

Doğu ve Orta Karadeniz Bölgesi yağışlarının aylık, mevsimlik ve yıllık trend analizi

Monthly, seasonal and annual trend analysis of precipitation for Eastern and Central Black Sea Region of Türkiye

Berfin ÖĞ¹ , Tamer GÜRER¹ , Serhat CENGİZ¹ , Ahmet ÖZTÜRK¹ , Eda TURAN¹ ,
Evren ÖZGÜR*¹ 

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34700, İstanbul

• Geliş tarihi / Received: 20.07.2023

• Kabul tarihi / Accepted: 03.11.2023

Öz

Yağış, hidrolojik döngüde kritik bir rol oynar ve günlük hayatımızı çeşitli şekillerde etkiler. Ayrıca iklim değişikliğinin bir göstergesi olarak görülür ve yağış eğilimini tespit etmek, geleceğin yağış rejimi hakkında öngörüler yapmak için çok önemlidir. Bu amaçla, bu çalışmada Doğu ve Orta Karadeniz'de yer alan altı ilin meteoroloji istasyonlarından alınan yağış verileri trend analizine tabi tutulmuştur. Yağış eğilimini belirlemek için lineer trend testi ile parametrik olmayan Mann-Kendall testi kullanılmıştır. Trend analizi, altı il için aylık, mevsimlik ve yıllık dönemler bazında yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Karadeniz havzasındaki altı ilin 1977-2016 arasındaki yağış verilerinde istatistiksel olarak anlamlı eğilimler saptanmıştır. Yıllık toplam yağışlarda üç ilde anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Genel olarak yağışta artış eğilimi gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Karadeniz Bölgesi, Lineer trend, Mann-Kendall, Trend analizi, Türkiye, Yağış

Abstract

Precipitation plays a crucial role in the hydrological cycle and impacts our daily lives in many ways. It's also viewed as an indicator of climate change. Consequently, determining precipitation trends is vital for forecasting future precipitation patterns. For this study, rainfall data from meteorological stations across six provinces in the Eastern Black Sea region underwent trend analysis. To identify the precipitation trend, linear trend test and the non-parametric Mann-Kendall test was applied. This trend analysis was conducted monthly, seasonally, and annually for each of the six provinces. The study found statistically significant trends in the rainfall data for all six provinces in the Black Sea basin from 1977 to 2016. Notably, significant increases in annual total rainfall were detected in three provinces. Generally, an increasing trend in precipitation was observed.

Keywords: Black Sea Region, Linear trend, Mann-Kendall, Trend analysis, Türkiye, Precipitation

* Evren ÖZGÜR; evren.ozgur@medeniyet.edu.tr

1. Giriş

1. Introduction

Yağış, hidrolojinin önemli parametrelerinden biri olarak su buharının katı veya sıvı halde yeryüzüne düşmesi olarak tanımlanır. İklim değişimlerine bağlı olarak, iklim elemanlarının zamansal ve mekânsal olarak en değişken parametrelerinden biri olan yağışın sistematik olarak artması ve azalması iklim değişikliği için belirleyici rol oynamaktadır.

Küresel iklim değişikliği nedeniyle hidrolojik analiz yöntemlerinin önemi artmıştır. Küresel ısınma, dünyanın iklim dengesi bozulduğu için ortaya çıkan sera gazlarının dünyanın ısı kapasitesinde artışa neden olarak iklim değişikliğine yol açmasıdır. İklim değişikliği sıcaklıkları artırdıkça kutuplardaki buzullar erimekte ve bu durum dünya yağış rejiminde düzensizlikler yaratmaktadır (IPCC, 2022).

Suyun ana kaynağı yağıştır ve su hayatın devamlılığıdır. Aşırı yağış ve yetersiz drenaj sistemi sele neden olurken yağış düzensizliği ve sıcaklıktaki artış kuraklığa neden olur. Karadeniz Bölgesi'nde sağanak yağışların yol açtığı şiddetli sel ve heyelanlarda birçok kişi hayatını kaybetmiştir. Günümüzde can kaybına neden olan taşkınları, taşkın kontrol çalışmalarının planlanması, tasarımı ve mevcut kaynakların kullanımını dikkate alarak kontrol altına almak mümkündür. Karadeniz bölgesini doğal afet bölgesi yapan etkili faktörler, bölgenin jeolojik yapısal ve özellikleri, dağların kıydan ani yükselişi ile eğim değerinin artması ve akarsu aşındırma şeklidir (Nemli, 2017).

Türkiye'nin Karadeniz bölgesi, su temini ve enerji üretimi için yağışa büyük ölçüde bağımlı olan önemli bir tarım ve sanayi bölgesidir. Bu rapor, Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde incelenen altı ilin 1977-2016 yılları arasında aylık, yıllık ve mevsimlik yağış eğilimlerini analiz etmektedir. Analiz, bölgedeki meteoroloji istasyonlarından toplanan verilere dayanmaktadır.

Yağış verilerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesi ile yağışın belirli özellikleri hakkında önemli bilgiler elde etmek ve gelecek yıllar için tahminler yapmak mümkündür. Doğu Karadeniz'de yağış verilerinin eğilimlerinin bulunması amacıyla Karadeniz bölgesinde çeşitli yöntemlerle farklı araştırmalar yapılmıştır.

Karadeniz Bölgesi'ndeki 1971-2010 yılları arasında yağış değişimlerini araştıran bir çalışmada bölgede bulunan 18 istasyondan elde edilen verileri analiz edilmiştir. Yağış trendlerini tespit etmek için Mann-Kendall, regresyon ve Şen eğilim testi olmak üzere üç farklı yöntem kullanılmıştır. Çalışmaları sonucunda bölgedeki 8 istasyonda üç yöntemle de uyumlu bir şekilde artan bir yağış trendi olduğu bulunmuştur. (Saplıoğlu & Çoban, 2013).

Sakarya Havzasında yapılan bir çalışmada yağışlarda azalış trendi gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, Batı Karadeniz Havzasında belirgin bir trend tespit edilmemiş fakat Doğu Karadeniz Havzasında yağışlarda artış trendi gözlemlenmiştir (Çeribaşı & Doğan, 2015).

Orta Karadeniz'in kıyı şeritlerinde yapılan bir çalışmada yağışlar açısından yapılan analizde iç kesimlerdeki istasyonların denize yakın istasyonlara göre azalan bir eğilim olduğu sonucuna ulaşılmıştır. (Özkoca, 2015).

