçük Menderes Havzası'nda yaşanan iklim değişiklikleri, bölgenin doğal kaynaklarını ve tarımsal üretimini tehdit etmekte, yerel halkın yaşamını doğrudan etkilemektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, Küçük Menderes Havzası'nda sıcaklıkların arttığını ve yağışların düzensiz hale geldiğini göstermektedir (Özkan ve diğ. 2019). Bu durum, havzanın su kaynaklarının azalmasına ve tarımsal üretimde belirsizliklere yol açmaktadır. Özellikle, yaz aylarında artan su ihtiyacı ve azalan su rezervleri, bölgedeki çiftçileri zor durumda bırakmaktadır. Ayrıca, iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkan aşırı hava olayları, tarım arazilerine ve ürünlere zarar vererek ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Karaca, 2021). Bu çalışmada seçilen Küçük Menderes havzasının yaklaşık yarısı tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Özellikle Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan bir çalışmada (2014) yer alan havza bazlı projeksiyonlara göre, havzada gelecekte sıcaklık değerlerinde ortalama 3-5 °C'lik artışlar yaşanacağı görülmektedir. Çalışmanın amacı trend analiz yöntemi kullanılarak nesnel, niceliksel ve niteliksel olarak

geleceğe yönelik tahminler yapmaktır. Yapacağımız bu tahminler su kaynakları sistemlerinin, tarım ve hayvancılığın düzenlenmesine veya yönetilmesine yardımcı olabilir. Bu çalışmada yenilikçi trend analiz yöntemlerinin etkisini ve duyarlılığını göstermek amacıyla geleneksel yöntemler yerine yenilikçi yöntemler tercih edilmiştir. Çalışmanın yenilikçi yöntemlerden yararlanılarak yapılmasının sebeplerinden biri sadece yenilikçi yöntemler kullanılarak Küçük Menderes Havzası özelinde analiz edildiği benzer bir çalışmanın literatürde bulunmamasıdır. Bu nedenle Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan ve analiz edilmesi planlanan aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verilerine Yenilikçi Şen (ITA) ve Yenilikçi Poligon (IPTA) yöntemleri uygulanacaktır.

## 2. ÇALIŞMA ALANI

Türkiye'nin batısında, Ege Bölgesinde yer alan Küçük Menderes Havzası (Şekil 1), Batı Anadolu'da  $38^{\circ}41'05''$  ve  $37^{\circ}24'08''$  kuzey enlemleri ile  $28^{\circ}24'36''$  ve  $26^{\circ}11'48''$  doğu boylamları arasında konumlanmış bir çöküntü havzasıdır (Şahin ve diğ. 2017). Bu havza Türkiye'nin 3 tane ilini içine almaktadır. Bu illerden İzmir'in havza içindeki toplam alanı 666.258 ha olup, havza alanının %95'ini kaplamaktadır. Bu haliyle havzadaki en büyük alana sahip il İzmir'dir. Havzanın 25.959 ha alanı Aydın ilinde, 5.658 ha alanı ise Manisa ilinde yer almaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Türkiye yüzölçümünün %0,897'lik kısmını kaplayan ve toplam 700.743 ha alana yayılan Küçük Menderes Havzası'nda tarım yapılan topraklar 314.137 ha olup, havzanın yaklaşık %44,8'ini oluşturmaktadır. Bu alanın %52'sinde sulu tarım, %48'lik kısmında ise kuru tarım yapılmaktadır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2018). Bu havzada kuraklık/taşkın gibi aşırı olayların gerçekleşmesi durumunda tarım ürünleri doğrudan etkilenecektir. Bu durum zeytin, pamuk gibi ihraç ettiğimiz ürünlerin yetiştirilmesine olumsuz etki edeceğinden ülke ekonomisi de doğrudan zarar görecektir. Bunun yanı sıra tarım sektörünün olumsuz etkilenmesi hayvancılık sektörünün de aleyhinedir. Bu durumlar göz önüne alındığında havzanın ilerleyen zaman diliminde yağış ve sıcaklık gibi meteorolojik verilerdeki değişimi üzerine araştırma yapılmalıdır. Bu araştırma trend analizi yöntemi ile mümkündür. Havza içinde toplamda 36 adet meteoroloji gözlem istasyonu bulunmaktadır, ancak trend analizi yöntemi uygulanabilecek uzun yıllar gözlem yapmış ve halen gözlem yapmaya devam eden (1972- 2023) 6 adet istasyon (Tablo 1) bulunmaktadır. Bu istasyonlardan alınan aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerine Yenilikçi Şen (ITA) ve Yenilikçi Poligon (IPTA) Trend Analizi yöntemleri uygulanmıştır.

**Tablo 1. İstasyon bilgileri**

Parametre	İstasyon	Ortalama	Standart Sapma	Min	Maks	Varyasyon	Çarpıklık
Aylık Ortalama Sıcaklık	Kuşadası	17,44	6,17	5,80	29,50	38,10	0,06
	İzmir Bölge	18,10	7,03	6	31	49,54	0,07
	Çeşme	17,40	6,03	6,30	28,30	36,36	0,06
	Ödemiş	16,66	7,26	4	29,30	52,83	0,10
	Seferihisar	17,17	6,71	4,70	3,40	45,08	0,12
Aylık Toplam Yağış	Kuşadası	51,01	61,59	0	336,60	3793,90	1,58
	İzmir Bölge	57,80	68,03	0	409,80	4628,18	1,61
	Çeşme	47,17	59,32	0	293,60	3519,49	1,58
	Ödemiş	47,05	50,11	0	337,70	2511,40	1,42
	Seferihisar	50,33	63,42	0	435,40	4022,10	1,76
	Seçuk	55,35	64,96	0	326,50	4219,92	1,50



**Şekil 1:**  
Küçük Menderes Havzası lokasyon haritası

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, çalışma alanında seçilen 6 adet meteoroloji gözlem istasyonundan alınan aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri, yenilikçi trend analiz yöntemlerinden ITA ve IPTA yöntemleri ile analiz edilmiştir.

#### 3.1. Homojenlik Analizi

Homojenlik analizi, verilerin belirli bir zaman diliminde veya farklı örneklem gruplarında tutarlı olup olmadığını belirleyerek, trendlerin ve değişimlerin doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlar. Özellikle uzun dönemli veri setlerinde, ölçüm yöntemlerindeki değişiklikler, cihaz kalibrasyonlarındaki farklılıklar, istasyonun bulunduğu bölgelerdeki lokal değişimler veya istasyonların zarar görmesi gibi faktörler verilerde tutarsızlıklara neden olabilir, bu nedenle istasyonlarda ölçülen verilerin homojenliğinin değerlendirilmesi gerekmektedir (Babacan ve diğ. 2022). Hidrolojik veri setlerinin homojenliğinin analizinde literatürde sıklıkla kullanılan (Kocsis ve diğ. 2019; Kabbilawsh ve diğ. 2023; Al-Bazaz ve Agha, 2023; Mohammed ve Scholz, 2024;) sırasıyla; Buishand's Test (BT) (Buishand, 1982), Pettitt's Test (PT) (Pettitt, 1972), Standard Normal Homogeneity Test (SNHT) (Alexandersson, 1986) ve von Neumann Ratio Test (VNRT) (Von Neumann, 1941) gibi mutlak homojenlik analizi yöntemleri bu çalışmada Kuşadası, İzmir Bölge, Çeşme, Ödemiş, Seferihisar ve Selçuk istasyonlarının gözlem verilerinin %5 anlamlılık düzeyinde homojenliğinin saptanmasında kullanılmıştır. Bu testler ile veri setindeki her bir verinin ortalamadan sapmasını/kaymasını analiz edilerek veri setinin homojen olup olmadığı sonucuna varılmaktadır (Keskin ve diğ. 2023). Sıfır hipotezi ( $H_0$ ), verilerin homojen olduğunu kabul ederken, alternatif hipotez ( $H_1$ ) ise verilerde bir değişimin olduğunu kabul eder (Kocsis ve diğ. 2019). Bu dört homojenlik analiz yöntemlerinin test istatistikleri ile ampirik anlamlılık düzeyi (p-değeri) excel elektronik tablosu, XLSTAT kullanılarak hesaplanmıştır. Mutlak homojenlik testlerinin sonuçlarına göre, veri setinin homojenliği 3 farklı sınıfta değerlendirilir (Wijngaard ve diğ. 2003). Bu sınıflar Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2. Homojenlik test sonuçlarının sınıfları**

