

Şen Yöntemi ve Trend Yöntemleri Kullanılarak Doğu Karadeniz Havzasının Yağış Verilerinin Analiz Edilmesi

Gökmen ÇERİBAŞI^{1*}

ÖZET: Küresel iklim değişikliği üzerine son zamanlarda yapılan çalışmalara bakıldığında tüm dünyada iklim değişikliklerinin etkisi görülmektedir. Küresel iklim değişikliğinin en büyük etkilerinden biri yağışlar üzerinde meydana gelip; bu durum bazı bölgelerde yağış azlığı nedeniyle kuraklığa neden olurken; bazı bölgelerde ise ekstrem yağışlar sonucu sel ve taşkınlar şeklinde kendini göstermektedir. Doğu Karadeniz Havzası topoğrafik yapısı nedeniyle taşkınlara maruz kalma riski altındadır. Küresel iklim değişikliği ile meydana gelecek ekstrem yağışlar bu havzada büyük taşkınlara sebep olacaktır. Dolayısıyla bu çalışmada, Doğu Karadeniz Havzası'nın yıllık ortalama yağış verilerinin gelecekteki trendini araştırmak için Şen Yöntemi ve Trend Yöntemleri kullanılmıştır. Trend yöntemlerini uygulamadan önce verilerin serisel olarak bağımlı olup olmadığını araştırmak için serisel korelasyonuna bakılmıştır. Trend Yöntemlerinden; Mann-Kendall Testi ve Spearman'ın Rho Testi bu çalışmada kullanılmıştır. Şen Yöntemi ve Trend Yöntemleri, bu havzada bulunan meteorolojik istasyonlardan alınan yıllık ortalama yağış verilerine uygulanmıştır. Bu yağış verileri Devlet Meteoroloji İşleri (DMI) Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, havzadaki bazı istasyonlarda hem Şen yöntemine göre hem de trend yöntemlerine göre artan bir yağış trendi görülmüştür. Bu sonuç da ileride ekstrem yağışların olabileceği sonucunu ortaya koyabilir.

Anahtar kelimeler: Yağış, iklim değişikliği, doğu karadeniz havzası, şen yöntemi, mann-kendall testi, spearman'ın rho testi

Analyzing Rainfall Datas' of Eastern Black Sea Basin by Using Sen Method and Trend Methods

ABSTRACT: Considering recent studies on global climate change, the effect of climate change is seen all over the world. One of the biggest impacts of global climate change occurs on precipitation; while this situation causes drought in some regions due to low rainfall, in some areas, it makes an appearance in the form of flood and overflows as a result of extreme precipitation. Eastern Black Sea Basin is at the risk of exposure to overflows due to its topographic structure. Extreme precipitations, which will occur with global climate change, will cause big overflows in this basin. Accordingly, in this study, Sen Method and Trend Methods have been used to investigate the future trend of annual average precipitation data of Eastern Black Sea Basin. Before analyzing the trend methods, serial correlation was investigated to find out whether the data were serially dependent. Sen Method and Trend Methods were applied to precipitation data from meteorological stations located in this basin. These annual average precipitation data were taken from the General Directorate of Meteorology Affairs. As a result of the study, an increasing trend of precipitation has been observed at some stations in the basin, according to both Sen method and Trend Methods. This result also revealed the possibility of extreme precipitation in the future.

Keywords: Rainfall, Climate change, eastern black sea basin, sen method, mann-kendall test, spearman's rho test

¹ Gökmen ÇERİBAŞI (Orcid ID: 0000-0003-3145-418X), Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya

*Sorumlu yazar/Corresponding Author: Gökmen ÇERİBAŞI, gceribasi@sakarya.edu.tr

Geliş tarihi / Received:01.07.2018

Kabul tarihi / Accepted:05.10.2018

GİRİŞ

İklim değişikliği, çevre ile ilgili 20. Yüzyılın ortalarında başlayan çevresel uyanışın bir sonucu olarak, bilim insanlarınca uzun süreden beri irdelenen bir konudur (Büken, 2016). 1980’li yılların sonundan başlayarak günümüze kadar ulaşan süreçte iklimle ilgili uluslararası önemli adımlar atılmıştır. Bunlardan en önemlisi ve en kapsamlısı, 1988 yılında kurulan “Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC)” oluşturulmasıdır (Biberoğlu, 2017; Dabanlı, 2017). Günümüz dünyasında ise, giderek artan önemiyle sadece bilim insanlarını ya da devletleri değil, herkesi ilgilendiren bir konu haline gelmeye başlamıştır (Büken, 2016).

Türkiye iklim değişikliğinin pek çok farklı yüzüyle karşı karşıya kalmaktadır. Ani ve çok şiddetli yağışlar, taşkınlar, kuraklık ve aşırı sıcaklık bu tehditlerden sadece iklim ve çevre üzerinde görülenlerden bazılarıdır. İklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini ötelemek ve iklim değişikliği ile mücadele edebilmek için mevcut durumun tüm yönleriyle ele alınıp kavranması gerekmektedir (Büken, 2016; Biberoğlu, 2017; Dabanlı, 2017).