Doğu Karadeniz Bölgesi'ne ait 10 meteoroloji istasyonu üzerinde yapılan farklı bir çalışmada, standart zamanlarda maksimum yağış yükseklikleri incelenmiş ve bölge genelinde artan bir eğilim tespit edilmiştir (Nemli, 2017).

Doğu Karadeniz'de dört istasyonun çalışıldığı başka bir çalışmada Mann-Kendall ve Şen testleri kullanılarak yağış ve sıcaklık verileri analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda yağış verilerinde Hopa'da azalış eğilimi, diğer istasyonlarda ise artış eğilimi belirlenmiştir (Polat & Sunkar, 2017).

Trabzon ve Akçaabat istasyonlarında çalışılan bir araştırmada Mann-Kendall ve Şen'in Yenilikçi Eğilim metotları kullanılmıştır. Verilerin homojenliği, SNHT ve Von-Neumann teknikleriyle %95 güven seviyesinde doğrulanmıştır. Özellikle sonbahar ve ilkbaharda belirli aylarda yağış miktarında artış eğilimi olduğunu ortaya konmuştur. Şen'in Yenilikçi Eğilim metoduyla, çeşitli dönemlerde ve veri setlerinde artış ve azalış trendleri saptanmıştır. Ancak, bu bulgular daha önceki araştırmalarla tam anlamıyla örtüşmediği belirtilmiştir; bunun nedeni olarak farklı veri periyodlarının kullanılması olduğu belirtilmiştir (Kankal & Akçay,2018).

Bir başka çalışmada ise Batı Karadeniz Havzasında bulunan on meteoroloji istasyonundan alınan yağış verileri Şen yöntemi ile incelenmiştir. İstasyonlardan sadece birinde yağış artış trendi gözlemlenmiş, döt adet istasyonda azalan trend bulunmuş ve kalan istasyonlarda ise herhangi bir trende rastlanmamıştır (Çeribaşı, 2018).

Karadeniz Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada, Doğu ve Orta Karadeniz Bölgesi'nde artan bir eğilim, Batı Karadeniz Bölgesi'nde ise azalan bir eğilim tespit edilmiştir. (Demir, 2018).

31 yıllık bir zaman dilimi boyunca Erzincan, Gümüşhane ve Bayburt'taki meteoroloji istasyonlarından toplanan yağış verileri birden çok trend testi kullanılarak elde edilen analizler sonucunda kış mevsiminde bazı aylarda yağış için artan trend, yaz mevsiminde ise bazı aylarda yağış azalan trend gözlemlenmiştir. (Dalkılıç, 2019).

2020 tarihli çalışmada, 16 meteoroloji istasyonundan toplanan sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizi yapılmıştır. Bu analizler, Yenilikçi Şen metodu ve Mann-Kendall testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yenilikçi Şen metodu, sıcaklık verilerinde her istasyonda bir artış trendi tespit ederken, Mann-Kendall testi yalnızca 7 istasyonda bu trendi belirlemiştir. Aynı zamanda, yağış verilerinin analizinde de Yenilikçi Şen metodu ile Mann-Kendall testi arasında belirgin farklılıklar tespit etmişlerdir. (Tokgöz & Partal, 2020).

Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Gümüşhane, Bayburt illerini kapsayan Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki istasyonlardan elde edilen 1960-2016 yılları arası sonuçlar yıllık olarak bakıldığında, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yağış miktarlarının artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Aylara göre değerlendirildiğinde ise, yağış miktarlarının çoğunlukla yükseliş eğiliminde olduğu görülmektedir (Yılmaz vd., 2021).

Artvin ve Bayburt'un iç bölgeleri ile Ordu ve Rize'nin meteoroloji izleme istasyonlarından toplanan veriler dikkatlice incelenmiştir. Yağış tahmin kapasitesi bakımından daha üstün olduğu düşünülen MPI modeli, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları kullanılarak bölgenin yağış özelliklerindeki muhtemel değişiklikleri ortaya çıkarılmıştır. Mevcut gözlem döneminde, tüm istasyonların yağış miktarı ve yoğunluğu değerlendirilmiş; ancak yalnızca Bayburt istasyonunda toplam yağış miktarında önemli bir değişim belirlenmiştir (Aksu vd., 2022).

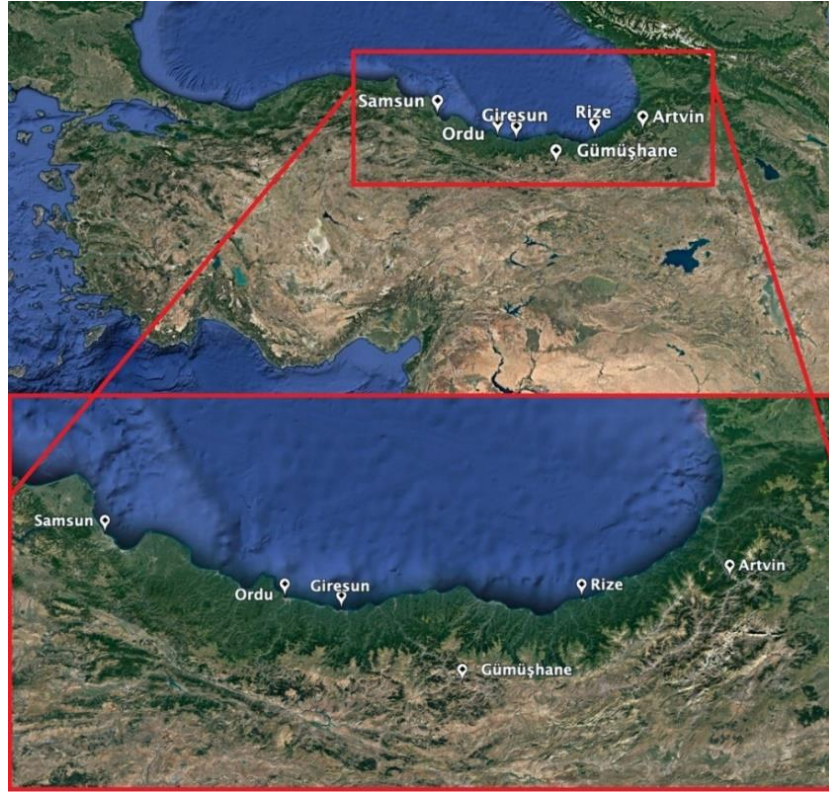
Çalışmalardan da görülebileceği gibi, yağış, sıcaklık ve benzeri meteorolojik bilgilerde trend analizi, iklim değişikliklerini anlamak için önemlidir. Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi'nde altı ilde bulunan meteoroloji istasyonlarının 1977-2016 arasındaki 40 yıllık yağış verileri incelenmiştir. Bu verilerle, aylık, mevsimsel ve yıllık dönemlerde yağışta trendlerin olup olmadığı ve trend gözlenen istasyonlarda değişim noktasının varlığı araştırılmıştır.

