

Öne Çıkan Sonuçlar:

- Sakarya ilinde ortalama yağış ve basınç miktarlarında artan trend vardır.
- Sakarya ilinde sıcaklık derecelerinde, rüzgâr hızlarında ve nem değerlerinde artış tespit edilmiştir.

Yazışma yazarı:

Ahmet İyad CEYHUNLU,
ahmetceyhunlu@subu.edu.tr

Referans:

Ceyhunlu,A.İ ve Aydın,F., (2020), Yenilikçi Şen Trend Yöntemi İle Sakarya'nın Meteorolojik Verilerinin Eğilim Analizi, İklim Değişikliği ve Çevre, 5, (2) 1-7

Makale Gönderimi : 22 HAZİRAN 2020
Online Kabul : 10 EYLÜL 2020
Online Basım : 25 EYLÜL 2020

YENİLİKÇİ ŞEN TREND YÖNTEMİ İLE SAKARYA'NIN METEOROLOJİK VERİLERİNİN EĞİLİM ANALİZİ

Ahmet İyad CEYHUNLU¹, Ferhat Aydın²

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, ahmetceyhunlu@subu.edu.tr, Sakarya, Türkiye. ORCID: 0000-0003-3192-6132

²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, ferhata@subu.edu.tr, Sakarya, Türkiye. ORCID: 0000-0001-9472-8366

Özet Su yönetimi ve planlaması açısından küresel ısınmanın etkilerini en aza indirmek için hidrolik çevrim içinde yer alan meteorolojik olayların geçmişteki davranışını inceleyerek gelecekteki durumunu araştırmak büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmada küresel ısınmanın sonucunda ortaya çıkan iklim değişikliğinin hidro-meteorolojik veriler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan 16 yıllık (2000 – 2015) veriler aylık ortalama yağış, aylık ortalama aktüel basınç, aylık ortalama nisbi nem, aylık ortalama rüzgâr hızı ve aylık ortalama sıcaklık olarak belirlenmiş ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Hidro-meteorolojik verilerin analizinde ise Trend analizleri yöntemlerinden biri olan Yenilikçi Şen Yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda küresel ısınmanın iklim değişikliği üzerindeki etkisi Hidro-meteorolojik veriler olan aylık ortalama yağışlarda, nisbi nem değerlerinde, basınç değerlerinde, rüzgâr hızlarında ve sıcaklıklarda artan bir trend tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilikçi Şen Yöntemi, Trend Analizi, Küresel Isınma, İklim Değişikliği, Sakarya.

TREND ANALYSIS OF METEOROLOGICAL DATA OF SAKARYA USING SEN'S INNOVATIVE TREND METHOD

Abstract In terms of water management and planning, it is of great importance to investigate the future situation by examining the past behavior of meteorological events in the hydraulic cycle in order to minimize the effects of global warming. Therefore, in this study, the effect of climate change resulting from global warming on hydro-meteorological data was investigated. The 16-year (2000-2015) data used in this study were determined as monthly average precipitation, monthly average actual pressure, monthly average relative humidity, monthly average wind speed and monthly average temperature and were obtained from the General Directorate of Meteorology. In the analysis of hydro-meteorological data, Innovative Şen Method, one of the trend analysis methods, was applied. As a result of this study, the effect of global warming on climate change in the hydro-meteorological data, an increasing trend in heavy rainfall, relative humidity values, high pressure values, wind speeds and temperatures was determined.

Keywords: Innovative Sen Method, Trend Analysis, Global Warming, Climate Change, Sakarya.

1. Giriş

Dünya üzerindeki tüm canlıların yaşam faaliyetlerini sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri için suya ihtiyaçları vardır. Bu ihtiyaçların giderilmesi açısından insanlar ezelden beri yaşam alanlarını su kaynaklarına yakın tercih etmişlerdir. Bu tercihler canlı nüfusunun ve sanayileşmenin artmasıyla doğal su kaynaklarına ve suyun doğal döngüsünü olumsuz etkilemektedir. Bu açıdan suyun doğadaki doğal döngüsünün ve su kaynaklarının korunması için su bilimlerini en iyi şekilde anlamak ve yönetmek gerekir (Kilicer, 2000).

Son zamanlarda fosil yakıtların tüketilmesindeki artış, ormansızlaşma, nüfustaki hızlı değişim ve toplumlardaki tüketim eğiliminin artması gibi nedenlerle karbondioksit, metan, azot oksit ve CFC gibi gazların atmosferdeki yoğunluğu artış göstermektedir. Atmosferde meydana gelen bu değişim sera etkisinin dünya üzerinde artmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda dünya üzerinde sera etkisinin artış göstermesi küresel ısınmayı oluşturan temel faktör olduğu kanısına bilim adamları tarafından varılmıştır (Çeribaşı ve Doğan 2015; Çeribaşı 2019; Çeribaşı ve Çalışkan 2019).