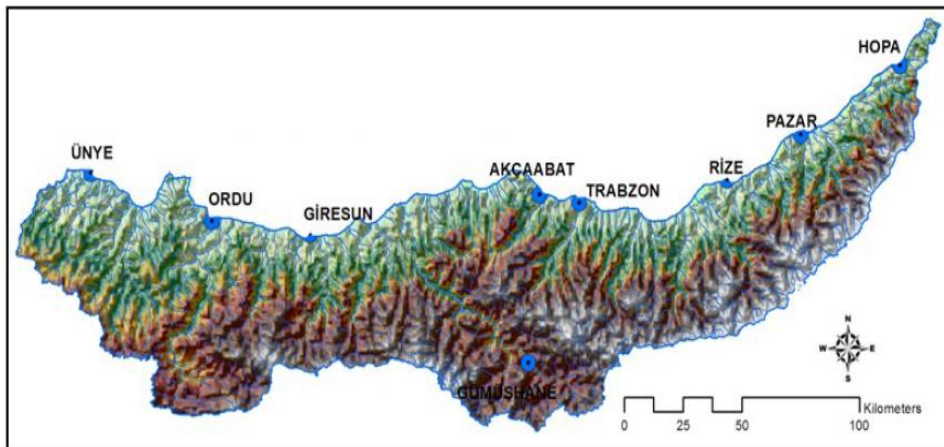
Doğu Karadeniz Havzası topoğrafik yapısı nedeniyle taşkınlara maruz kalma riski altındadır. Küresel iklim değişikliği ile meydana gelecek ekstrem yağışlar bu havzada büyük taşkınlara sebep olacaktır. Dolayısıyla bu

çalışmada, Doğu Karadeniz Havzası’nın yıllık ortalama yağış verilerinin gelecekteki trendini araştırmak için Şen Yöntemi ve Trend Yöntemleri kullanılmıştır. Trend yöntemlerini uygulamadan önce verilerin serisel olarak bağımlı olup olmadığını araştırmak için serisel korelasyonuna bakılmıştır. Şen Yöntemi ve Trend Yöntemleri, bu havzada bulunan meteorolojik istasyonlardan alınan yıllık ortalama yağış verilerine uygulanmıştır. Bu yıllık ortalama yağış verileri DMİ Genel Müdürlüğünden alınmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Doğu Karadeniz Havzası’nın yağış ortalaması 1 000 mm dolayındadır. Havza içinde m²’ye düşen yağış ortalamaları; DMİ Genel Müdürlüğü verilerine göre (1971-2000) Ordu; 1 029 mm, Giresun 1 231mm, Trabzon 808 mm, Rize ili 2 221 mm, Artvin-Hopa 2 203 mm olup, en yüksek yağışlar Rize’de 2 400 mm en düşük yağışlar Trabzon çevresinde 700 mm civarındadır. Havzanın yağış alanı Ülkemizin yaklaşık %3.1’ine tekabül etmektedir. (Fakıoğlu ve Kağncıoğlu, 2009; Çeribaşı, 2015; Çeribaşı ve Doğan, 2015; Ceribasi ve Dogan, 2016). Şekil 1’de Doğu Karadeniz Havzası’nın haritası ve istasyon yerleri gösterilmektedir.



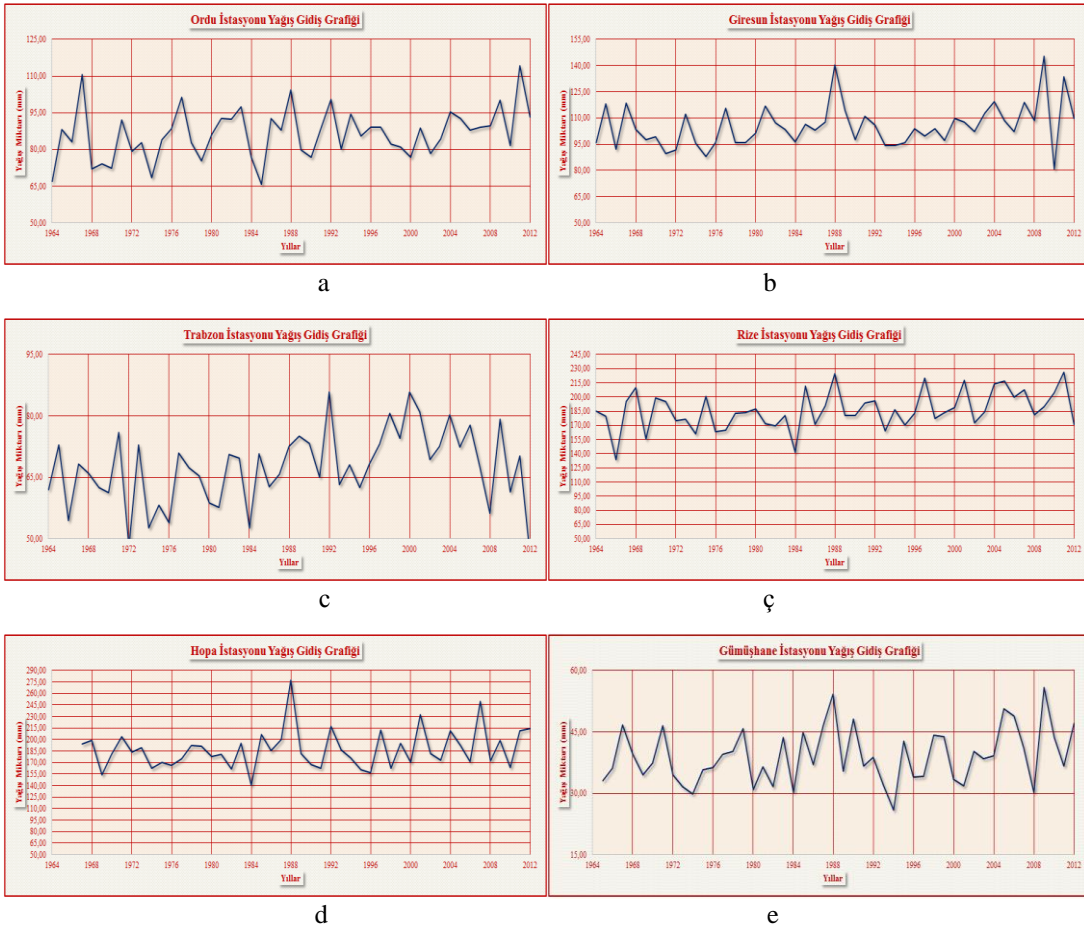
Şekil 1. Doğu Karadeniz Havzası’nın Haritası ve İstasyon Yerleri (Kayhan ve Alan, 2012).