2. Çalışmada kullanılan materyal

2.1. Material used in the study

Çalışmada kullanılan veriye geçmeden önce, Türkiye iklim sisteminden bahsetmek faydalı olabilir. Türkiye "Akdeniz İklimi" adı verilen bir iklim karakterine sahiptir. Bunun yanı sıra, polar ve tropikal iklimlerden de etkilenmektedir. Kış aylarında, ülkemizde denizsel polar (mP) ve karasal polar (cP) hava kütleleri hakimdir. Özellikle de ülkenin güney ve güneydoğu kesimleri oldukça kuru olan karasal polar hava kütlelerinin etkisi altındadır. Öte yandan; özellikle yaz aylarında Azor Yüksek Basınç Sistemi ülkemizin batı kesimlerini etkilemektedir. İstisnai olarak da ülkenin batı ve kuzeybatı kesimleri yaz aylarında yoğun yağış almaktadır. Ayrıca, Karadeniz Bölgesi'nde de yaz aylarında çok yoğun orografik yağış görülmektedir. Kış aylarında zaman zaman Sibiryaya Yüksek Basınç Sistemi kuzey ve doğu Avrupa ile birlikte ülkemizde de etkili olmaktadır. Bu cephesel sistemler Türkiye'yi iki farklı yörüngede etkilemektedir. İlk yörüngede batı, güney ve güneydoğu kesimleri etkilenmektedir. İkinci yörünge ise çalışma alanının da içinde yer aldığı kuzey, kuzeybatı ve orta kesimlere etkide bulunmaktadır (Tatlı vd., 2004; Tatlı & Menteş, 2019; Tekin vd., 2021).

Bu çalışmadaki veriler, 1977-2016 yılları arasındaki 40 yıllık dönemi kapsayan, Meteoroloji Genel Müdürlüğü kayıtlarından elde edilmiştir. Aylık toplam yağış, mevsimlik toplam yağış ve yıllık toplam yağış değerleri Şekil 1'de belirtilen istasyonlara ilişkindir. İstasyonların bilgileri Tablo 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Araştırmada çalışılan bölge ve iller
Figure 1. The region and provinces studied in the research

Tablo 1. Araştırmada kullanılan istasyonların özellikleri
Table 1. The characteristics of the stations used in the research

İstasyon kodu	İstasyon adı	Enlem	Boylam	Yükseklik (m.)
17030	Samsun	41.344	36.255	4
17033	Ordu	40.984	37.886	5
17034	Giresun	40.923	38.388	38
17040	Rize	41.040	40.501	3
17045	Artvin	41.175	41.819	613
17088	Gümüşhane	40.460	39.465	1216

3. Yöntem

3. Method

3.1. Linear trend testi

3.1. Linear trend test

Linear regresyon veri serileri arasındaki doğrusal sınırın belirlendiği bir yöntem olup, aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$x_t = \alpha \cdot t + \beta \quad (1)$$

Burada α katsayısı ve β sabit değeri; bağımlı t ve bağımsız x_t değişkenleri arasındaki ilişkiye dayanarak hesaplanan değerlerdir. α katsayısının istatistiksel olarak anlamlılığı t -testi yardımıyla belirlenebilir (genellikle 0.05 anlamlılık seviyesi kullanılır). Linear trend (LT) analizi sonucu elde edilen t değeri, seçilen anlamlılık

seviyesi için belirlenen kritik değeri aşıyorsa, incelenen zaman serisinde anlamlı bir trend olduğu sonucuna varılır (Vaheddoost, 2020).

3.2. Mann-Kendall trend testi

3.2. Mann-Kendall trend test

Mann-Kendall (MK) trend testi, meteorolojide trend testi için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Yağış, akış, sıcaklık gibi pek çok değişkenin trendinin anlamlılığını test etmek için kullanılır. Bu test, değişkenin dağılımına bağlı olmadığı için parametrik olmayan bir trend testi olarak kabul edilir. Meteorolojik değişkenlerin normal dağılımdan farklı olabileceği göz önüne alındığında, Mann-Kendall testi neredeyse tüm meteorolojik değişkenler için uygun bir seçenektir ve bu da testin avantajlarından biridir (Özgür, 2013; Özgür & Koçak 2019).

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad (2)$$

S değerini hesabı şu şekilde yapılır. İlk olarak verideki ilk sırada bulunan değer ikinci sıradan çıkartılır ve işaretine göre denklem 2 de gösterildiği şekilde pozitif ise 1, negatif ise -1 ve sıfır ise 0 değerini alır. Sonra ilk veri üçüncü sıradaki değerden çıkarılır ve aynı işlem tekrarlanır. Bu işlem son sıraya kadar devam eder. Son sıraya kadar tüm değerlerden ilk veri çıkarılarak ilk veri için işlem sonlanır. İlk veri altındaki tüm verilerden çıkartıldıktan sonra ikinci veri ilk veride yapılan işlemler tekrar edilir. Bu işlemler sondan ikinci veriye kadar aynı şekilde uygulanır ve en son elde edilen tüm -1,0 ve 1 değerleri toplanarak S değeri bulunur.

$$\text{sign}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{Eğer } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{Eğer } x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (3)$$

S değeri hesaplandıktan sonra denklem 3'teki Var[S] değeri hesaplanır. Denklemdeki n değeri veri sayısını ifade ediyor. Denklemdeki t_j değeri ise tekrar eden değerlerin ne kadar tekrar ettiğini ifade ediyor. Örneğin verideki üç gözlem üç defa tekrar ediyorsa $t_j = 3$ alınır. Bu işlem tekrar eden diğer gözlemler için de denklemde yerine konarak Var[S] değeri hesaplanmış olur.

$$\text{Var}[S] = \frac{\{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j+5)\}}{18} \quad (4)$$

S ve Var[S] değerleri hesaplandıktan sonra denklem 4'e göre Z değeri hesaplanır. Elde edilen Z değerinin mutlak değeri, seçilen anlamlılık düzeyi için normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse, sıfır hipotezi kabul edilir. Bu sonuç, incelenen zaman serisinde trend olmadığı anlamına gelir. Ancak, Z değerinin büyük olması durumunda trend olduğu sonucuna varılır. Eğer Z pozitif ise trend artan yönde, negatif ise azalan yönde olarak belirlenir (Yue vd., 2002).