Küresel ısınmaya bağlı olarak, diğer iklim elemanlarının da (nem, yağış, hava hareketleri, deniz yüzey sıcaklıkları ve su seviyeleri) değişmesi sürecine Küresel İklim Değişikliği adı verilmektedir. İklimlerde meydana gelen bu değişimler hidro-meteorolojik olaylarda, su kaynaklarında ve suyun doğadaki doğal döngüsünde büyük değişimlere neden olmaktadır. Bu değişimlerin araştırılması insanların yaşam faaliyetlerini sürdürmesi açısından büyük önem arz etmektedir (Mishra 2014; Çalışkan 2019).

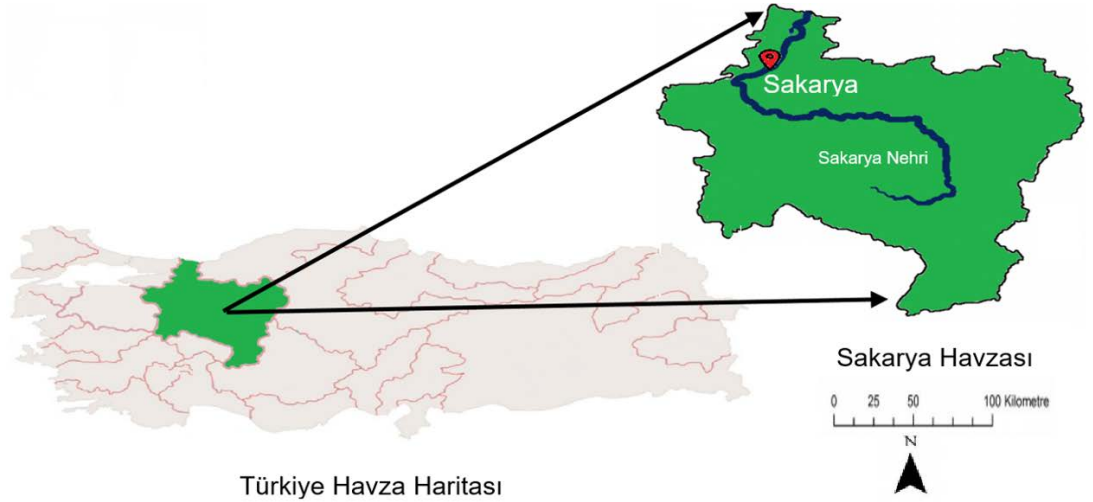
Su kaynaklarının temel kavramını oluşturan ve su kaynaklarının kendilerini yenileyebilmesinde en büyük etkiyi gösteren hidrolik çevrim, suyun doğada çeşitli yerlerde ve çeşitli hallerde döngüsü olarak tanımlanır. Suyun döngü zincirinde bir kırılma veya düzensizliğin oluşması sonucunda canlıların yaşamı büyük ölçüde etkilenmektedir. Ayrıca küresel ısınmanın etkileri 21.yy.'da şiddetini arttırdığı görülmektedir. Küresel ısınmanın sonucunda iklim değişiklikleri hidro-meteorolojik olaylarda büyük değişimlere neden olmaktadır (Sowmya ve ark. 2015; Akkaya 2016; Dabanlı 2017). Hidro-meteorolojik verilerin nasıl bir trend izlediklerinin araştırılması iklim değişikliği etkilerinin gözlemlenmesinin en iyi yöntemlerinden biridir. Bu nedenle iklim değişikliğinin etkilerini araştırırken Trend Analizi yöntemlerinin kullanılması uygun görülmektedir. Bu açıdan iklim değişikliğinin uzun vadedeki değişimini tespiti için istatistikî analizlerden Trend Analizi yöntemleri kullanılabilir. Zaman serilerine ayrılmış iklim verilerinin eğilimi ve değişimleri iklim elemanlarında meydana gelen değişimler hakkında fikir vermektedir. İklim verilerinde meydana gelen eğilimin artış veya azalış göstermesi mevcut durumu göstermesi kadar gelecek hakkında öngörü yapılmasında yardımcı olmaktadır (Dabanlı ve ark. 2016; Doğan ve ark.2016). Trend analizleri yöntemlerine örnek olarak, Mann – Kendall, Mann – Kendall Meritbe Korelasyon ve Spearman'ın Rho testi gibi testler verilebilmektedir. Ayrıca son yıllarda yeni bir trend analizi yöntemi şen (2012) tarafından ortaya