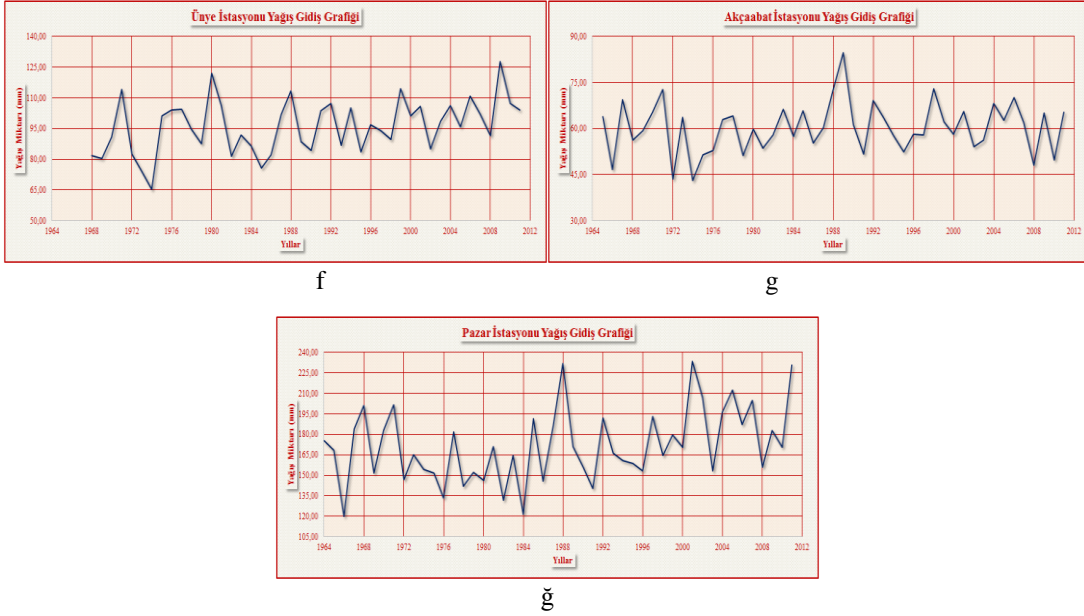
Çizelge 1. Yağış İstasyonlarına Ait Bilgiler (DMİ, 2014).

İstasyonlar	İstasyon No	Rakım (m)	Kronolojisi
Ordu	17033	4.13	1929-48,50-63BK.68D.92S.
Giresun	17034	38.00	1929-29BK.39S.50D.
Trabzon	17038	38.83	1949-56S.
Rize	17040	8.60	1929-29BK.95S.
Hopa	17042	32.56	1938-54,61-62BK.62S.62D.
Gümüşhane	17088	1 219.00	1929,31-56,58-64BK.82S.
Ünye	17624	20.00	1954-64BK.
Akçaabat	17626	6.00	1950-54,63-63BK.
Pazar	17628	79.00	1950-54,56,58-61KK.63BK.

DMİ'nin Doğu Karadeniz Havzasındaki yağış istasyonlarında alınan yıllık ortalama verilerden Ordu istasyonu zamansal yıllık ortalama yağış grafiği şekil 2a, Giresun istasyonu şekil 2b, Trabzon istasyonu şekil 2c,

Rize istasyonu şekil 2ç, Hopa istasyonu şekil 2d, Gümüşhane istasyonu şekil 2e, Ünye istasyonu şekil 2f, Akçaabat istasyonu şekil 2g, Pazar istasyonu Şekil 2'de verilmiştir.