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{VAR}[S]}} & \text{Eğer } S > 0 \\ 0 & \text{Eğer } S = 0 \\ \frac{S-1}{\sqrt{\text{VAR}[S]}} & \text{Eğer } S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

3.3. Pettitt testi

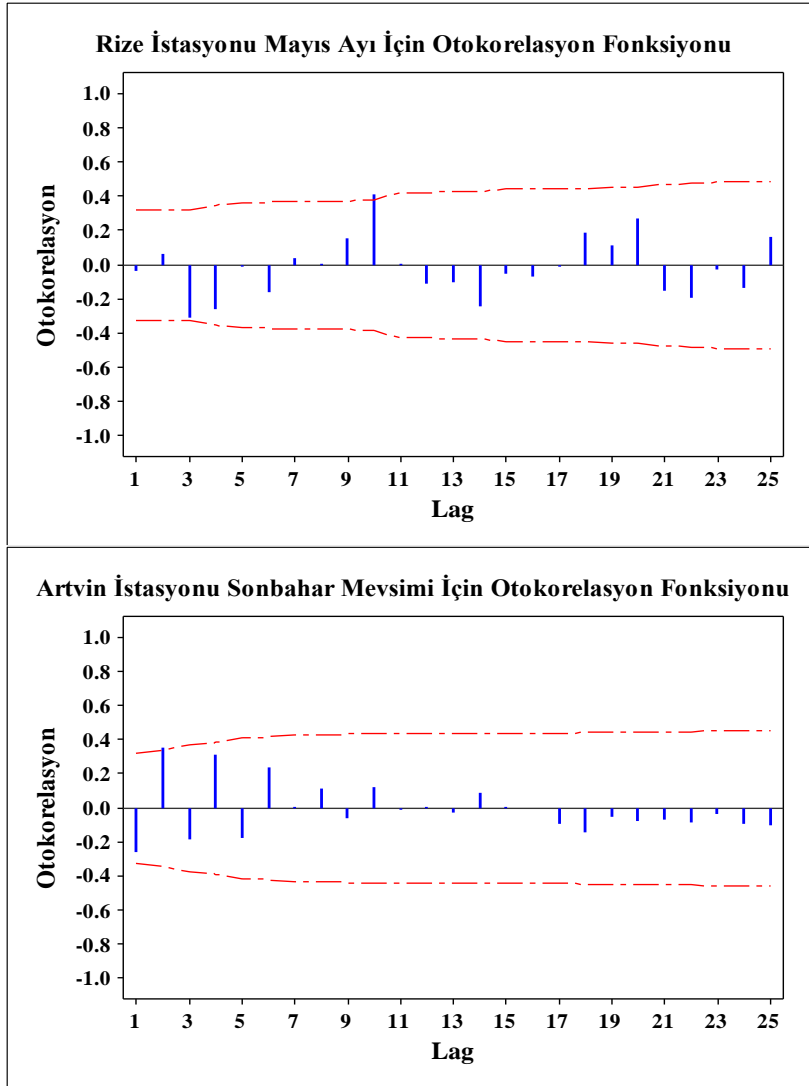
3.3. Pettitt test

Bir zaman serisinde trendin varlığını tespit ettikten sonra, değişimin nerede başladığını tespit etmek de son derece önemlidir. Pettitt testi (Pettitt, 1979), belirli bir zaman serisinde yer alan ani değişimleri saptamak için sıklıkla kullanılan bir testtir. Meteorolojik parametrelerin tümünde değişim noktasının varlığını belirleyebilmek için Pettitt testi yaygın olarak uygulanmaktadır (Yılmaz, 2023). Çalışma kapsamında trend gözlenen istasyonlarda değişim noktalarını belirlemek amacıyla Pettitt testi uygulanmıştır.

4. Bulgular

4. Results

Öncelikle çalışmada kullanılan tüm istasyonların aylık, mevsimlik ve yıllık toplam yağış verilerine MINITAB programı yardımıyla otokorelasyon analizi uygulanmış ve verilerde içsel bağımlılık olup olmadığı saptanmıştır. Artvin istasyonunda Şubat ve Kasım ayları ile Sonbahar mevsimi verilerinde, Giresun istasyonunda Ağustos ayı verilerinde, Gümüşhane istasyonu Nisan ve Temmuz ayları verilerinde, Ordu istasyonu Haziran ayı ve İlkbahar mevsimi verilerinde, Rize istasyonunda ise Mayıs ve Eylül ayları verilerinde otokorelasyon değerlerinden %95 güven aralığının dışında kalan değerler gözlenmiştir. Şekil 2’de aylık ve mevsimlik verilerden otokorelasyon değeri güven aralığı dışında yer alan iki adet örnek verilmiştir.



Şekil 2. Otokorelasyon analizi sonucu içsel bağımlılık gözlenen istasyon örnekleri

Figure 2. Examples of stations with inner-dependency as a result of autocorrelation analysis

Yukarıda bahsedilen içsel bağımlılık olan istasyonların hiçbirinde, kullanılan iki yöntemde de istatistiksel olarak anlamlı bir trend gözlenmemiştir. Dolayısıyla mevcut veriler için içsel bağımlılık giderici herhangi bir yöntem uygulanmamıştır.