konuldu. Akademik çalışmalarla güvenilirliği ortaya çıkan bu analiz yöntemi Yenilikçi şen Yöntemidir (Sen 2012; Sen 2013; Sen 2018). Yenilikçi şen Yönteminin, Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testlerinden ayrıt edici özelliği; zaman serilerine bağlı ve kısa olan veri kümelerini analiz edebilmesidir. Literatürde buna benzer çalışmalarda yer almaktadır, Sen (2018), çalışmada bir zaman serisinin kesişme özelliklerine dayalı tamamen yeni bir yaklaşım önermiştir. Zaman serilerinin bağımlı veya bağımsız bir yapıya sahip olup olmadığına ve ayrıca olasılık dağılım fonksiyonunun türüne bağlı olmaksızın uygulanabilirliğini sunmuştur (Sen, 2018). Niu ve ark. (2019), 1961-2014 Yellow ve Yangtze Nehri havzalarında hava sıcaklığını analiz ettiler ve ETCCDI tarafından sağlanan 16 sıcaklık indeksini kullanarak ve 300 hava istasyonundan bir dizi yüksek yoğunluklu gözlem kullanarak karşılaştırdılar (Niu ve ark. 2019). Sen ve ark. (2019), çalışmada Yenilikçi Çokgen Eğilim Analizi Yöntemini önerdi. Bu çalışmada yağış ve akarsu açısından New Jersey (ABD), Tuna (Romanya) ve Göksu Nehri (Türkiye) dünyanın farklı yerlerinden üç hidro-meteorolojik veri setini analiz etmiştir (Sen ve ark. 2019). Çeribaşı (2018), çalışmasında iklim değişikliğinin Batı Karadeniz Havzasında etkisini Yenilikçi şen Yöntemi ile araştırmıştır. Çalışma sonucunda, bazı istasyonlarda trend tespit edemezken bazı istasyonlarda azalan trendler tespit etmiştir. Azalan trend sonucu da ileride yağışların azalacağı sonucunu ortaya koymuştur (Çeribaşı 2018). Güçlü, (2018), çalışmasında eğilim analizini (çözümlemesi) herhangi bir kabule gerek duymadan gerçekleştiren şen'in 1:1 doğru yöntemi ele almıştır. Bu yöntemi geliştirerek Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi yöntemini geliştirmiştir (Güçlü 2018). Alashan, (2018), çalışmasında Cambridge (İngiltere) şehrinin yağış verilerini yenilikçi yönelim analiz yöntemi ile incelenmiştir. Yağış verileri genellikle sonbahar ve kiş aylarında artan yönelimler tespit ederken ilkbahar ve yaz aylarında azalan yönelimler tespit etmiştir (Alashan 2018).