Sınıf	Reddedilen $H_0$ hipotez sayısı	Yorum
Sınıf 1	0-1	Homojen
Sınıf 2	2	Şüpheli
Sınıf 3	3-4	Oldukça şüpheli

#### 3.2. Yenilikçi Şen Yöntemi (ITA)

Trend analizi yöntemlerinden ITA, Şen tarafından 2012 yılında ortaya atılmıştır (Şen, 2012). Analiz edilmesi öngörülen verilere bu metot uygulanarak verilerdeki trend gözlemlenir. Yöntemin uygulanma aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Veriler iki eşit parçaya bölünür.
- Her parçadaki veriler kendi içerisinde küçükten büyüğe doğru sıralanır.
- Kartezyen koordinat sisteminde x eksenine ilk parçadaki, y eksenine ise ikinci parçadaki veriler yazılır, bu noktalar eşleştirilir ve saçılım grafiği oluşturulur.
- Bu grafiğe 1:1 eğim çizgisi çizilir ve bu çizgi grafiği iki eşit üçgene böler (Şekil 2).
- Saçılım grafiğindeki noktaların, çizilen 1:1 eğimli doğruya göre konumları kontrol edilir. Çoğunluk çizginin üstündeyse "artan trend", çizginin altındaysa "azalan trend", çizgide ise "trend yok" yorumları yapılır (Sönmez ve Tuncer, 2023).

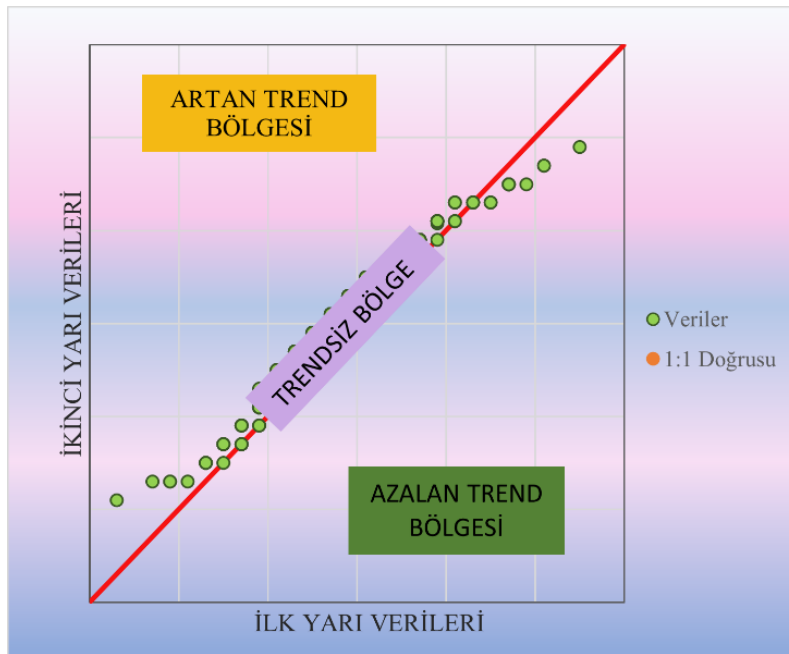
Yenilikçi Şen Trend Analizi yönteminde analiz yorumunu daha detaylı bir şekilde yapabilmek için veri seti aralığı sınıflara bölünmektedir (Şen, 2012). Bu çalışmada bu sınıflar

oluşturulurken veri setinin ortalaması ve standart sapması gibi istatistiksel değerlerden faydalanılmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3. Veri sınıfları**

Küme sınıfları	Veriler
Yüksek	$\mu + \sigma < x$
Orta	$\mu - \sigma < x < \mu + \sigma$
Düşük	$x < \mu - \sigma$

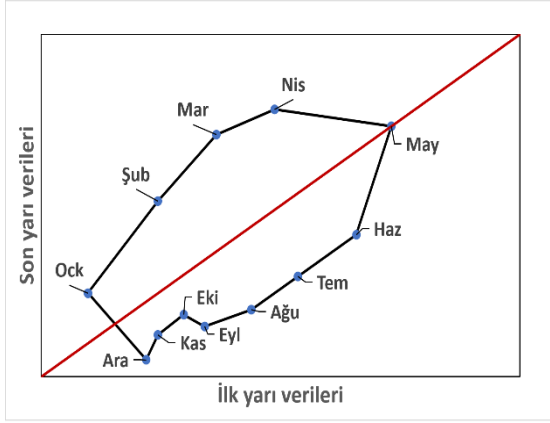
$\mu$ : zaman serisinin ortalaması  
 $\sigma$ : zaman serisinin standart sapması



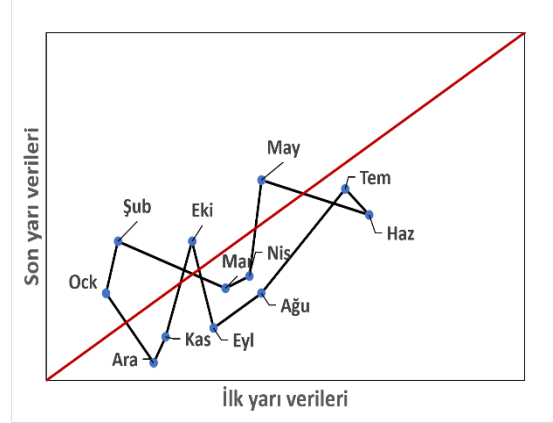
**Şekil 2:**  
Yenilikçi Şen Yöntemi

### 3.3. Yenilikçi Poligon Yöntemi (IPTA)

IPTA, 2019 yılında Şen tarafından geliştirilmiştir (Şen, 2019). IPTA yöntemi zaman serileri arasındaki (örneğin aylar) eğilimleri tespit eder. Tespit edilen eğilimler arasındaki geçişi poligon olarak görselleştirir. Bu yöntemde veriler 2 yarıya ayrılır. İlk yarı x eksenine, ikinci yarı y eksenine yazılarak saçılım grafiği oluşturulur. Bu grafiğe 1:1 (45°) çizgisi eklenir (Şen, 2021). Ardışık aylar arasındaki noktalar 12 kenarlı bir çokgen oluşturacak şekilde düz çizgilerle birleştirilir. Birleştirilen bu çizgilerin eğimi hem dikey hem de yatay yönde birbirine yeteri kadar yakınsa ardışık ayların ortalamasında kayda değer bir farklılık olmadığı kabul edilir (Şen, 2021). Oluşan çokgen, serinin zaman karşısındaki davranışı hakkında bize bilgi verir. Çokgenin alanı ne kadar küçükse aylık yağış ve hidro-meteorolojik olay oluşumu o kadar istikrarlıdır (Şen, 2019). Mevcut çokgen kimi zaman düzgün olabileceği gibi (Şekil 3) kimi zaman da dinamik ve karmaşık olabilir. (Şekil 4)



**Şekil 3:**  
Örnek Düzgün Çokgen



**Şekil 4:**  
Örnek Düzgün Olmayan Çokgen

Bu durum incelenen meteorolojik olayın durumu ile doğru orantılıdır (Gümüş ve diğ. 2022). Çokgeni oluşturan çizgilerin uzunluğu bize veriler arasındaki farkı verir. Fark ne kadar fazlaysa aylar arasındaki veri değişimi de o kadar fazla olacaktır. Çizgilerin eğimi ise değişimin serideki ortalama değişime etkisini gösterir (Gümüş ve diğ. 2022). Sıcaklık ve yağış değişkenlerinin yıl içerisindeki davranışları poligonların şekillerine bağlı olarak trend uzunluğu, eğimi ve yönleri ile yorumlanarak Tablo 2 ve Tablo 3'te gösterilmiştir. IPTA metoduna göre trendin uzunluğu ve eğimi sırasıyla eşitlik 1 ve 2'deki gibi hesaplanır.

$$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

$$\frac{(y_2 - x_2)}{(y_1 - x_1)} \quad (2)$$

Bu denklemlerde bulunan  $x_1$  ve  $x_2$  değerleri yatayda birinci yarıdaki ardışık iki noktanın değeri (örneğin; ocak ve şubat),  $y_1$  ve  $y_2$  değerleri ise düşeyde ikinci yarıdaki ardışık iki noktadaki değerlerini temsil etmektedir.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada, Küçük Menderes havzasında bulunan altı meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık gibi iklim parametrelerine 1972-2023 yılları arasında homojenlik analizi uygulanmıştır. Buishand, Pettitt, SNHT ve Von Neumann yöntemleri heterojenliği tespit etmek için %5 anlamlılık düzeyinde kullanılmıştır. Daha sonra bu parametrelerin veri setine Yenilikçi Şen Yöntemi (ITA) ve Yenilikçi Poligon Yöntemi (IPTA) uygulanmıştır.