4.1. Samsun istasyonu sonuçları

4.1. Samsun station results

Lineer Trend analizi ve Mann-Kendall trend analizi sonuçlarına göre Tablo 2’de Samsun ilinin t ve z değerleri verilmiştir. Elde edilen analiz verilerine göre Samsun ilinde her iki yöntemde de istatistiksel olarak anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Ay bazında Lineer Trend analizine göre Mart ayında anlamlı bir artış söz konusu iken

Mann-Kendall trend analizine göre Ocak ayında anlamlı bir artış söz konusudur. Her yılın verilerine göre her iki trend analizi sonucunda elde edilen t ve z değerleri neticesinde yıllık yağışta anlamlı artış eğilimi gözlemlenmiştir. Mevsimler veriler dikkate alındığında Lineer Trend analizine göre yaz ve kış mevsimlerinde anlamlı artış mevcuttur. Mann-Kendall trend analizine göre ise yalnızca kış ayında anlamlı bir artış söz konusudur.

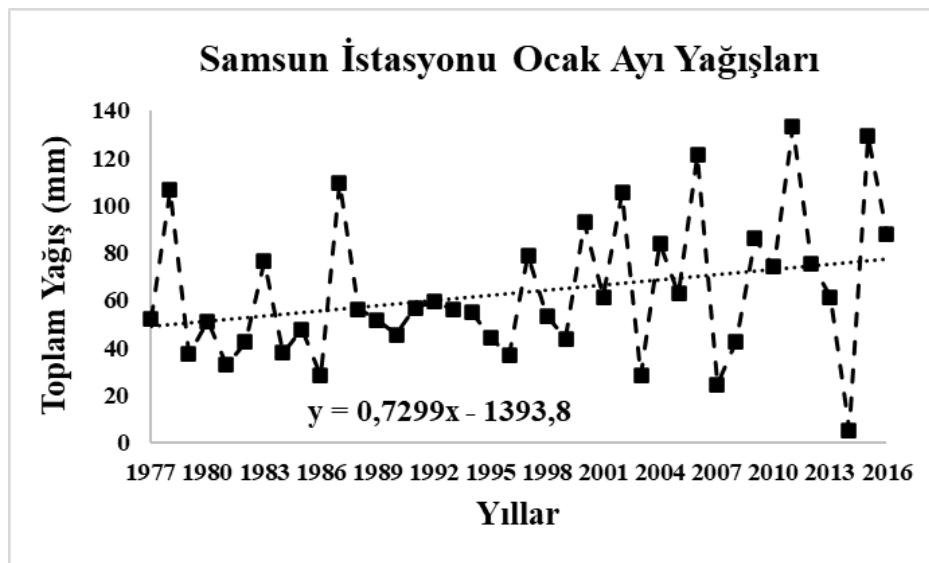
Tablo 2. Samsun verileri trend analizi (1977-2016)

Table 2. Trend analysis of samsun datas (1977-2016)

	LT t değeri	Trend Evet/Hayır	MK z değeri	Trend Evet/Hayır
Ocak	1,84	Hayır	2,03**	Evet
Şubat	1,45	Hayır	0,84	Hayır
Mart	2,10*	Evet	1,81	Hayır
Nisan	-1,05	Hayır	-0,83	Hayır
Mayıs	0,84	Hayır	0,68	Hayır
Haziran	0,75	Hayır	0,73	Hayır
Temmuz	0,99	Hayır	0,78	Hayır
Ağustos	1,51	Hayır	0,16	Hayır
Eylül	0,08	Hayır	0,02	Hayır
Ekim	-0,56	Hayır	-0,43	Hayır
Kasım	-0,69	Hayır	-0,59	Hayır
Aralık	1,71	Hayır	1,53	Hayır
Yıllık	3,02*	Evet	2,57**	Evet
İlkbahar	0,99	Hayır	0,79	Hayır
Yaz	2,03*	Evet	1,51	Hayır
Sonbahar	-0,85	Hayır	-0,66	Hayır
Kış	2,12*	Evet	2,12**	Evet

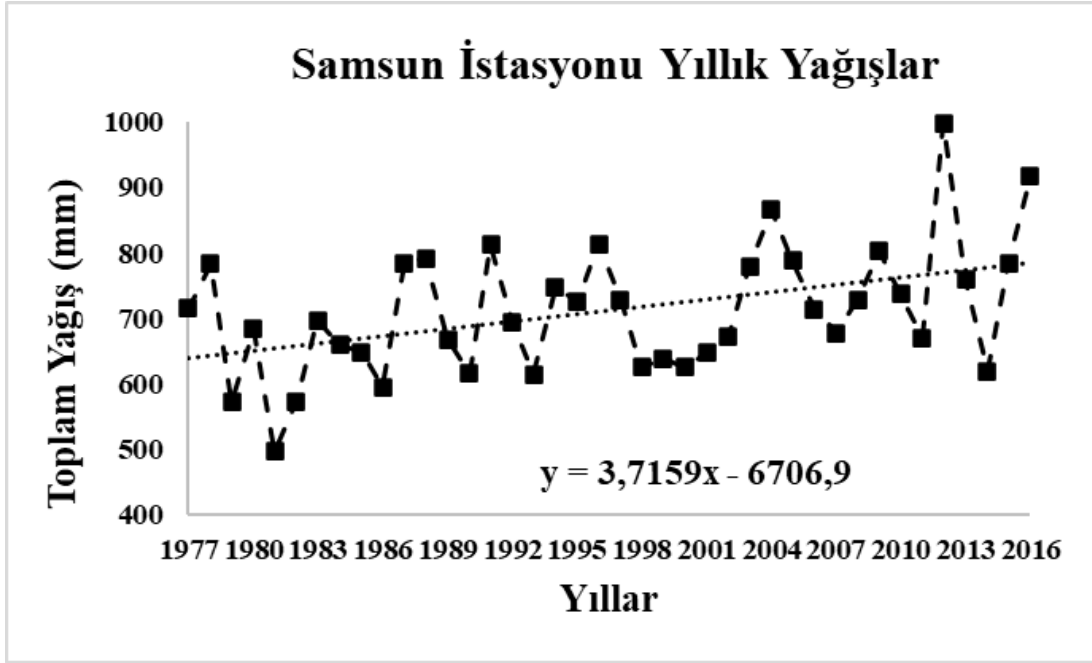
* : %95 anlamlılık seviyesinde lineer trend analizi sonucu elde edilen t değeri, student-t tablosunda yer alan kritik değer olan $\pm 2,021$ dışında olduğu için, H_0 hipotezi kabul edilmemiş ve istasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim ortaya çıkmıştır.