Dolayısıyla bu çalışmada, küresel ısınmanın bir neticesi olarak ortaya çıkan iklim değişikliğinin ölkemizin batısında yer alan Sakarya ilindeki meteorolojik veriler üzerindeki etkisi trend analizi yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Trend analizi uygulamasında Sakarya ilinin meteorolojik verilerine Yenilikçi şen yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan veriler aylık ortalama yağış, aylık ortalama aktüel basınç, aylık ortalama rüzgâr hızı, aylık ortalama nisbi nem ve aylık ortalama sıcaklık verileri olarak analiz edilmiştir. Çalışma bölgesi olarak Türkiye'nin Marmara bölgesinde yer alan Sakarya ili seçilmiştir. Veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) Sakarya gözlem istasyonundan alınmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1 Sakarya İstasyonu

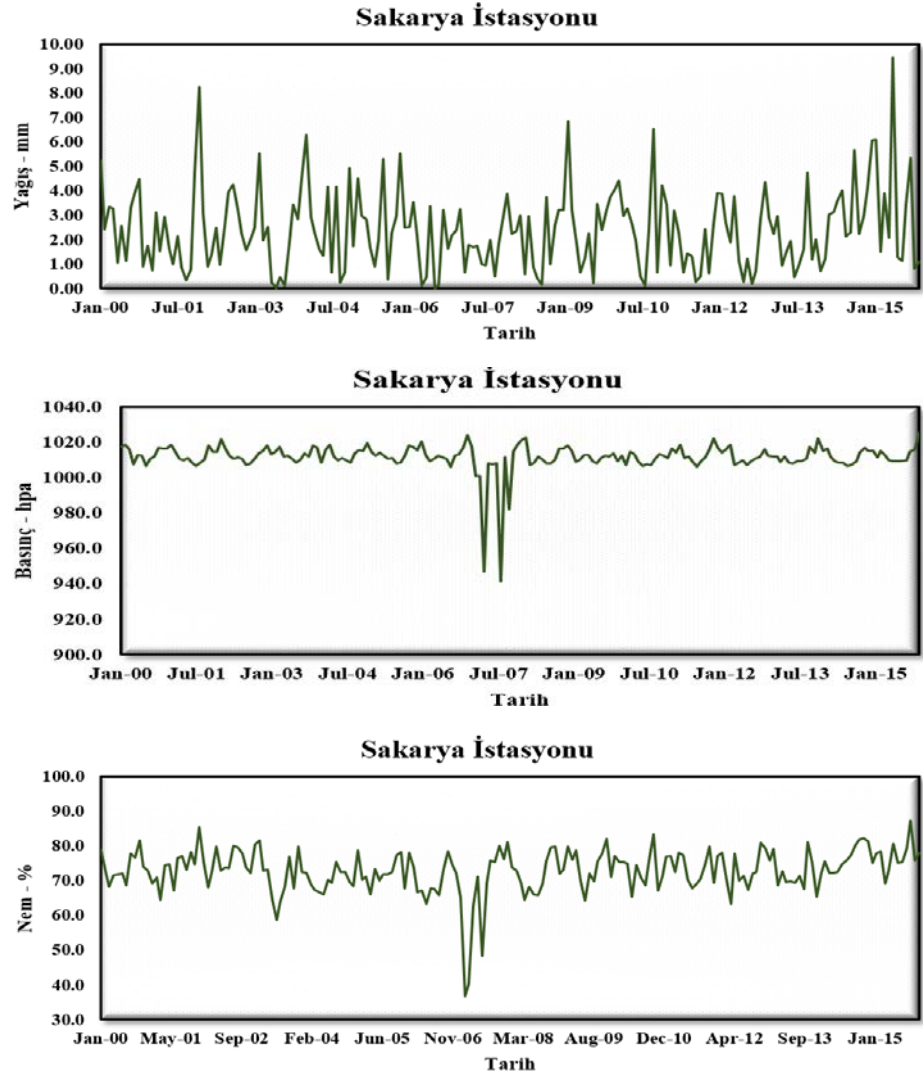
Türkiye'nin Sakarya ili merkezinde yer alan Sakarya istasyonu Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından kurulmuştur. İstasyon numarası 17069 olan, [40.7676-30.3934] koordinatında yer almaktadır. Sakarya gözlem istasyonunun konumu şekil 1'de gösterilmiştir. Aylık ortalama olarak temin edilen veriler sırasıyla yağış, aktüel basınç, nisbi nem, rüzgâr hızı ve sıcaklıktır. Bu veriler 16 yıl uzunluğunda olup (2000-2015) yılları arasındaki verilerdir.

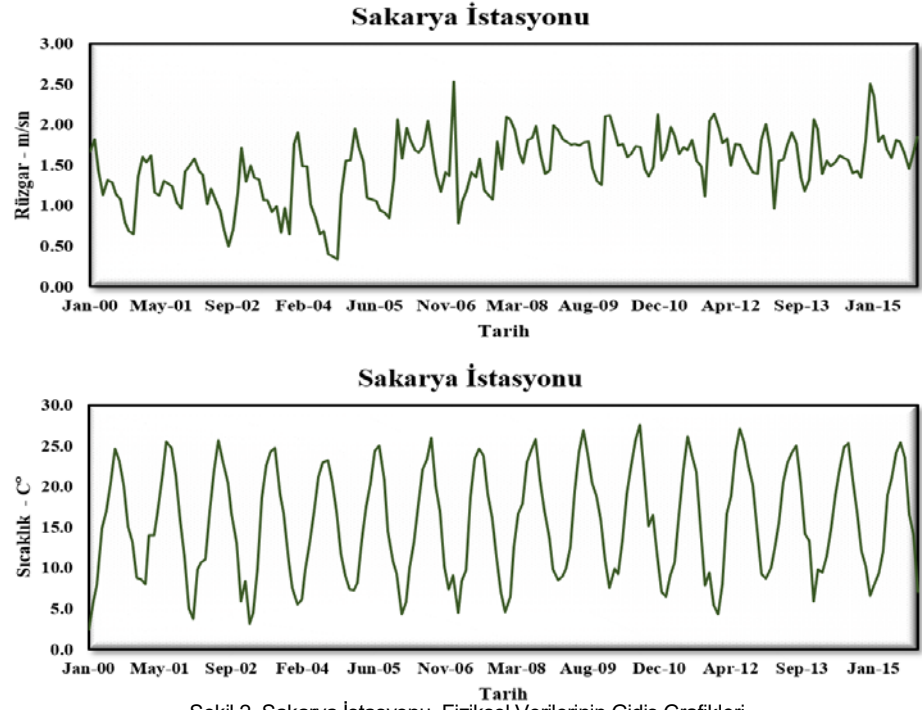


Şekil 1. Sakarya İstasyonunun Türkiye Havzalar Haritası üzerindeki Konumu.