##### 4.1. Homojenlik Analizi Sonuçları

Aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık serilerinin homojenlik analizi sonuçları sırasıyla Tablo 4 ve Tablo 5'te gösterilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde yağış serileri için istasyonların hepsi homojen olarak tespit edilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde sıcaklık serileri için 2 istasyonun (Kuşadası, Seferihisar) homojenliği oldukça şüpheli bulunurken diğer tüm istasyonlar homojen olarak tespit edilmiştir. Buishand, Pettitt ve SNHT homojenlik test sonuçlarına göre: Kuşadası ve Seferihisar istasyonları 1972-2023 yılları arası aylık ortalama sıcaklık veri seti 1998 yılının nisan ayında kırılmaya uğramıştır. Kuşadası istasyonu için

değişim noktası olan 04/1998 tarihinden önce ortalama sıcaklık verilerinin ortalaması 16.488°C iken, 04/1998 tarihinden sonra 18.432 °C'dir. Seferihisar istasyonu için değişim noktası olan 04/1998 tarihinden önce ortalama sıcaklık verilerinin ortalaması 16.350°C iken, 04/1998 tarihinden sonra 18.018 °C'dir (Şekil 5).

İzmir Bölge, Çeşme, Ödemiş ve Selçuk istasyonlarında kaydedilmiş aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verilerinin homojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sayede bu istasyonlarda gözlenmiş sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizinde gerçeğe uygun olmayan çıktı elde etmeyeceği düşünülmüştür. Kuşadası ve Seferihisar istasyonlarında kaydedilmiş aylık toplam yağış verilerinin homojen olduğu saptanırken ve aylık ortalama sıcaklık verilerinin homojen olmadığı saptanmıştır. Bu sebeple iki istasyonun aylık ortalama sıcaklık verilerine uygulanan trend analizi sonuçlarının gerçeğe uygun olmayan çıktı vermesi ihtimali söz konusu olabilmektedir.

**Tablo 4. Aylık toplam yağış serilerinin homojenlik analizi sonuçları**

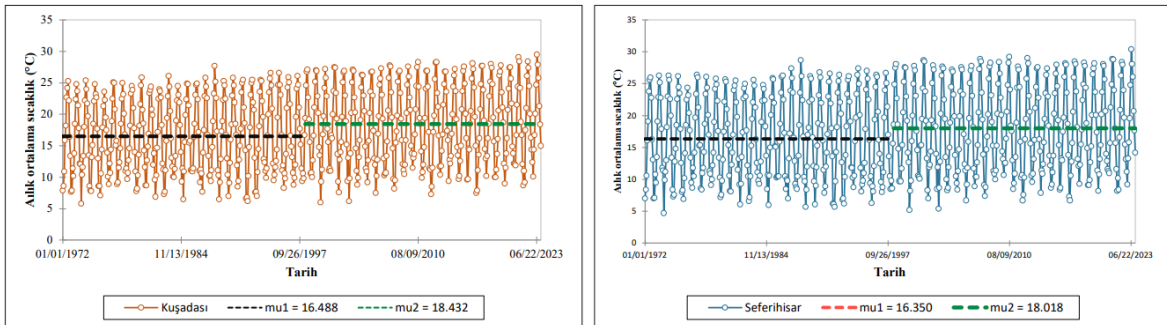
İstasyon	#İstasyon	BT	PT	SNHT	VRHT	Yorum
Kuşadası	S1	17,356	5567	2,285	<b>1,206</b>	Sınıf 1 : Homojen
İzmir Bölge	S2	16,873	6109	5,246	<b>1,278</b>	Sınıf 1 : Homojen
Çeşme	S3	15,283	6696	3,111	<b>1,179</b>	Sınıf 1 : Homojen
Ödemiş	S4	18,895	6161	6,151	<b>1,261</b>	Sınıf 1 : Homojen
Seferihisar	S5	18,364	5439	2,614	<b>1,292</b>	Sınıf 1 : Homojen
Selçuk	S6	17,589	5840	2,934	<b>1,180</b>	Sınıf 1 : Homojen

H<sub>0</sub> hipotezini reddeden test sonuçları koyu renk ile gösterilmiştir.

**Tablo 5. Aylık ortalama sıcaklık serilerinin homojenlik analizi sonuçları**

İstasyon	#İstasyon	BT	PT	SNHT	VRHT	Yorum
Kuşadası	S1	<b>49,175</b>	<b>18067</b>	<b>14,479</b>	<b>0,322</b>	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
İzmir Bölge	S2	29,479	11548	5,563	<b>0,316</b>	Sınıf 1 : Homojen
Çeşme	S3	26,539	10770	5,179	<b>0,314</b>	Sınıf 1 : Homojen
Ödemiş	S4	26,651	10180	4,190	<b>0,317</b>	Sınıf 1 : Homojen
Seferihisar	S5	<b>38,783</b>	<b>14885</b>	9,628	<b>0,318</b>	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Selçuk	S6	30,086	11290	6,861	<b>0,316</b>	Sınıf 1 : Homojen

H<sub>0</sub> hipotezini reddeden test sonuçları koyu renk ile gösterilmiştir.



**Şekil 5:**

*Kuşadası ve Seferihisar istasyonları 1972-2023 yılları aylık ortalama sıcaklık serilerinin homojenlik analiz sonucu*



## 4.2. Yenilikçi Şen Yöntemi (ITA) Sonuçları

Trend analizi yöntemlerinden ITA yönteminde analiz edilen veriler kartezyen koordinat sistemine yerleştirildikten sonra çizilen 1:1 doğrusu bu grafiği iki eşit üçgene böler. Verilerin yoğunluğu üst üçgende ise artan trend, alt üçgende ise azalan trend gözlemlenir. Şekil 6 ve Şekil 7’de sırasıyla Kuşadası, İzmir Bölge, Çeşme, Ödemiş, Selçuk ve Seferihisar istasyonlarından alınan aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerine uygulanan ITA yöntemi sonuçları görülmektedir.