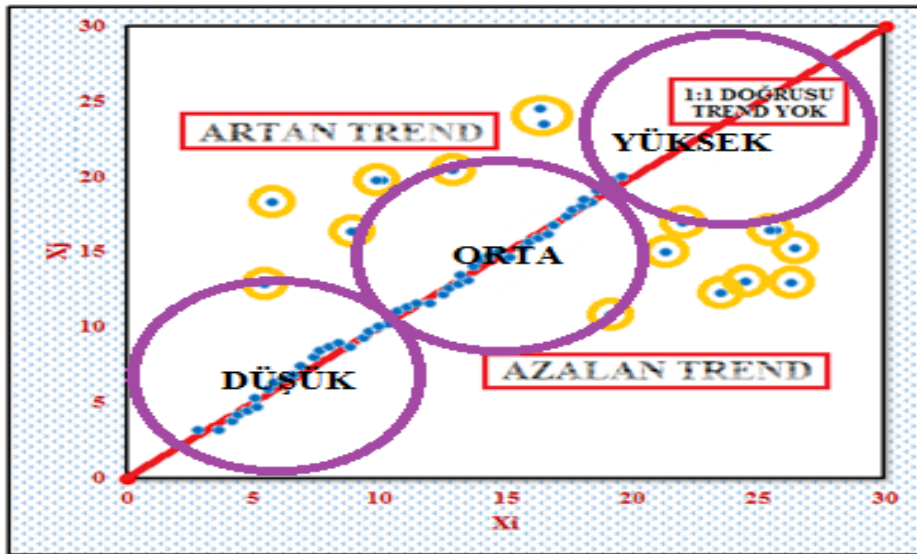


Şekil 2. Doğu Karadeniz Havzasındaki Yağış İstasyonlarından Alınan Yıllık Ortalama Verilerin Zamansal Grafikleri (DMİ, 2014).

Şen Yöntemi

Bu yöntemde mevcut veri serisi ortadan iki eşit yarıya ayrılır. Her iki alt-seri ayrı ayrı küçükten büyüğe doğru sıralanır. Sonrasında ilk alt-seri (X_i) X-ekseni üzerinde ve ikinci alt seri (X_j) Y-ekseni üzerinde yer almak üzere Kartezyen koordinat sistemi üzerinde sıralanır (Şekil 3). Eğer veri 1:1 doğrusunun üzerinde sıralanıyorsa trend yok demektir. Eğer veriler 1:1 doğrusunun alt üçgeninde olup, düşük alanda yer alıyorsa düşük bir seviyede trend olduğu,

orta alanda yer alıyorsa orta düzeyde bir trend olduğu, yüksek alanda yer alıyorsa yüksek oranda azalan bir trend olduğu sonucuna varılır. Eğer veriler 1:1 doğrusunun üst üçgeninde olup, yine düşük alanda yer alıyorsa düşük bir seviyede trend olduğu, yine orta alanda yer alıyorsa orta düzeyde bir trend olduğu, yine yüksek alanda yer alıyorsa yüksek oranda artan bir trend olduğu sonucuna varılır. (Şen, 2012; Şen, 2013; Yıldırım, 2015; Çeribaşı, 2017; Ceribasi, 2018).



Şekil 3. Şen Yöntemi Sonucunu Gösteren Grafik.

Şen'in yönteminin yenilikçi özelliği tüm data aralıklarında yorumlanabilmesidir. Bu metot, Şen tarafından (2013) Merkez/Bursa, Uludağ/Bursa, Fırat Nehri üzerinde uygulanmıştır. Aynı metot, yine Şen tarafından (2012) Aslantas Barajı, Menzelet Barajı ve Cizre istasyonunda uygulanmıştır. Son olarak da Göztepe, Florya, Edirne, Bolu ve Bursa lokasyonlarındaki kaydedilmiş uzun dönemli sıcaklık verilerinin üzerinde uygulanmıştır (Şen, 2012).

Serisel Korelasyon

Serisel Korelasyon, hidrolojik zaman serilerinin analizde dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur. Özellikle pozitif bir serisel korelasyon varsa trend sonucunda belirli bir önem seviyesinde normalde olması gerekenden daha önemli bir trend oluşacaktır (Partal, 2003). Trend yöntemlerinden olan Mann-Kendall testi hidrolojik trendlerin analizinde serisel korelasyonda gör önüne alarak kullanılan en yaygın metottur. Serisel Korelasyon eşitlik 1'de verilen bağıntı ile hesaplanır.

$$r(k) = \frac{\sum(x(t) \cdot x(t+k)) - \frac{1}{n-k} \sum x(t) \cdot \sum x(t+k)}{(\sum x^2(t) - \frac{1}{n-k} (\sum x(t))^2)^{1/2} (\sum x^2(t+k) - \frac{1}{n-k} (\sum x(t+k))^2)^{1/2}} \quad (1)$$

Eşitlik 1'de gösterilen $x(t)$, zaman serisinin değeridir. k , öteleme sayısı ve n , veri sayısıdır. Serisel Korelasyonda hesaplanan $r(k)$ değeri %10 önem seviyesinde küçük ise zaman serisinde Mann-Kendall testi aynen uygulanır.