2.2 Meteorolojik Veriler

Sakarya istasyonundan temin edilen yağış, basınç, nem, rüzgar hızı ve sıcaklık verilerine ait gidiş grafikleri aylık ortalama olarak sırasıyla Şekil 2'de verilmiştir.





Şekil 2. Sakarya İstasyonu, Fiziksel Verilerinin Gidiş Grafikleri.

Yukarıdaki gidiş grafiklerinin incelenmesinde yağış, nem ve rüzgar verilerinin artış eğilimi sergilediği, basınç ve sıcaklık verilerinin ise bir eğilim sergilemediği görülmektedir. Ancak gidiş grafikleri doğrusal olmadıkları için bu verilerin ileriye dönük nasıl bir eğilim gösterecekleri hakkında kesin sonuca ulaşılamamaktadır. Ayrıca bu verilerin istatistiksel analizlerinin gerçekleştirilmesi verilerin arasındaki ilişkinin anlaşılması açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda verilerin istatistiksel analizleri ve sırasıyla Basınç-Nem, Basınç-Rüzgar, Basınç-Sıcaklık, Basınç-Yağış, Nem-Rüzgar, Nem-Sıcaklık, Nem-Yağış, Rüzgar-Sıcaklık, Rüzgar-Yağış ve Sıcaklık-Yağış verileri arasındaki ilişki korelasyon analizi ve Anova F testi ile araştırılmıştır. Verilerin istatistiksel analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Verilerin Korelasyon analizi ve Anova F testinin sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Meteorolojik verilerin istatistiksel analizi.

Parametre	Minimum	Ortalama	Maximum	Standart Sapma	Varyans
Yağış - mm	0.000	2.4000	9.5000	1.650	2.71000
Aktüel Basınç - hba	941.6	1007.3	1025.2	42.73	1825.98
Nisbi Nem - %	36.60	72.700	87.300	6.370	40.4874
Rüzgâr Hızı - m/sn	0.300	1.5000	2.5000	0.410	0.16435
Sıcaklık - C§	2.400	15.400	27.600	6.700	44.9094

Tablo 2. Meteorolojik verilerin istatistiksel analizi.

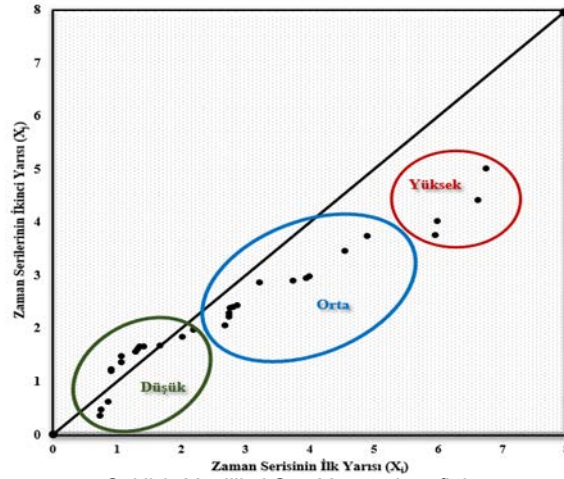
Veri	Korelasyon %	F	F _{Anamlık}
Basınç - Nem	0.571	91.798	5.48E-18
Basınç - Rüzgar	0.163	5.197	2.37E-02
Basınç - Sıcaklık	0.068	0.889	3.47E-01
Basınç - Yağış	0.092	1.610	2.06E-01
Nem - Rüzgar	-0.015	0.044	8.35E-01
Nem - Sıcaklık	-0.126	3.086	8.06E-02
Nem - Yağış	0.444	46.714	1.09E-10
Rüzgar - Sıcaklık	-0.273	15.288	1.28E-04
Rüzgar - Yağış	0.124	2.974	8.62E-02
Sıcaklık - Yağış	-0.367	29.648	1.59E-07

Tablo 2'de verilen korelasyon analizinde pozitif korelasyon katsayısı veriler arasındaki ilişkinin doğru orantılı olduğunu, negatif korelasyon ise veriler arasındaki ilişkinin ters orantılı olduğunu göstermektedir. F testi sonucunda ise Basınç-Nem, Basınç-Rüzgar, Basınç-Sıcaklık, Basınç-Yağış, Nem-Sıcaklık, Nem-Yağış, Rüzgar-Sıcaklık, Rüzgar-Yağış ve Sıcaklık-Yağış verilerinin $F > F_{Anamlık}$ bulunmuştur. Bu durumun sonucunda veriler arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Nem-Rüzgar verilerinin Anova F testinde ise $F_{Anamlık} > F$ olduğundan veriler arasında istatistiki açıdan önemli benzerliklerin olduğu görülmüştür.