### 4.2.1. Sıcaklık Verilerine Uygulanan ITA Yöntemi Sonuç Grafikleri

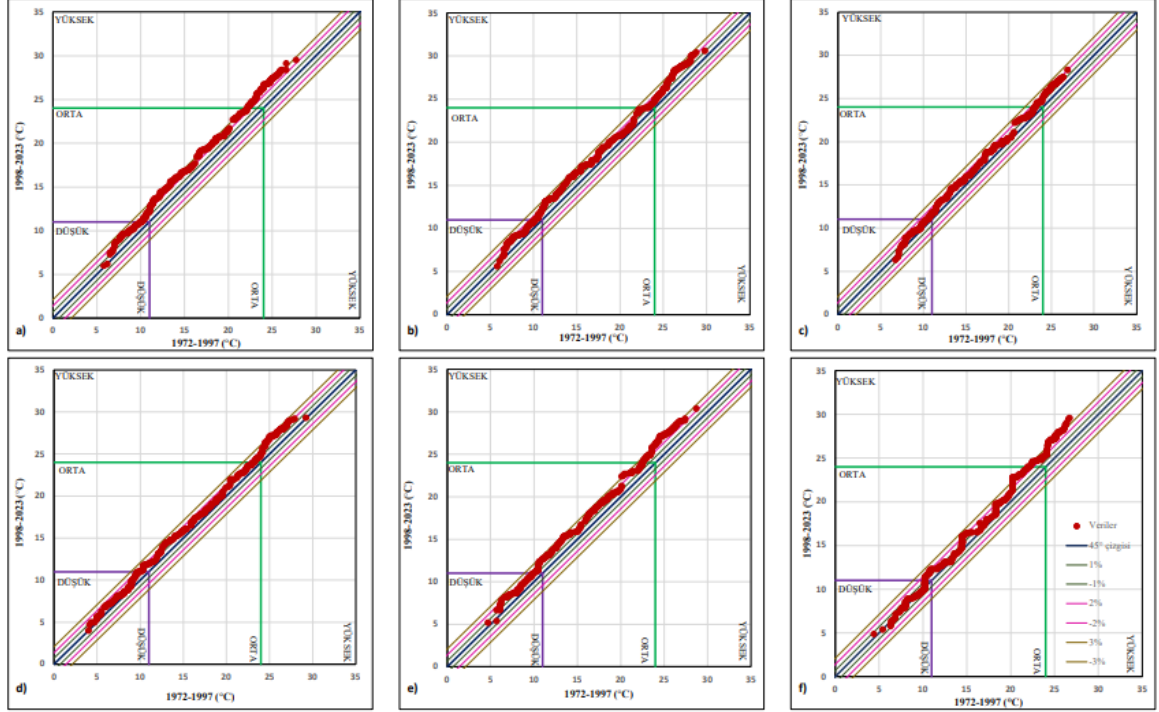
Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan aylık ortalama sıcaklık verilerine ITA metodu uygulanmıştır. (Şekil 6). Analiz edilen veriler düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 kısımda gruplanmıştır. Havza genelinde 11°C’nin altındaki veriler düşük sınıf, 11°C ile 24°C arasındaki veriler orta sınıf, 24°C’nin üstündeki veriler ise yüksek sınıf olarak nitelendirilmiştir. Kuşadası (a) ve Seferihisar (e) istasyonları düşük gruptaki veriler için (<11°C) %1,5 oranında artan trend gösterirken İzmir Bölge (b) ve Ödemiş (d) istasyonları %1 oranında artan trend göstermektedir. Çeşme (c) istasyonu düşük sınıfta %0,5 artan trend gösterirken Selçuk (f) istasyonu düşük sınıfta trendsiz bölgede kalmaktadır. Orta sınıftaki veriler (11°C-24°C) incelendiğinde İzmir Bölge (b), Ödemiş(d) ve Selçuk (f) istasyonları %1,5 oranında artan trend gösterirken Kuşadası (a) istasyonu %2,5 oranında artan trend göstermektedir. Çeşme (c) istasyonu orta sınıftaki verilerde %1 oranında artan trend gösterirken Seferihisar (e) istasyonu %2 oranında artan trend göstermektedir. Yüksek sınıftaki veriler için (>24°C) grafikler incelendiğinde Kuşadası (a), Seferihisar (e), Selçuk (f) istasyonları %3 oranında artan trend göstermektedir. İzmir Bölge (b) ve Ödemiş (d) istasyonları %2 oranında artan trend gösterirken Çeşme (c) istasyonu %1,5 oranında artan trend göstermektedir (Tablo 6).

**Tablo 6. Ortalama Sıcaklık Verileri İçin ITA Sonuçları**

Parametre	Ortalama Sıcaklık (°C)		
	Düşük	Orta	Yüksek
Alt Sınıf	Düşük	Orta	Yüksek
Aralık	<11°C	11°C-28°C	28°C>
İstasyonlar	Ortalama Trend		
Kuşadası	↗ %1,5	↗ %2,5	↗ %3
İzmir Bölge	↗ %1	↗ %1,5	↗ %2
Çeşme	↗ %0,5	↗ %1	↗ %1,5
Ödemiş	↗ %1	↗ %1,5	↗ %2
Seferihisar	↗ %1,5	↗ %2	↗ %3
Selçuk	→	↗ %1,5	↗ %3

Karşımıza çıkan bu tablo ilerleyen periyotta havzanın kuraklık problemi ile karşı karşıya kalabileceği ihtimalini gözler önüne sermektedir. Artan sıcaklık ve kuraklık riski, su kaynaklarının daha dikkatli bir şekilde yönetilmesini gerektirebilir. Su kaynakları üzerindeki baskının artmasıyla birlikte, suyun etkin bir şekilde kullanılması ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması önemli hale gelecektir. Küçük Menderes Havzası, tarım için önemli bir bölgedir. Artan sıcaklık, tarımsal üretimi olumsuz etkileyebilir ve bu da yerel

ekonomi üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir. Bu durum, tarım uygulamalarının ve sulama yöntemlerinin gözden geçirilmesini gerektirebilir.



Şekil 6:

Aylık ortalama sıcaklık verilerine uygulanan ITA yöntemi Kuşadası (a), İzmir Bölge (b), Çeşme (c), Ödemiş (d), Seferihisar (e) ve Selçuk (f) istasyonları için sonuçlar

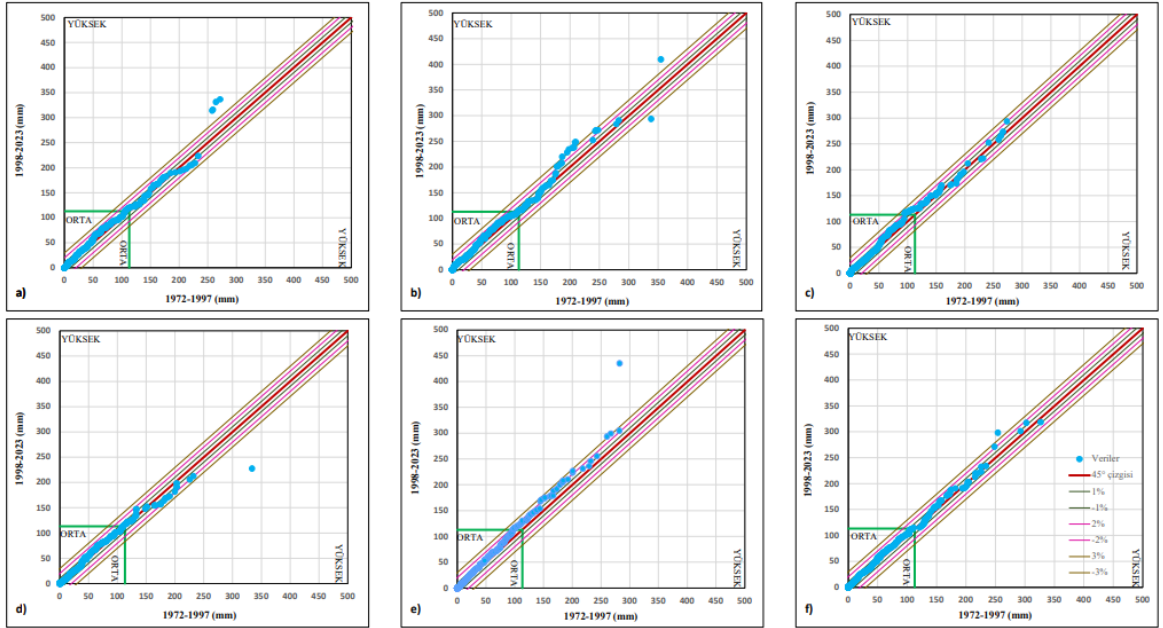
#### 4.2.2. Yağış Verilerine Uygulanan ITA Yöntemi Sonuç Grafikleri

Şekil 7 incelendiğinde Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan aylık toplam yağış verilerine uygulanan ITA metodunun sonuç grafikleri görülmektedir. Yağış verileri analiz edildiğinde düşük sınıf sınırı için hesaplanan değer (ortalama-standart sapma) -10 olarak hesaplanmıştır. Yağış miktarı negatif olamayacağından bu parametre için düşük sınıf yoktur. Yüksek sınıf sınırı 113 mm olarak hesaplanmıştır. 113 mm'nin altındaki veriler orta sınıfta yer alırken 113 mm'nin üstünde kalan veriler yüksek sınıfta yer almaktadır. Şekil 7 incelendiğinde tüm istasyonlar orta sınıfta (<113 mm) trendsiz bölgede kalmaktadır. Yüksek sınıftaki verilere (>113 mm) bakıldığında Kuşadası (a), İzmir Bölge (b) ve Çeşme (c) istasyonları %0,5 oranında artan trend gösterirken Seferihisar (e) istasyonu %1,5 oranında artan trend göstermektedir. Ödemiş istasyonu yüksek sınıftaki verilerde %1 oranında azalan trend gösterirken Selçuk (f) istasyonu trendsiz bölgede yer almaktadır (Tablo 7).