** : %95 güven aralığına karşılık gelen kritik z değeri $\pm 1,96$ dışında olduğundan H_0 hipotezi kabul edilmemiş ve istasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim ortaya çıkmıştır.



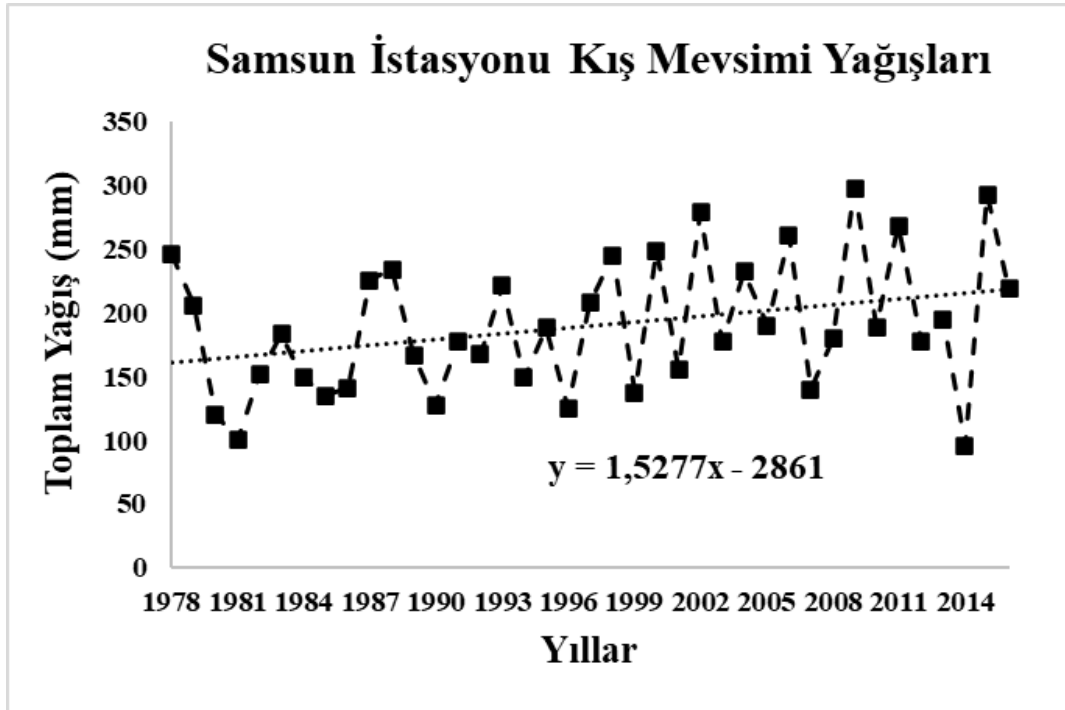
Şekil 3. Samsun ocak ayı yağış grafiği (1977-2016)

Figure 3. Samsun january precipitation graph (1977-2016)



Şekil 4. Samsun yıllık yağış grafiği (1977-2016)

Figure 4. Samsun annual precipitation graph (1977-2016)



Şekil 5. Samsun kış mevsimi yağış grafiği (1978-2016)

Figure 5. Samsun winter precipitation graph (1978-2016)

4.2. Ordu istasyonu sonuçları

4.2. Ordu station results

Linear Trend analizi ve Mann-Kendall trend analizine göre Tablo 3'te Ordu ilinin t ve z değerleri verilmiştir. Elde edilen analiz verilerine göre Ordu ilinde Nisan ayında Linear Trend analizine göre anlamlı bir azalış eğilimi gözlemlenmiştir. Mann-Kendall trend analizine göre aylık, yıllık ve mevsimsel bazda anlamlı bir değişim söz konusu değildir.

Tablo 3. Ordu verileri trend analizi (1977-2016)**Table 3.** Trend analysis of ordu datas (1977-2016)

	LT <i>t</i> değeri	Trend Evet/Hayır	MK <i>z</i> değeri	Trend Evet/Hayır
Ocak	0,72	Hayır	0,64	Hayır
Şubat	0,09	Hayır	0,20	Hayır
Mart	1,42	Hayır	1,92	Hayır
Nisan	-2,42*	Evet	-1,95	Hayır
Mayıs	0,55	Hayır	1,03	Hayır
Haziran	0,81	Hayır	0,38	Hayır
Temmuz	-0,23	Hayır	-0,43	Hayır
Ağustos	0,49	Hayır	0,13	Hayır
Eylül	0,84	Hayır	0,85	Hayır
Ekim	0,83	Hayır	0,65	Hayır
Kasım	-0,35	Hayır	-0,21	Hayır
Aralık	0,74	Hayır	0,86	Hayır
Yıllık	1,35	Hayır	0,80	Hayır
İlkbahar	-0,16	Hayır	-0,31	Hayır
Yaz	0,58	Hayır	0,41	Hayır
Sonbahar	0,71	Hayır	0,63	Hayır
Kış	0,43	Hayır	0,05	Hayır