2.3 Yenilikçi Şen Yöntemi

Bu yöntem belirli bir zaman serisindeki olası genel artışı veya düşüşü gösteren teknik analiz yöntemidir. Bu yöntemde mevcut veriler gidiş sıralarına göre dizilir ardından tam iki eşit seriye ayrılmaktadır. İkiye ayrılan bu seriler küçükten büyüğe doğru sıralanmaktadır. Serilerin ilk kısmı (X_i) Kartezyen koordinat sisteminin X eksenine üzerine, ikinci kısmı (X_j) Y eksenine üzerine yerleştirilir.

Verilerin bu Kartezyen koordinat sistemi üzerindeki düzenlenmesi Şekil 3'te yer almaktadır (Sen 2012).

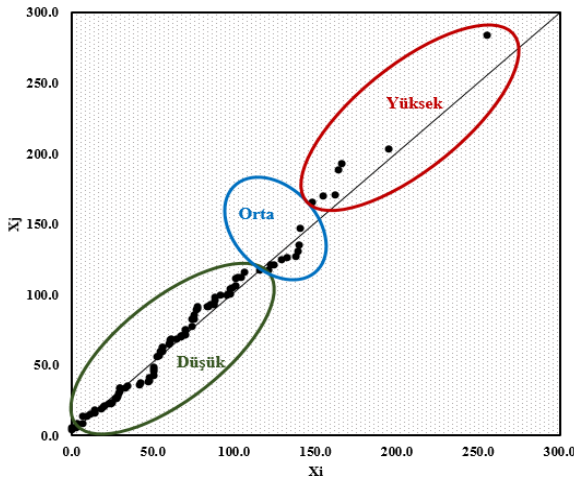


Şekil 3. Yenilikçi Şen Yöntemi grafiği.

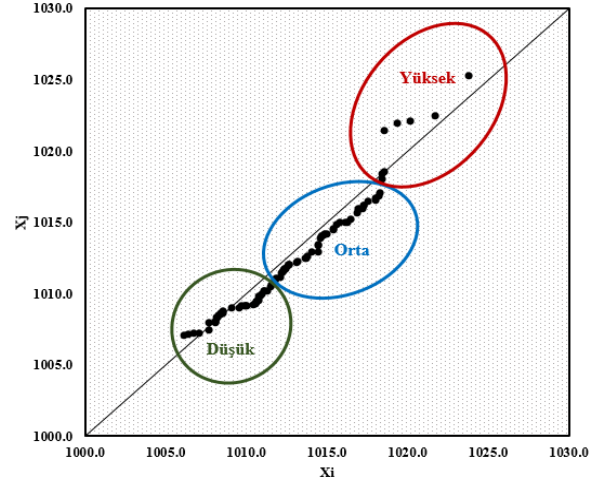
Verilerin grafik üzerindeki dağılımı trend analizini oluşturmaktadır. Veriler ilk olarak 1:1 eğrisine göre konumu incelenir. Veriler 1:1 eğrisinin üst kısmında kalması verilerde artan bir trend olduğunu gösterirken, verilerin 1:1 eğrisinin altında kalması verilerde azalan bir trend olduğunu göstermektedir. İkinci olarak veriler düşük, orta veya yüksek kümeleri arasında hangi kümede yer aldıkları incelenir. Son olarak verilerin 1:1 eğrisinin üzerinde kalması durumunda o veri kümesinde herhangi bir trend oluşmadığı sonucuna varılır.

3. BULGULAR

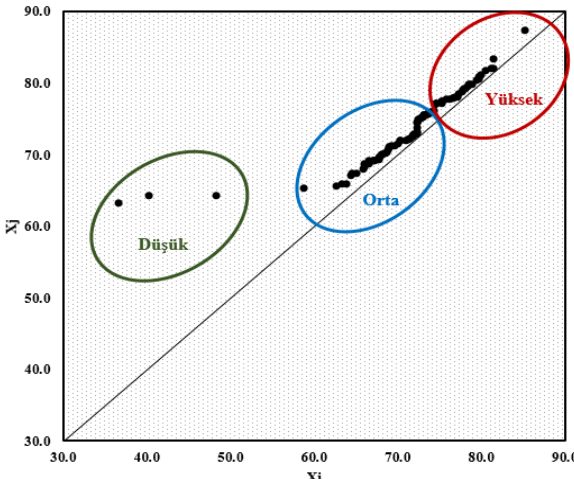
Yağış, basınç, nem, rüzgâr hızı ve sıcaklık verilerine uygulanan Yenilikçi Şen Yöntemi'nin sonuçları sırasıyla Şekil 4,5,6,7,8'de verilmiştir.