Trend Yöntemleri

Mann-Kendall testi

Mann Kendall testi parametrik olmayan bir testtir. Bu test ile trend olup olmadığı sıfır hipotezi; "H₀: trend yok" ile kontrol edilmektedir (Mann, 1945; Kendall, 1975; Gumus ve Yenigun, 2006). Testin uygulanacağı verilerde x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$

olan çiftlerin toplam sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin toplam sayısı M ile ifade edilirse S bağıntısı eşitlik 2'de verilen bağıntı ile hesaplanır.

$$S = P - M \quad (2)$$

Kendall korelasyon katsayısı ise eşitlik 3'de verilen bağıntı ile hesaplanır.

$$\sigma_S = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (3)$$

Eşitlik 4'te tanımlanan Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır.

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_S & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_S & S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Eşitlik 4'te hesaplanan Z değeri, $Z_{\alpha/2}$ (1.645) değerinden küçük ise trend olmadığı, büyük ise trend olduğu sonucuna varılmaktadır (Mann, 1945; Kendall, 1975; Gumus ve Yenigun, 2006).

Spearman'ın Rho testi

İki veri serisi arasında korelasyon durumunu belirlemek için kullanılan bir testtir. Sıra istatistiği olan R_{xi} verilerin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenir. Spearman'ın Rho testi istatistiği (r_s), eşitlik 5'te verilen bağıntı ile hesaplanır (Gumus ve Yenigun, 2006).

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - 1)^2}{(n^3 - n)} \quad (5)$$

r_s 'nin test istatistiği (Z) ise eşitlik 6'teki bağıntı ile hesaplanmaktadır.

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (6)$$

Eşitlik 6'te hesaplanan Z değeri, Mann-Kendall testinde olduğu gibi yine $Z_{\alpha/2}$ (1.645) değerinden küçük ise trend olmadığı, büyük ise trend olduğu ve Z değeri pozitif ise artan yönde, negatif ise azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