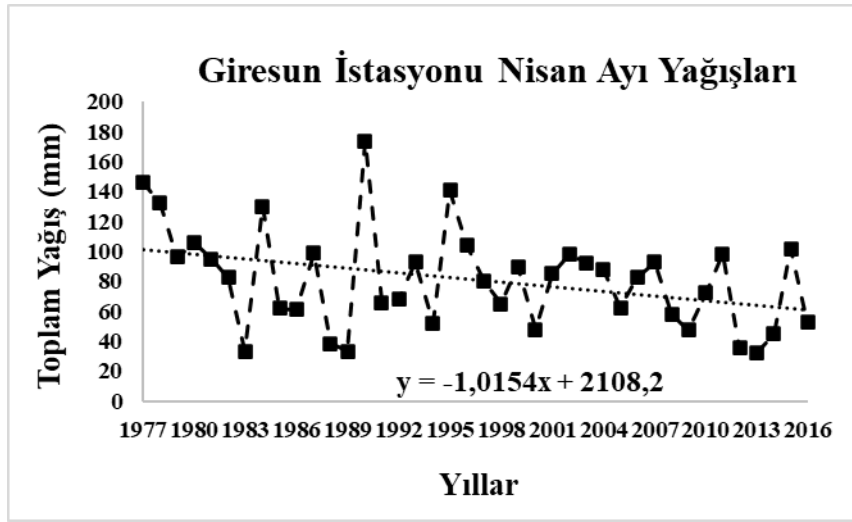
4.3. Giresun istasyonu sonuçları

4.3. Giresun station results

Lineer Trend analizi ve Mann-Kendall trend analizine göre Tablo 4'te Giresun ilinin *t* ve *z* değerleri verilmiştir. Elde edilen analiz verilerine göre ay bazında Giresun ilinde Nisan ayında Lineer Trend analizine göre anlamlı bir azalış eğilimi ve Eylül ayında anlamlı bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. Ayrıca Lineer Trend analizine göre sonbahar ve yıllık yağışlarda anlamlı artış eğilimi görülmektedir. Mann-Kendall trend analizine göre Nisan ayında anlamlı bir azalış eğilimi görülmektedir. Mann-Kendall trend analizinde tıpkı Lineer Trend analizinde olduğu gibi sonbahar yağışları ve yıllık yağışlarda anlamlı artış eğilimi görülmektedir.

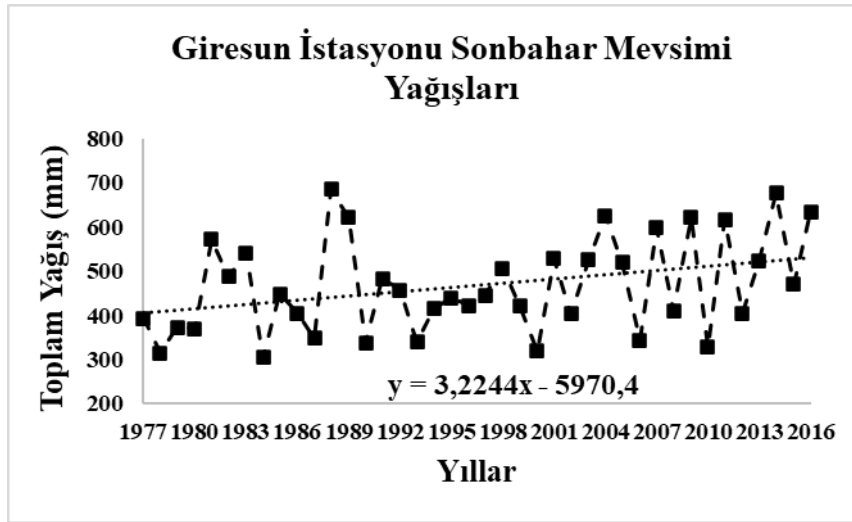
Tablo 4. Giresun verileri trend analizi (1977-2016)**Table 4.** Trend analysis of giresun datas (1977-2016)

	LT <i>t</i> değeri	Trend Evet/Hayır	MK <i>z</i> değeri	Trend Evet/Hayır
Ocak	0,77	Hayır	0,72	Hayır
Şubat	-0,16	Hayır	0,08	Hayır
Mart	0,84	Hayır	0,52	Hayır
Nisan	-2,35*	Evet	-2,18**	Evet
Mayıs	0,23	Hayır	0,17	Hayır
Haziran	0,79	Hayır	0,43	Hayır
Temmuz	0,53	Hayır	-0,20	Hayır
Ağustos	-0,74	Hayır	-0,66	Hayır
Eylül	2,06*	Evet	1,90	Hayır
Ekim	1,23	Hayır	1,15	Hayır
Kasım	0,16	Hayır	0,20	Hayır
Aralık	0,91	Hayır	1,04	Hayır
Yıllık	2,02*	Evet	2,11**	Evet
İlkbahar	-0,62	Hayır	-0,44	Hayır
Yaz	0,44	Hayır	0,03	Hayır
Sonbahar	2,27*	Evet	2,09**	Evet
Kış	0,49	Hayır	0,35	Hayır



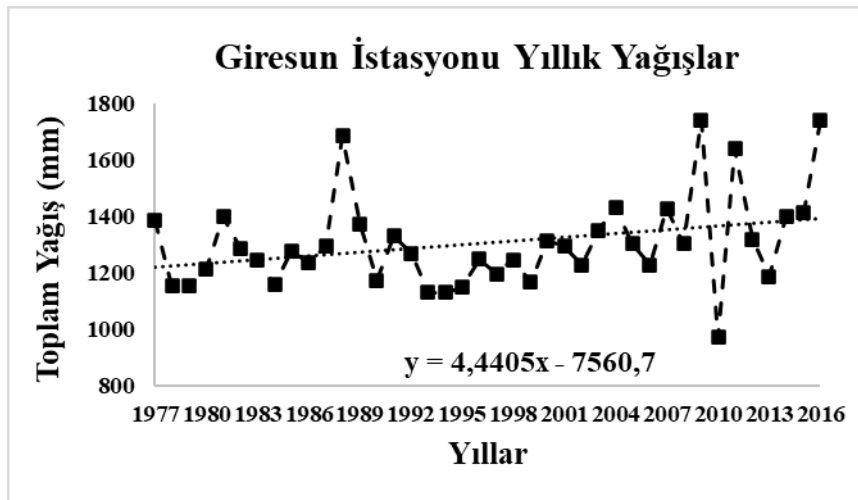
Şekil 6. Giresun nisan ayı yağış grafiği (1977-2016)

Figure 6. Giresun april precipitation graph (1977-2016)



Şekil 7. Giresun sonbahar mevsimi yağış grafiği (1977-2016)

Figure 7. Giresun autumn precipitation graph (1977-2016)



Şekil 8. Giresun yıllık yağış grafiği (1977-2016)

Figure 8. Giresun annual precipitation graph (1977-2016)