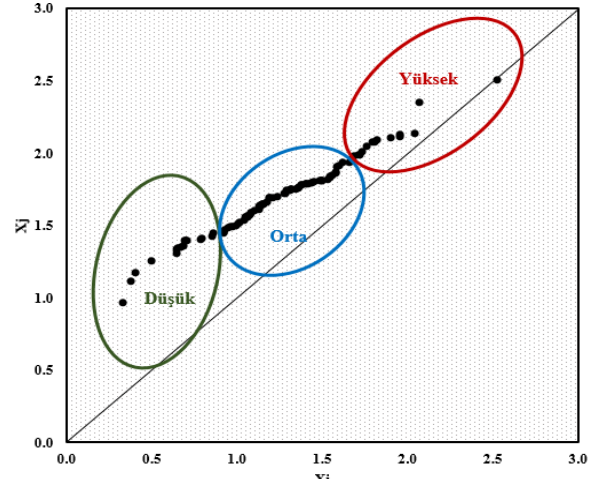
Şekil 4. Yağış Verilerinin Şen Analizi.



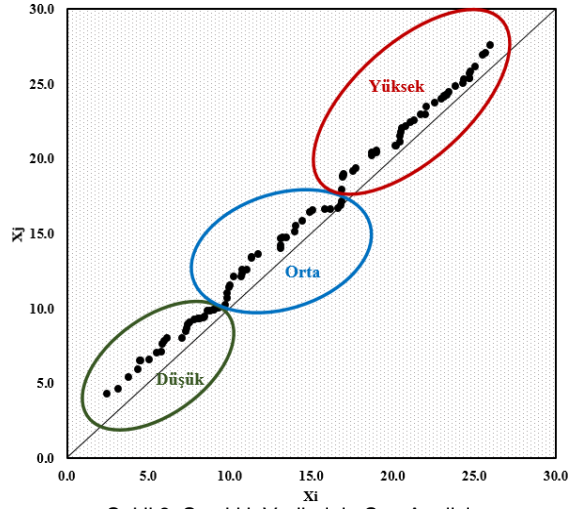
Şekil 5. Aktüel Basınç Verilerinin Şen Analizi



Şekil 6. Nisbi Nem Verilerinin Şen Analizi.



Şekil 7. Rüzgâr Hızı Verilerinin Şen Analizi.



Şekil 8. Sıcaklık Verilerinin Şen Analizi.

Yenilikçi Şen yönteminin Hidro-meteorolojik verilere uygulanması ile doğrusal grafikler oluşturulmuştur. Gidiş grafiklerinde gizli durumda kalabilen trend, bu grafikler ile ortaya çıkmaktadır. Analiz sonucunun incelenmesi durumunda yağış verilerinin düşük kümesinde bir trend oluşmadığı, orta kümesinde azalan, yüksek kümesinde ise artan bir trend olduğu sonucuna varılmıştır. Aktüel basınç verilerinin düşük ve orta kümesinde azalan, yüksek kümesinde ise artan bir trend oluşmuştur. Nisbi nem, rüzgâr hızı ve sıcaklık verilerinin tüm kümelerinde artan bir trend meydana gelmiştir. Yenilikçi şen yönteminin genel değerlendirilmesi Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Yenilikçi Şen Yönteminin genel sonuçları.

Parametre	Düşük	Orta	Yüksek
Yağış - mm	0 - 100	120 - 150	150 - 260
Aktüel Basınç - hba	1005 - 1012	1012 - 1018	1018 - 1025
Nisbi Nem - %	35 - 49	60 - 80	80 - 90
Rüzgâr Hızı - m/sn	0.4 - 1	1 - 1.8	1.8 - 2.8
Sıcaklık - C8	2 - 10	10 - 20	20 - 30

4. Sonuçlar ve Öneriler

Küresel ısınmanın sonucu olan iklim değişikliğinin etkileri en çok yağış ve sıcaklık dereceleri üzerine yansımaktadır. Bu çalışmada son yıllarda artan küresel ısınma etkilerinin Sakarya ilinin meteorolojik verileri üzerindeki etkisi Yenilikçi Şen Yöntemi olarak isimlendirilen yöntem ile araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada iklim değişikliğinin etkileri,

- Sakarya ilinde ortalama yağış miktarlarında 120-150 mm arasında azalan, 150-260 mm arasında artan bir trend vardır.
- Sakarya ilinde basınç miktarlarında 1005-1018 hba arasında azalan, 1018 1025 hba arasında artan trend vardır.
- Sakarya ilinde nem değerlerinde, rüzgâr hızlarında ve sıcaklık derecelerinde artış tespit edilmiştir.