**Tablo 7. Toplam Yağış Verileri İçin ITA Sonuçları**

Parametre	Toplam Yağış (Mm)	
	Orta	Yüksek
Alt Sınıf		
Aralık	<113	>113
İstasyonlar	Ortalama Trend	
Kuşadası	→	↗ %0,5
İzmir Bölge	→	↗ %0,5
Çeşme	→	↗ %0,5
Ödemiş	→	↘ %1
Seferihisar	→	↗ %1,5
Selçuk	→	→

Artan yağışlar, su kaynaklarını artırabilir ve tarımsal sulama için daha fazla su sağlayabilir. Ancak, yüksek yağış miktarları toprak erozyonunu ve taşkın riskini artırabilir. Bu durum, tarım arazileri için zararlı olabilir ve altyapıya zarar verebilir. Yine de artan yağışlar bitki örtüsünün gelişmesini teşvik edebilir ve doğal ekosistemlerin iyileşmesine katkıda bulunabilir. Ancak, yüksek yağışlar su yollarına kirleticilerin ve erozyonun taşınmasına neden olabilir, bu da su kalitesini olumsuz etkileyebilir.

**Şekil 7:**

Aylık toplam yağış verilerine uygulanan ITA yöntemi Kuşadası (a), İzmir Bölge (b), Çeşme (c), Ödemiş (d), Seferihisar (e) ve Selçuk (f) istasyonları için sonuçları

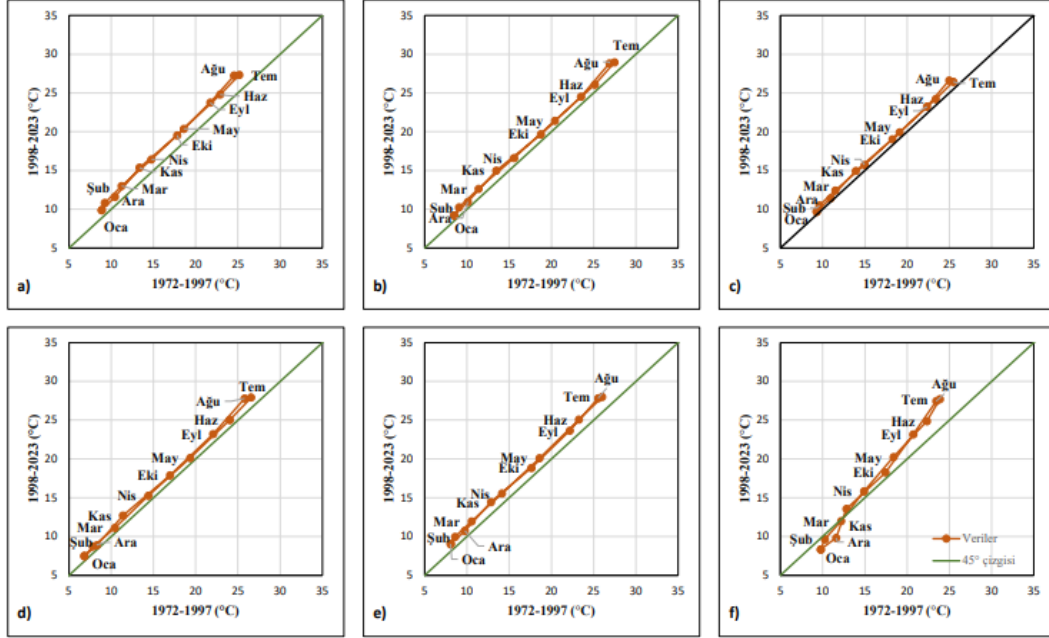
### 4.3 Yenilikçi Poligon Yöntemi (IPTA) Sonuçları

Havzadaki istasyonlardan alınan yağış ve sıcaklık verilerine IPTA yöntemi uygulanmıştır.

#### 4.3.1. Sıcaklık Verilerine Uygulanan IPTA Yöntemi Sonuç Grafikleri

ITA yönteminde olduğu gibi IPTA yönteminde de Kuşadası, İzmir Bölge, Çeşme, Ödemiş, Seferihisar ve Selçuk istasyonları için ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerindeki trendler incelenmiştir. Aylık ortalama sıcaklık verilerinin IPTA grafikleri Şekil 8’de gösterilmiştir. Trend uzunluk ve eğim bilgileri ise Tablo 8’de sunulmaktadır. Şekilde verilen IPTA grafikleri incelendiğinde belirli bir eğilim poligonu gözlemlenmektedir. Tüm istasyonlarda aylık ortalama sıcaklık verilerinin genellikle artan trend bölgesinde olduğu ortaya çıkarılmıştır. Aylık ortalama sıcaklık verileri genellikle artan trend olmasına rağmen yer yer trendsiz bölgeye oldukça yakındır. Hatta Selçuk istasyonunda kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında trendin azalan yönde olduğu görülmektedir. Grafik mevsimsel olarak değerlendirilirse kış ayları grafiğin sol alt kısmında yer alırken yaz aylarının ise sağ üst kısımda yer aldığı, ilkbahar ve sonbahar aylarının ise geçiş bölgesinde yer aldığı görülmektedir. Ayrıntılı bir incelemede eğilimler açısından beklenmedik bir durumla Selçuk istasyonu haricinde karşılaşmamıştır. Kuşadası istasyonuna ait IPTA grafiği incelendiğinde şubat ayı en yüksek trend artışı sahip kış mevsimi ayıyken, ilkbahar ve sonbahar aylarındaki durum ise mevsimsel olarak kendi içinde benzerlik göstermekte olduğudur. Aylar arasındaki geçiş uzunlukları karşılaştırıldığında, yaz ve kış mevsimlerinde görülen küçük değişikliklere karşın, ilkbahar ve sonbaharda aylar arasında kayda değer sıcaklık değişimleri söz konusudur. Kuşadası istasyonu maksimum trend uzunluk değeri ve eğimi sırasıyla; mayıs ayından haziran ayına 6,16 ve eğimi ocak ayından şubat ayına 1,55 olarak hesaplanmıştır. İzmir Bölge istasyonu için Şekil 8’de verilen ortalama sıcaklık verilerinin IPTA grafiği yorumlanırsa poligonun tüm aylar için artış trendinin olduğu ve artan trend bölgesinde kaldığı sonucuna varılmaktadır. Ortalama sıcaklığın minimum olduğu ay ocak, maksimum olduğu ay ise temmuz ayıdır. İzmir Bölge istasyonu için aylar arasındaki trend uzunlukları ve eğimleri Tablo 8’de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. İzmir Bölge istasyonu için ekim ayından kasım ayına geçişte maksimum trend uzunluğu 7,05 ve ekim ayından kasım ayına geçerken maksimum trend eğimi 1,64’tür. Çeşme istasyonu ortalama sıcaklık verilerine ait IPTA grafiğine bakıldığı zaman tüm ayların artan trend bölgesinde olduğu göze çarpmaktadır. Grafiğe göre yaz mevsiminde en yüksek ortalama sıcaklıklar temmuz ve ağustos aylarında görülmektedir. Yaz aylarının diğer istasyonlara göre daha düşük ortalama sıcaklık değerlerine sahip olması dikkat çekmektedir. aralık, ocak ve şubat aylarının ortalama sıcaklık değerlerinin 1:1 doğrusuna oldukça yakın olduğu görülmektedir. Tablo 8.’den görüleceği gibi maksimum trend uzunluğu mayıs ayından haziran ayına 6,05 ve maksimum trend eğimi ise ocak ayından şubat ayına 2,05 olarak hesaplanmıştır. Şekil 8’de yer alan Ödemiş istasyonu IPTA grafiğine bakıldığında kış ayları aralık, ocak ve şubatın 1:1 doğrusuna çok yakın olduğunu, diğer mevsimlerin aylarının ortalama sıcaklık verilerinin de artan trend bölgesinde olduğunu görmekteyiz. İstasyonun maksimum trend uzunluğu 7,60 ile ekim ayından kasım ayına geçişte hesaplanırken, maksimum eğim temmuz ayından ağustos ayına geçişte 1,48’dir . Seferihisar istasyonuna ait IPTA grafiği incelendiğinde tüm ayların ortalama sıcaklıklarının gözle görülür bir şekilde arttığını görüyoruz. Ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay temmuzken, en düşük ortalama sıcaklığa sahip ay ise ocak ayıdır. Maksimum trend uzunluğu mayıs ayından haziran ayına 6,84, maksimum eğim ise ocak ayı ve şubat ayı arasında 1,43 olarak hesaplanmıştır. Selçuk istasyonunda ise önemli bir trend artışı olduğunu ilk bakışta görebiliyoruz. Kış ayları aralık, ocak ve şubatın verilerine baktığımız zaman grafiğin azalan trend bölgesinde yer aldığını görmekteyiz. kasım ayı 1:1 doğrusunun üzerindeyken ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinin artan trend bölgesinde olması ve üstelik yaz mevsimi aylarında ciddi bir ortalama sıcaklık artışı görülmesi de ayrıca göze çarpmaktadır. Selçuk istasyonu için Tablo 8’e baktığımız zaman aylar