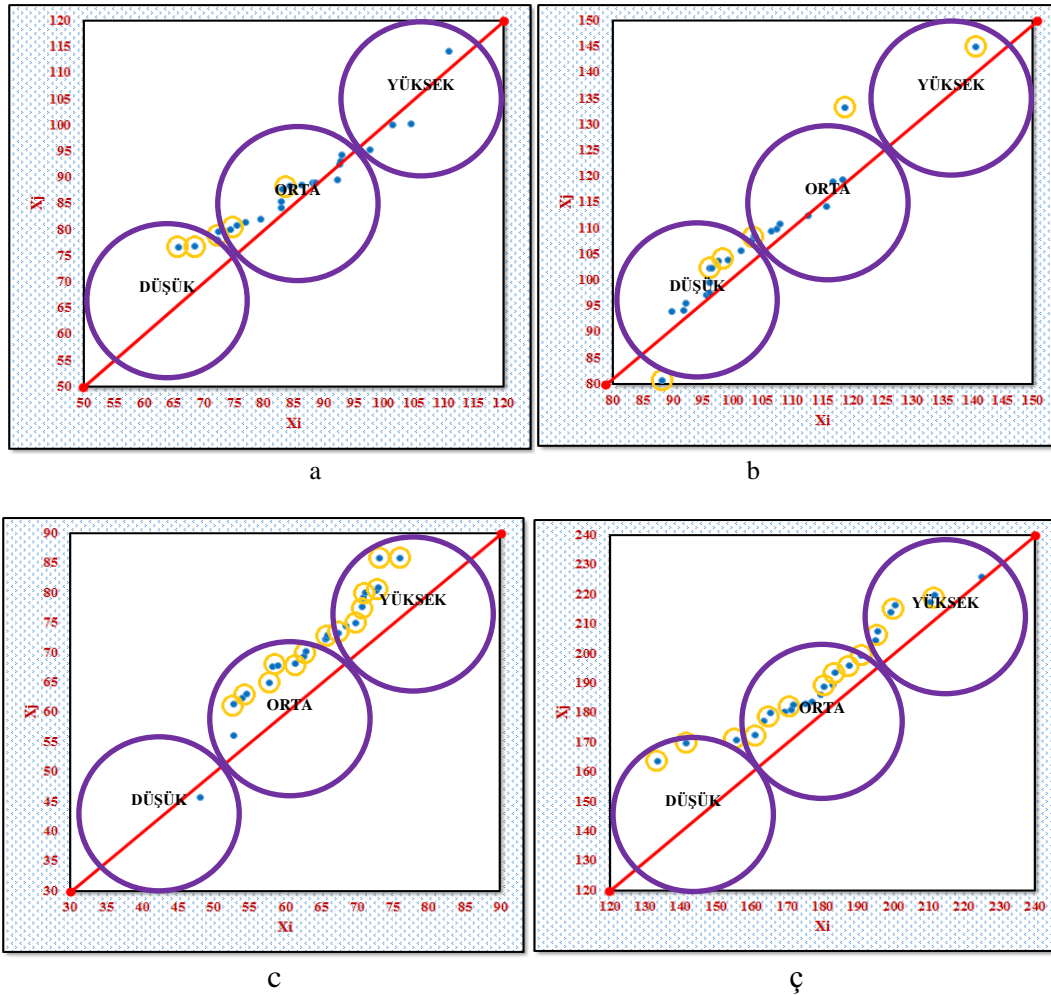
BULGULAR VE TARTIŞMA

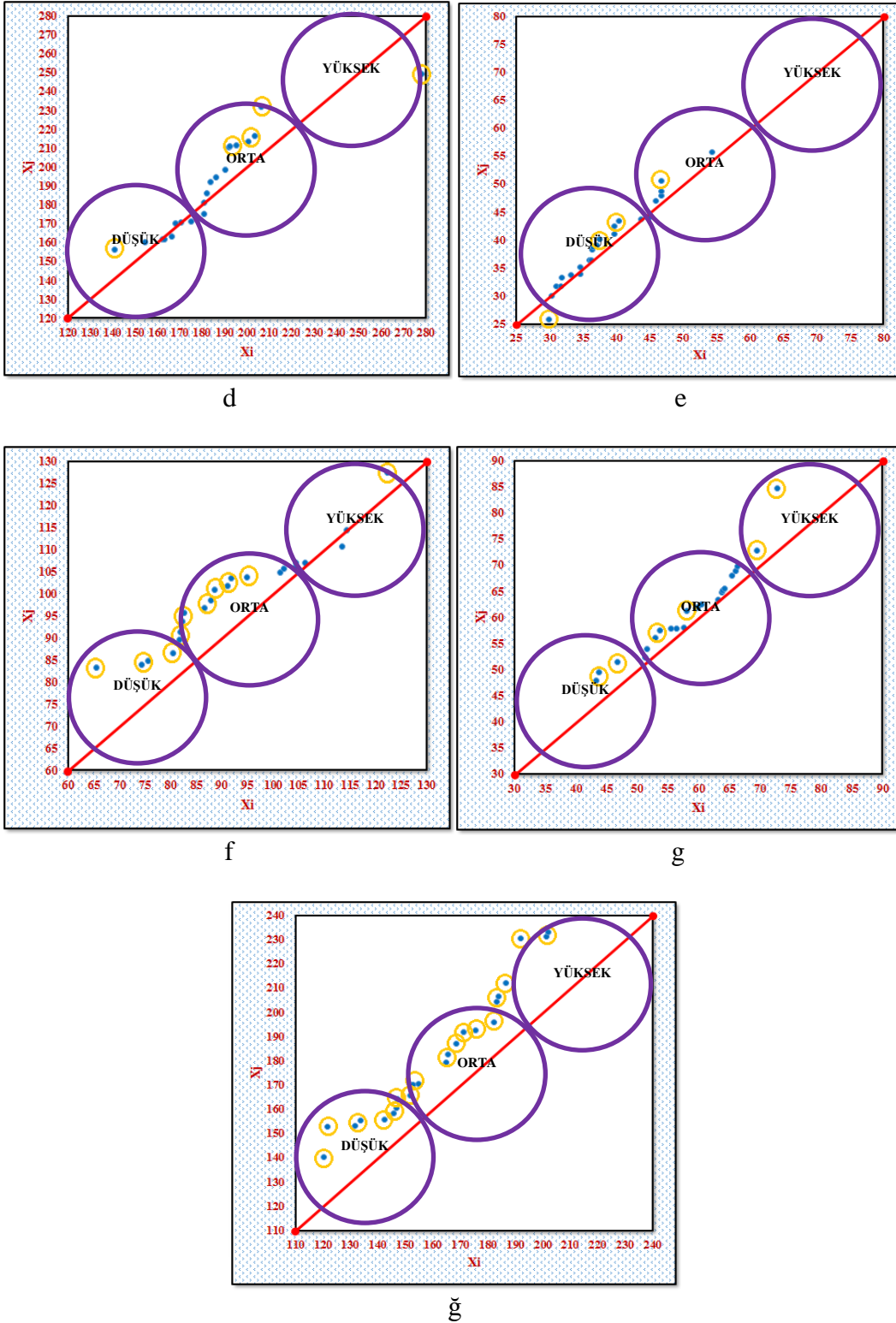
DMİ'nin Doğu Karadeniz Havzasındaki yağış istasyonlarından alınan yıllık ortalama

verilerine şen yöntemi ve Trend Analizi yöntemleri uygulanmıştır.

Şen Yöntemi Sonuçları

Şen Yöntemi analiz sonuçları Ordu istasyonu şekil 4a, Giresun istasyonu şekil 4b, Trabzon istasyonu şekil 4c, Rize istasyonu şekil 4ç, Hopa istasyonu şekil 4d, Gümüşhane istasyonu şekil 4e, Ünye istasyonu şekil 4f, Akçaabat istasyonu şekil 4g, Pazar istasyonu şekil 4ğ'de verilmiştir.





Şekil 4. Doğu Karadeniz Havzasının Yıllık Ortalama Yağış Verilerinin Şen Yöntemi İle Analiz Sonuçları.

Şekil 4'e bakıldığında hemen hemen tüm istasyonlarda artış trendi görülmektedir. Detaylı incelendiğinde ise; Şekil 4a, Şekil 4d, Şekil 4e Şekil 4f ve Şekil 4g'de düşük ve orta yağışlar artış trendini göstermektedir. Şekil 4b'de düşük

ve yüksek yağışlar artış trendini göstermektedir. Şekil 4c ve Şekil 4ç'de orta ve yüksek yağışlar artış trendini göstermektedir. Şekil 4g'de ise düşük, orta ve yüksek yağışlar artış trendi göstermektedir.