Bu sonuçların göz önünde bulundurulması ile Sakarya ilinin iklim değişikliği sonucunda mevcut su kaynaklarının etkilenmesi söz konusudur. Doğal su kaynaklarının korunması ve idame ettirilmesi için aşağıdaki önlemler alınmalıdır.

- Küresel ısınma modelleri oluşturularak iklim değişiklikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması ve gerekli önlemlerin alınması,
- Sıcaklıklarda gözlemlenen artışları göz önünde bulundurularak yüzeysel su kaynaklarında buharlaşmalara gerekli tedbirlerin alınması,
- Doğadaki su döngüsünün bir bütün olduğunu benimseyerek su kaynaklarının iyi bir şekilde yönetilmesi,
- Tarımda damla sulama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır,
- Su kaybı azaltılmalı, su kaynakları planlı ve verimli kullanılmalıdır,
- Kaçak sulama kuyuları iptal edilmelidir,
- Baraj havzalarında erozyon ağaçlandırma yöntemleri ile önlenmelidir,
- Sulak havza alanları korunmalıdır,
- Küresel ısınma hakkında halk bilinçlendirilmelidir.

5. Kaynaklar

- Akkaya, U. (2016). Meriç ve Tunca Nehirlerinin Edirne şehir merkezi kısmında 2 boyutlu taşkın modellemesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Alashan, S. (2018). Yenilikçi Yönelim Analiz Yönteminin Logaritmik Eksende Değerlendirilmesi. İklim Değişikliği ve Çevre, 3(1), 16-21.
- Çeribaşı, G. ve Doğan, E. (2015). Evaluation of streamflow of west and east black sea and sakarya basin by using trend analysis method. Suleyman Demirel University international technologic science 2015;7(2):1-12.
- Çeribaşı, G. (2018). Batı Karadeniz Havzasının Yağış Verilerinin Yenilikçi Şen Yöntemi İle Analizi. Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 6(3), 168-173.
- Çeribaşı, G. (2019). Analyzing Rainfall Data's of Eastern Black Sea Basin by Using Sen Method and Trend Methods. Journal of the Institute of Science and Technology, 9(1), 254-264.
- Çeribaşı G, Çaliskan M. (2019). Short-and long-term prediction of energy to be produced in hydroelectric energy plants of Sakarya Basin in Turkey. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects 1-16.
- Çalışkan, M.(2019). Sakarya Havzasındaki Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Enerji Potansiyellerinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle İleriye Dönük Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Sakarya, Türkiye.
- Dabanlı, İ., Şen, Z., Yeleğen, M. Ö., Şişman, E., Selek, B., & Güçlü, Y. S. (2016). Trend assessment by the innovative-Şen method. Water resources management, 30(14), 5193-5203.
- Dabanlı, İ.(2017). "Türkiye'de İklim Değişikliğinin YağışSıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği", İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Doğan, E., Çeribaşı, G., & Akkaya, U. (2016). Investigation for effecting of dam to river flow regime by trend analysis method, case study of Sakarya river. Karaelmas, Sci. and Eng. J. 2016;6(1):50-55.
- Kilicer,U., Meteorolojik kaynaklı doğal afetler, Alt komisyon raporu,Ankara, 2000.
- Mishra A, Coulibaly P. Variability in canadian seasonal streamflow information and its implication for hydrometric network design. Journal of Hydraulic Engineering, 2014;19(8): 05014003(1-13).
- Niu Z, Wang L, Fang L, Li J, Yao R (2019) Analysis of spatiotemporal variability in temperature extremes in the Yellow and Yangtze River basins during 1961-2014 based on high-density gauge observations. International Journal of Climatology. <https://doi.org/10.1002/joc.6188>.
- Sen Z, (2012). Innovative Trend Analysis Methodology. Journal of Hydrological Engineering, 17 (9): 1042-1046.
- Sen Z, (2013). Trend Identification Simulation and Application. Journal of Hydrological Engineering, 19 (3): 635-642.
- Sen, Z. (2018). Crossing trend analysis methodology and application for Turkish rainfall records. Theoretical and Applied Climatology, 131(1-2), 285-293.
- Sen Z, Sisman E, Dabanli I (2019) Innovative Polygon Trend Analysis (IPTA) and applications. J of Hydro. 575: 202-210.
- Sowmya, K., John, C. M. and Shrivasthava, N. K. (2015). Urban Flood Vulnerability Zoning of Cochin City, Southwest Coast of India, Using Remote Sensing and GIS, Nat. Hazards, 75, 1271-1286, DOI: 10.1007/S11069-014-1372-4.
- Güçlü, Y. S. (2018). Kıyaslamalı yenilikçi eğilim çözümlemesi temelleri ve uygulamaları. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4(2), 182-191.