arasındaki maksimum trend uzunluğu ekim ve kasım aylarında 6,61 olarak hesaplanırken, maksimum eğim ise 4,67 ile mart-nisan ayları arasında görülmektedir.



**Şekil 8:**

*Aylık ortalama sıcaklık verilerine uygulanan IPTA yöntemi Kuşadası (a), İzmir Bölge (b), Çeşme (c), Ödemiş (d), Seferihisar (e) ve Selçuk (f) istasyonları için sonuçlar*

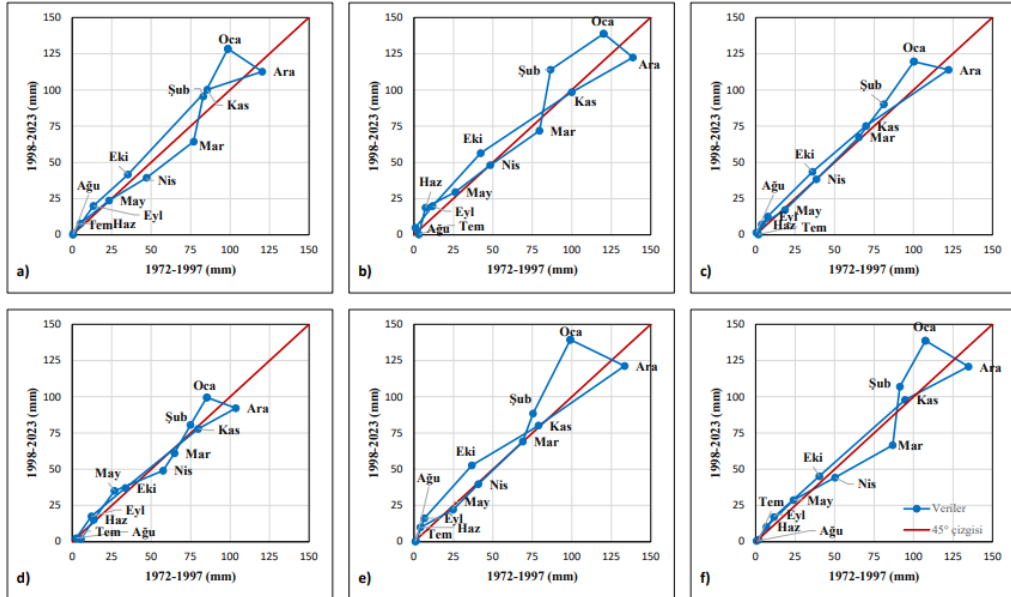
**Tablo 8. Sıcaklık verileri için trend uzunluğu ve eğimi**

Aylar	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
<b>KUŞADASI İSTASYONU</b>												
<b>Trend Uzunluğu</b>	1,02	2,95	4,91	4,42	6,16	3,41	0,64	4,48	5,76	6,10	4,75	2,34
<b>Trend Eğimi</b>	1,55	1,13	0,93	1,07	1,05	1,14	1,25	0,75	0,86	1,16	0,57	0,89
<b>Trend Yönü</b>	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
<b>İZMİR BÖLGE İSTASYONU</b>												
<b>Trend Uzunluğu</b>	1,20	3,31	5,78	6,81	6,65	3,72	0,63	5,48	6,79	7,05	5,25	2,38
<b>Trend Eğimi</b>	1,57	1,05	0,83	0,97	0,92	1,60	1,33	0,51	0,92	1,64	0,57	0,88
<b>Trend Yönü</b>	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
<b>ÇEŞME İSTASYONU</b>												
<b>Trend Uzunluğu</b>	0,88	2,68	4,79	5,90	6,05	3,06	0,54	4,28	5,86	5,96	4,64	2,37
<b>Trend Eğimi</b>	0,09	0,09	0,06	0,05	0,04	0,04	0,06	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04
<b>Trend Yönü</b>	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
<b>ÖDEMİŞ İSTASYONU</b>												
<b>Trend Uzunluğu</b>	1,59	3,55	5,72	6,96	6,77	3,85	0,78	5,91	7,38	7,60	4,95	2,01
<b>Trend Eğimi</b>	1,30	0,77	1,30	0,90	1,24	1,39	1,48	0,56	0,80	1,44	0,46	1,11
<b>Trend Yönü</b>	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
<b>SEFERİHİSAR İSTASYONU</b>												
<b>Trend Uzunluğu</b>	1,06	2,80	5,07	6,36	6,84	4,00	0,49	5,38	6,60	6,51	4,83	2,39
<b>Trend Eğimi</b>	1,43	1,02	1,02	1,07	1,21	1,08	1,15	0,64	0,83	1,30	0,62	0,98
<b>Trend Yönü</b>	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
<b>SELÇUK İSTASYONU</b>												
<b>Trend Uzunluğu</b>	1,37	3,05	4,72	5,62	6,11	3,20	0,51	5,07	5,91	6,61	3,92	2,35
<b>Trend Eğimi</b>	0,45	0,31	-4,67	2,00	1,36	1,51	1,04	0,62	0,33	0,93	-2,31	0,81
<b>Trend Yönü</b>	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↘

#### 4.3.2 Yağış Verilerine Uygulanan IPTA Yöntemi Sonuç Grafikleri

Aylık toplam yağış verileri IPTA grafiğinin ortalama sıcaklık verileri IPTA grafiğinden farklı poligonların hem artan hem de azalan trend bölgelerinde yayılım göstermesidir. Bu fark bize ortalama sıcaklık verilerinde görüldüğü gibi aynı yönde eğilimden çok aydan aya ve istasyondan istasyona değişen eğimler olduğunu anlatır. Aylar itibarıyla trend noktaları arası geçiş uzunlukları ve eğimleri aylık maksimum yağış verileri için ayrıntılı şekilde Tablo 9'te verilmiştir. İlk olarak Kuşadası istasyonuna ait aylık toplam yağış verileri IPTA grafiğini (Şekil 9) değerlendirelim. temmuz ve haziran ayları 1:1 doğrusuna yakın seyretmiştir. Bu da aylık toplam yağış verilerinde kayda değer bir değişim olmadığını ortaya koymaktadır. Ocak ayında aylık toplam yağışın artış gösterdiğini fakat nisan ayına kadar trendde azalmanın olduğu gözlenmektedir. Kuşadası istasyonunun mart-nisan arası maksimum trend uzunluğu 77,01 iken