Serisel Korelasyon Analizi Sonuçları

Yıllık ortalama yağış verilerine trend yöntemleri uygulanmadan önce serisel

korelasyon (içsel bağımlılık) katsayıları hesaplanmış ve Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Serisel Korelasyon Analizi Sonuçları.

İstasyonlar	r(k) (%)
Ordu	-1.00044
Giresun	-1.00038
Trabzon	-1.07175
Rize	-1.00006
Hopa	-1.00035
Gümüşhane	+1.00336
Ünye	-1.00099
Akçaabat	-1.00438
Pazar	+1.00088

Çizelge 2’ye bakıldığında hesaplanan Serisel Korelasyon değerlerinde %10 güven aralığında önemli serisel korelasyon bulunmamıştır. Zaten yağış verileri genelde rasgeledir ve aslında yağış verileri için serisel korelasyon etkisi ihmal edilebilir. Yağış verilerinin diğer iklimsel parametrelere (akış gibi) oranla çok daha az içsel bağımlılığa sahip

olması doğaldır. Dolayısıyla içsel bağımlılık olmadığından Mann-Kendall testi uygulanabilir.

Mann-Kendall Testi Sonuçları

DMİ’nin Doğu Karadeniz Havzasındaki yıllık ortalama yağış istasyonlarından alınan verilerin Mann-Kendall Testi Sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Mann-Kendall Testi Sonuçları.

İstasyonlar	S	σ_s	Z	Trend Durumu
Ordu	93	4 550.33	1.364	Yok
Giresun	109	4 550.33	1.601	Yok
Trabzon	79	4 550.33	1.156	Yok
Rize	136	4 550.33	2.001	Artan Trend
Hopa	64	4 550.33	0.934	Yok
Gümüşhane	75	4 550.33	1.097	Yok
Ünye	110	3 802.67	1.768	Artan Trend
Akçaabat	66	4 165.33	0.573	Yok
Pazar	172	4 165.33	2.650	Artan Trend

Test sonuçlarına bakıldığında Rize, Ünye ve Pazar istasyonlarından alınan yıllık ortalama yağış verilerinde %90 güven aralığına göre artan bir trend görülebilirken diğer istasyonlarda trend görülmemiştir. Ancak Ordu, Giresun ve Trabzon istasyonlarının analiz sonuçları $Z_{\alpha/2}$ (1.645) değerine oldukça yakın seyretmektedir. Bu durumda ileride artan yönde bir trend sonucunu ortaya çıkarabilir. Hopa ve Akçaabat

istasyonlarının analiz sonuçları ise $Z_{\alpha/2}$ değerinden uzak olduğu için trend varlığından bahsedilemez.

Spearman’ın Rho Testi Sonuçları

DMİ’nin Doğu Karadeniz Havzasındaki yıllık ortalama yağış istasyonlarından alınan verilerin Spearman’ın Rho Testi Sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Spearman'ın Rho Testi Sonuçları.

İstasyonlar	r_s	Z	Trend Durumu
Ordu	0.215	1.237	Yok
Giresun	0.267	1.512	Yok
Trabzon	0.190	1.091	Yok
Rize	0.352	2.020	Artan Trend
Hopa	0.172	0.990	Yok
Gümüşhane	0.196	1.124	Yok
Ünye	0.296	1.649	Artan Trend
Akçaabat	0.080	0.450	Yok
Pazar	0.477	2.698	Artan Trend

Spearman'ın Rho testi sonuçları da Mann-Kendall testi ile benzer sonuçlar vermiştir. Bu testte de yine Rize, Ünye ve Pazar istasyonlarının yıllık ortalama yağış verilerinde yüzde doksan (%90) güven aralığına göre artan bir trend görülürken diğer istasyonlarda trend görülmemiştir. Ancak Ordu, Giresun ve Trabzon istasyonlarının analiz sonuçları $Z_{\alpha/2}$ (1.645) değerine oldukça yakın seyretmektedir. Bu durumda ileride artan yönde trend sonucunu ortaya çıkarabilir. Hopa ve Akçaabat istasyonlarının analiz sonuçları ise $Z_{\alpha/2}$ (1.645) değerinde oldukça uzak olduğu için trend varlığından bahsedilemez.

Şen Yöntemi ve Trend Yöntemlerinin analiz sonuçlarına bakıldığında her iki yöntemde benzer sonuçlar verdiği yani sonuçların birbiri ile örtüştüğü ve yöntemlerin güvenilir olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Havzası'nın yıllık ortalama yağış verilerinin gelecekteki trendini araştırmak için Şen Yöntemi ve Trend Yöntemleri kullanılmıştır. Şen Yöntemi ve Trend Yöntemleri, bu havzada bulunan meteorolojik istasyonlardan alınan yıllık ortalama yağış verilerine uygulanmıştır. Trend yöntemlerini uygulamadan önce verilerin serisel olarak bağımlı olup olmadığını araştırmak için serisel korelasyonuna bakılmış ve trend yöntemlerinin uygulanacağı sonucuna