maksimum eğim 20,36 olarak hesaplanmıştır. İzmir Bölge istasyonunun aylık toplam yağış verileri için IPTA grafiğine (Şekil 9) baktığımızda trendin en büyük olduğu ay şubat ayıdır. Nisan ve kasım ayları ise 1:1 doğrusu üzerinde bulunarak trendsiz olduklarını göstermektedir. Yaz aylarındaki düşük yağışlar grafikten anlaşılabilir. İzmir Bölge istasyonu için maksimum trend uzunluk ve eğim değerleri hesaplanmıştır. Maksimum uzunluk ekim-kasım aylarında 71,52 olarak ölçülürken maksimum eğim ise 11,75 olarak ölçülmüştür. Şekil 9'daki Çeşme istasyonuna baktığımızda ilkbahar mevsimini oluşturan ayların aylık toplam yağış verilerinin 1:1 çizgisi üzerinde olduğunu görmekteyiz. Bu aylarda trend yoktur. Aralık ayından ocak ayına geldiğimizde trendin artış göstermesiyle toplam yağışın da bu aylar arasında arttığından söz edebiliriz. Maksimum trend uzunluğu 65,05 ile kasım-aralık arası geçişe aittir. Maksimum trend eğimi ise nisan-mayıs ayları arasında 7,49 olarak hesaplanmıştır. Ödemiş istasyonu aylık toplam yağış verileri IPTA grafiğine göre aralık, mart, nisan ve temmuz aylarının hepsi azalan trend bölgesinde yer alırken ocak, şubat, mayıs, eylül ve ekim ayları artan trend bölgesinde yer almıştır. Haziran ve kasım aylarında ise trend gözlemlenmemiştir. Tablo 9'da Ödemiş istasyonunun verilerine baktığımızda maksimum trend uzunluğunun ekim ayından kasım ayına 61,46 olarak ölçüldüğünü görmekteyiz. İstasyonun verileri arasındaki maksimum eğim ise 34,63 ile ağustos ve eylül ayları arasındadır. Seferihisar istasyonu aylık toplam yağış verilerine bakıldığında yağışta bir artış olduğu görülmektedir. Sadece aralık ayı verileri azalan bölge içerisinde yer almıştır. Mart, nisan, mayıs, temmuz, ağustos ve kasım ayları 1:1 çizgisi üzerinde yer aldığından trend yoktur. Ocak ve ekim aylarındaki aylık toplam yağış verilerindeki sıçrama diğer istasyonlara oranla daha fazladır. Maksimum trend uzunluğu 65,22 ile kasım-aralık arası geçişini vermektedir. Eğim ise 13,11 olarak ağustos-eylül ayları arasında ölçülmüştür. Selçuk istasyonunda mart, nisan ve aralık ayları azalan trend bölgesi içerisinde yer almıştır. Ocak, şubat, haziran, eylül, kasım ve ekim ise grafiğin artan trend bölgesindedir. Temmuz ve ağustos aylarında belirli bir trend gözlemlenmemiştir. Selçuk istasyonunun Tablo 9'a göre maksimum trend uzunluğu ekim ayından kasım ayına 75,66 (mm) iken maksimum trend eğimi 110,38 mm olarak ağustos ve eylül ayları arasındadır.



**Şekil 9:**

*Aylık toplam yağış verilerine uygulanan IPTA yöntemi Kuşadası (a), İzmir Bölge (b), Çeşme (c), Ödemiş (d), Seferihisar (e) ve Selçuk (f) istasyonları için sonuçlar*

Tablo 9. Yağış verileri için trend uzunlukları ve eğimleri

Aylar	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
KUŞADASI İSTASYONU												
Trend Uzunluğu	36,46	31,72	38,82	28,56	24,12	8,16	1,01	23,76	30,81	77,01	36,99	26,88
Trend Eğimi	0,42	1,00	0,62	0,07	5,13	0,18	0,65	20,36	0,98	2,28	-0,53	-3,84
Trend Yönü	↗	↗	↘	↘	→	↗	→	→	↗	↗	↗	↘
İZMİR BÖLGE İSTASYONU												
Trend Uzunluğu	41,81	42,77	39,04	28,93	21,72	18,97	5,13	18,36	47,59	71,52	45,52	24,76
Trend Eğimi	1,47	-0,28	0,04	11,75	3,39	-0,24	-1,47	2,02	1,73	-0,11	10,54	-1,15
Trend Yönü	↗	↗	↘	→	↗	↗	↘	↗	↗	→	→	↘
ÇEŞME İSTASYONU												
Trend Uzunluğu	34,99	27,76	39,57	28,96	17,84	7,26	1,99	13,09	41,91	46,34	65,05	22,62
Trend Eğimi	0,47	0,22	-0,08	7,49	-2,63	-0,46	-0,87	3,85	1,51	0,69	-1,57	-2,36
Trend Yönü	↗	↗	↗	→	→	↗	→	→	↗	↗	↗	↘
ÖDEMİŞ İSTASYONU												
Trend Uzunluğu	21,59	22,01	14,07	33,77	23,76	15,05	3,09	17,79	29,23	61,46	27,82	19,79
Trend Eğimi	0,39	-0,65	2,29	-0,97	0,19	-2,29	0,04	-34,62	0,63	0,56	6,01	-1,23
Trend Yönü	↗	→	→	↘	↗	↗	→	↗	↗	↗	↗	↘
SEFERİHİSAR İSTASYONU												
Trend Uzunluğu	56,18	20,37	40,58	23,79	24,07	10,31	0,57	16,55	47,33	50,35	68,21	38,93
Trend Eğimi	0,31	0,01	-8,51	2,35	2,13	0,13	0,92	-13,10	1,66	0,08	-9,36	-3,30
Trend Yönü	↗	↗	→	→	→	↗	→	→	↗	↗	→	↘
SELÇUK İSTASYONU												
Trend Uzunluğu	35,57	40,72	42,82	30,57	25,24	10,19	1,52	19,88	40,18	75,66	46,26	32,62
Trend Eğimi	0,50	-1,30	0,30	-0,79	0,73	-0,16	0,09	110,4	0,87	0,65	-4,48	-2,23
Trend Yönü	↗	↗	↘	↘	↗	↗	↗	→	↗	↗	↗	↘

## 5. SONUÇLAR

Küçük Menderes Havzası için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerine ITA ve IPTA metotları uygulanıp elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında birbirine oldukça yakın sonuçlar elde edilmiştir. Her iki metoda göre aylık ortalama sıcaklık trendi ilerleyen periyotlar için artan olarak çıkmıştır.

Artan sıcaklık trendi, meteorolojik verilerde gözlemlenen ortalama hava sıcaklıklarının zamanla artış eğilimini ifade eder. Bu artış genellikle uzun vadeli veri setlerinin istatistiksel analiziyle belirlenir. Bu trendin arkasında genellikle sera gazları gibi iklim değişikliğine katkıda bulunan faktörler yer alır. Sera gazlarının atmosferde birikmesi, güneş ışınlarının dünyaya ulaşmasını kolaylaştırırken, atmosferdeki ısıyı tutarak küresel ısınmaya neden olur. Sonuç olarak, uzun vadede ortalama sıcaklıklarda bir artış görülür. Yağış verileri için trendler



incelendiğinde iki yöntem sonucunda da artan trend gözlemlenmiştir. Artan yağışlar, hidrolojik sistemlerde önemli değişikliklere neden olabilir. Yüksek yağış miktarları, erozyonunu ve taşkın riskini artırabilir. Bu durum, akarsu havzalarında akış rejimlerindeki ani değişikliklere ve sel olaylarının sıklığında artışa yol açabilir. Aşırı yağışlar, altyapı sistemlerinde aşırı yüklenmelere de neden olabilir. Kanalizasyon sistemleri, yağmur suyu drenajı ve taşkın koruma yapıları gibi altyapı sistemleri, artan yağış miktarlarına uyum sağlamak için güçlendirilmelidir. Aksi halde, sel baskınları ve altyapı hasarları gibi olumsuz sonuçlarla karşılaşılabilir. Artan yağışlar ayrıca tarımsal üretim üzerinde de etkili olabilir. Aşırı yağışlar, toprak erozyonuna neden olarak tarım arazilerinin verimliliğini azaltabilir. Tarım sulama sistemlerinin yönetimi de dikkatlice ele alınmalıdır, çünkü aşırı yağışlar sulama gereksinimlerini azaltabilir ancak aşırı su baskınlarına neden olabilir.

Su kalitesi, artan yağışlar nedeniyle de etkilenebilir. Yüksek yağış miktarları, yüzey sularını ve yeraltı su kaynaklarını kirlilik riskine maruz bırakabilir. Erozyonla taşınan kirleticiler, su kalitesini olumsuz etkileyebilir ve içme suyu kaynaklarını tehdit edebilir. Sonuç olarak, Küçük Menderes Havzası'nda artan yağış trendi, hidrolojik sistemler üzerinde önemli etkilere sahip olabilir. Bu nedenle, su yönetimi, altyapı planlaması ve tarımsal uygulamalar gibi alanlarda uygun önlemlerin alınması kritiktir.

## 6. TARTIŞMA

Tıpkı Küçük Menderes Havzasında olduğu gibi Ege Bölgesi'ndeki havzalarda da ortalama sıcaklık ve yağış verileri üzerine yapılan trend analizleri, bölgede iklim değişikliğinin etkilerini gözler önüne sermektedir. Küçük Menderes Havzası ile komşu olan Büyük Menderes Havzasında havza sıcaklığında genel bir artış eğiliminin olduğu ve bu eğilimin de havzanın ortasında ve kuzeydoğusunda daha belirgin olarak ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır (Öztürk,2021). Mann Kendall testi kullanılarak elde edilen bu sonuç yenilikçi trend analiz yöntemiyle incelediğimiz Küçük Menderes Havzasında elde edilen sonuçlar ile uyusmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda, Ege Bölgesi'ndeki meteoroloji istasyonlarından elde edilen veriler, sıcaklık ve yağışlarda istatistiksel olarak artış eğilimleri göstermiştir. Trend analiz yöntemleri kullanılarak yapılan analizlerde, özellikle yaz aylarında sıcaklıklarda belirgin artışlar kaydedilmiştir. Bu çalışmalar, artan sıcaklıkların ve değişen yağış düzenlerinin bölgedeki tarım, su kaynakları ve ekosistemler üzerinde önemli etkiler yaratabileceğini vurgulamaktadır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

## YAZAR KATKISI

Begüm Güneş ve Batuhan Demirtaş çalışmanın ilk halinin hazırlanması, verinin toplanması, analiz edilmesi aşamalarında; Gamze Tuncer ve Osman Sönmez çalışmanın süreçlerinin belirlenmesi ve yönetimi, analiz sonuçlarının yorumlanması ve çalışmanın son halinin oluşturulması aşamalarında katkı sağlamışlardır.

## TEŞEKKÜR

Çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar veri temini için Meteoroloji Genel Müdürlüğüne teşekkürlerini sunar.

## KAYNAKLAR

1. Akyüz, Y. ve ATIŞ, E (2018) Küçük Menderes Havzasında İklim Değişikliğinin Olası Etkileri ve Üreticilerin Konuya İlişkin Farkındalıkları, KSÜ Tarım ve Doğa Derg21(Özel Sayı): 109-115. doi : <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.472836>
2. Al-Bazaz, H. J. (2023). A Study of the Homogeneity of Climatic Data for Rain, Temperature and Humidity for Nineveh Governorate. *Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)*, 28(2), 173-185. doi : <https://doi.org/10.33899/rengi.2023.137763.1225>
3. Alexandersson, H.(1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climatology*, 6, 661-675. doi : <https://doi.org/10.1002/joc.3370060607>
4. Babacan, H. T., & Yüksek, Ö. (2022). Yağış ve Sıcaklık Anomali Hesaplanmasında Referans Veri Etkinliğinin Araştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(5), 1108-1121. doi : <https://doi.org/10.35414/akufemubid.1072464>
5. Buishand, T. A. (1982). Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *Journal of Hydrology*, 58, 11-27. doi : [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(82\)90066-X](https://doi.org/10.1016/0022-1694(82)90066-X)
6. Gümüş V., Şimşek O. (2022). <http://dergipark.org.tr/humder> Artvin ve Rize İstasyonlarına ait Aylık Toplam Yağış Verilerinin Trendinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi. doi : <https://doi.org/10.46578/humder.1207593>
7. Karaca, S. (2021). İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretime Etkileri. *Tarım ve Su Yönetimi Dergisi*.
8. Keskin, A. Ü., Kır, G., & Zeybekoğlu, U. Karadeniz Bölgesi Yağış, Sıcaklık ve Rüzgar Hızı Parametrelerinin Homojenliklerinin ve Eğilimlerinin Değerlendirilmesi. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 6(1), 129-145. doi : <https://doi.org/10.51764/smutgd.1260628>
9. Kocsis, T., Kovács-Székely, I., & Anda, A. (2020). Homogeneity tests and non-parametric analyses of tendencies in precipitation time series in Keszthely, Western Hungary. *Theoretical and Applied Climatology*, 139(3), 849-859. doi : <https://doi.org/10.1007/s00704-019-03014-4>
10. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (2014). İklim Projeksiyonlarına Göre Akarsu Havzalarında Sıcaklık ve Yağış Değerlendirmesi.
11. Mohammed, R., & Scholz, M. (2023). Quality control and homogeneity analysis of precipitation time series in the climatic region of Iraq. *Atmosphere*, 14(2), 197. doi : <https://doi.org/10.3390/atmos14020197>
12. Özkan, A., ve Yılmaz, B. (2019). Küçük Menderes Havzasında İklim Değişikliği. *Ekoloji ve Çevre Bilimleri Dergisi*.
13. Öztürk, Ö., Cebeci, İ. (2021) Büyük Menderes Havzasında Bazı Hidroklimatolojik Değişkenlerin Eğilim Analizi, *Toprak Su Dergisi*. doi : <https://doi.org/10.21657/topraksu.775654>
14. Pettitt, A. N. (1972). A non-parametric approach to the change-point problem. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 28, 126-135. doi : <https://doi.org/10.2307/2346729>
15. Şahin, Y., Baba, A., Tayfur, G. (2017) Küçük Menderes Havzası Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliği, *DÜMF Mühendislik Dergisi* 9:2 (2018) : 955-962.
16. Şen, Z. (2012). Innovative Trend Analysis Methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), 1042-1046. doi : [https://doi.org/10.1061/\(asce\)he.1943-5584.0000556](https://doi.org/10.1061/(asce)he.1943-5584.0000556)
17. Şen, Z., Şişman, E., & Dabanlı, I. (2019). Innovative polygon trend analysis (IPTA) and applications. *Journal of Hydrology*, 575, 202-210. doi : <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.05.028>
18. Şen, Z. (2021). Conceptual monthly trend polygon methodology and climate change assessments. *Hydrological Sciences Journal*, 66(3), 503-512. doi : <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.1881099>

19. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, (2018). Küçük Menderes Havzası Kuraklık Yönetim Planı Cilt I: Havzanın Genel Tanıtımı ve Kuraklık Analizleri.
20. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2022). Küçük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Nihai Raporu.
21. Tuncer, G., Sönmez, O. (2023). Mudurnu Çayı Havzasında Yağış ve Sıcaklık Verilerinin Trend Analizi, 5 th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences, July 10-12, 2023, Konya, Turkey. doi : <https://doi.org/10.59287/icaens.1074>
22. Von Neumann, J. (1941). Distribution of the ratio of the mean square successive difference to the variance. The Annals of Mathematical Statistics, 12, 367-395.  
doi : <https://doi.org/10.1214/aoms/1177731677>
23. Wijngaard, J. B., Klein Tank, A. M. G., & Können, G. P. (2003). Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series. International Journal of Climatology, 23(6), 679–692. doi : <https://doi.org/10.1002/JOC.906>
24. Wu, S., Zhao, W., Yao, J., Jin, J., Zhang, M., & Jiang, G. (2022). Precipitation variations in the Tai Lake Basin from 1971 to 2018 based on innovative trend analysis. Ecological Indicators, 139(December 2021), 108868.  
doi : <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108868>