varılmıştır. Trend Yöntemlerinden; Mann-Kendall Testi ve Spearman'ın Rho Testi bu çalışmada kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, Şen yöntemi analiz sonuçlarına bakıldığında hemen hemen tüm istasyonlarda artan trend görülmüştür. Bu sonuç, ileride artan yağış trendinin olabileceği sonucunu ortaya koymuştur. Trend Yöntemleri analiz sonuçlarına bakıldığında her iki test (Mann-Kendall Testi ve Spearman'ın Rho Testi) içinde Rize, Ünye ve Pazar istasyonlarından alınan yıllık ortalama yağış verilerinde yüzde doksan (%90) güven aralığına göre artan bir trend görülürken diğer istasyonlarda trend görülmemiştir. Ancak Ordu, Giresun ve Trabzon istasyonlarının analiz sonuçları $Z_{\alpha/2}$ (1.645) değerine oldukça yakın seyretmektedir. Bu durumda ileride artan yönde trend sonucunu ortaya çıkarabilir. Hopa ve Akçaabat istasyonlarının analiz sonuçları ise $Z_{\alpha/2}$ (1.645) değerinde oldukça uzak olduğu için trend varlığından bahsedilemez.

Bu sonuçlar gösteriyor ki, Doğu Karadeniz Havzası'nın çoğu bölgesinde artan yağışlar söz konusudur. Özellikle Rize, Ünye ve Pazar bölgelerinde daha da etkili yağışların meydana gelmesi beklenebilir. Beklenen bu fazla yağışlar beraberinde sel ve taşkınları meydana getirecek bu durumda hem can hem de mal kaybı neden olacaktır.

Bu durumun önüne geçebilmek için alınabilecek en etkili önlemler aşağıdaki maddeler halinde sıralanabilir.

1. Özellikle bütüncül su yönetim anlayışının benimsenip geliştirilmesi gerekir.
2. İklim değişikliği etkisiyle meydana gelecek zararları azaltmak için planlamalar yapılmalıdır.
3. Su kaynakları yönetim planlamasında, bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar göz önünde tutulmalıdır.
4. Gelecekte taşkın olaylarının görülme sıklığı artacağı için imar planlarında taşkın koruma sınırları kesin hatlarla belirlenmeli; dere ve nehir yatakları imara açılmamalı, açılmış ise kamulaştırılıp hemen boşaltılmalıdır. Taşkın koruma hattı arasında kalan alanlar yeşil rekreasyon yerleri olarak değerlendirilmelidir.
5. Olası taşkınlardan korunmak için erken uyarı sistemlerinin kullanılması son derece önem teşkil etmektedir.

KAYNAKLAR

- Biberoğlu E, 2017. Küresel İklim Modellerinin Yağış ve Sıcaklık Tahminlerinin İstatistiksel Ölçek İndirgemesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Büken ME, 2016. Adana İlinde İklim Değişikliği Etkileri Değerlendirmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Ceribas G, Dogan E, 2016. Application of Trend Analysis Method on Rainfall-Stream Flow-Suspended Load Datas of West and East Black Sea Basins and Sakarya Basin. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25 (1): 300-306.
- Ceribas G, 2018. Analyzing of Meteorological and Hydrological Datas of Iznik Lake Basin by Using Innovative Sen Method. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 19 (1): 15-24.
- Çeribaşı G, 2015. Karadeniz ve Sakarya Havzalarında Yağış-Akış-Askıda Katı Madde Verilerinin Trend Analizi İle İncelenmesi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Çeribaşı G, Doğan E, 2015. Trend Analizi Yöntemi Kullanılarak Batı ve Doğu Karadeniz İle Sakarya Havzası Akım Miktarlarının Değerlendirilmesi. *Suleyman Demirel University (SDU) International Journal of Technologic Science*, 7 (2): 1-12.
- Çeribaşı G, 2017. Türkiye'deki Bazı Akarsuların Taşıdıkları Sediment (Katı Madde) Miktarlarının Şen Yöntemi İle Analizi. *Yapı Dünyası Dergisi*, 258-259: 43-47.
- Dabanlı İ, 2017. Türkiye'de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Devlet Meteoroloji İşleri (DMI) Genel Müdürlüğü Yağış Verileri, 2014, Ankara.
- Fakioğlu S, Kağnıcıoğlu N, 2009. Doğu Karadeniz ve Çoruh Havzalarının Hidroelektrik Enerji Üretimi Açısından Değerlendirilmesi. Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri (FORUM 2009), Trabzon, Türkiye.
- Gumus V, Yenigun K, 2006. Evaluation of Lower Fırat Basin Streamflow by Trend Analysis. 7th International Advances in Civil Engineering Conference, 11-13 October 2006, Istanbul.
- Kayhan M, Alan İ, 2012. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Havza Bazında Alansal Yağış Analizi. *Türkiye Alansal Yağış Analizi 1971-2010*.

- Kendall M, 1975. Rank Correlation Methods. London: CharlesGriffin.
- Mann HB, 1945. Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica*, 13: 245-259.
- Partal T, 2003. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Şen Z, 2012. Innovative Trend Analysis Methodology. *Journal of Hydrological Engineering*, 17 (9): 1042-1046.
- Şen Z, 2013. Trend Identification Simulation and Application. *Journal of Hydrological Engineering*, 19 (3): 635-642.
- Yıldırım A, 2015. Trend Analizi Yöntemleri: Orta Fırat Havzası Uygulaması, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).