4.4. Rize istasyonu sonuçları

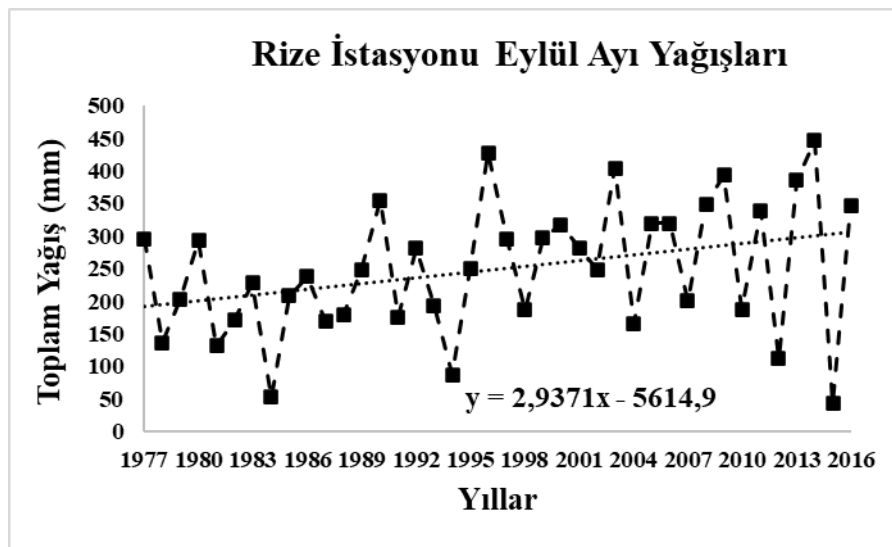
4.4. Rize station results

Lineer Trend analizi ve Mann-Kendall trend analizine göre Tablo 5'te Rize ilinin t ve z değerleri verilmiştir. Elde edilen analiz verilerine göre Rize ilinde Temmuz ve Eylül ayında Lineer Trend analizine göre anlamlı bir artış eğilimi mevcuttur. Lineer Trend analizine göre yaz yağışları ve yıllık yağışlarda anlamlı artış eğilimi görülmektedir. Mann-Kendall trend analizine göre yalnızca Eylül ayında anlamlı bir artış eğilimi mevcuttur. Mann-Kendall trend analizine göre sonbahar yağışları ve yıllık yağışlarda anlamlı artış eğilimi görülmektedir

Tablo 5. Rize verileri trend analizi (1977-2016)

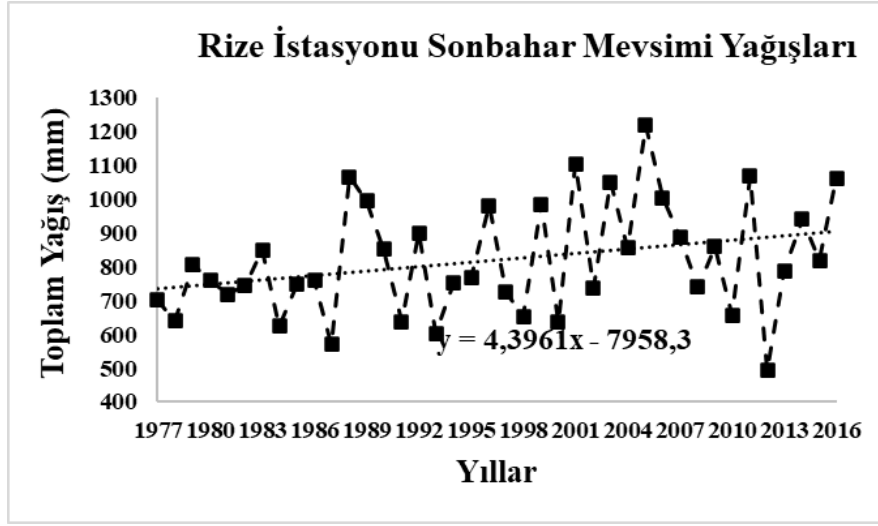
Table 5. Trend analysis of rize datas (1977-2016)

	LT t değeri	Trend Evet/Hayır	MK z değeri	Trend Evet/Hayır
Ocak	0,42	Hayır	0,34	Hayır
Şubat	-0,30	Hayır	0,01	Hayır
Mart	1,36	Hayır	1,39	Hayır
Nisan	-0,46	Hayır	-0,24	Hayır
Mayıs	-0,71	Hayır	-0,48	Hayır
Haziran	1,59	Hayır	1,22	Hayır
Temmuz	2,11*	Evet	1,69	Hayır
Ağustos	0,56	Hayır	0,48	Hayır
Eylül	2,22*	Evet	2,55**	Evet
Ekim	1,03	Hayır	0,62	Hayır
Kasım	-0,10	Hayır	-0,13	Hayır
Aralık	0,34	Hayır	0,64	Hayır
Yıllık	2,78*	Evet	2,33**	Evet
İlkbahar	0,09	Hayır	-0,15	Hayır
Yaz	2,50*	Evet	1,82	Hayır
Sonbahar	1,98	Hayır	2,02**	Evet
Kış	-0,12	Hayır	-0,31	Hayır

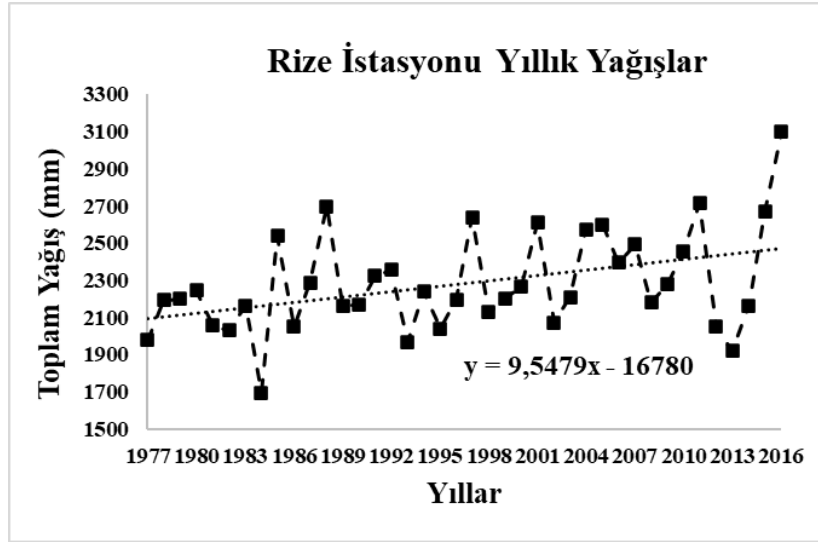


Şekil 9. Rize eylül ayı yağış grafiği (1977-2016)

Figure 9. Rize september precipitation graph (1977-2016)



Şekil 10. Rize sonbahar mevsimi yağış grafiği (1977-2016)
Figure 10. Rize autumn precipitation graph (1977-2016)



Şekil 11. Rize yıllık yağış grafiği (1977-2016)
Figure 11. Rize annual precipitation graph (1977-2016)

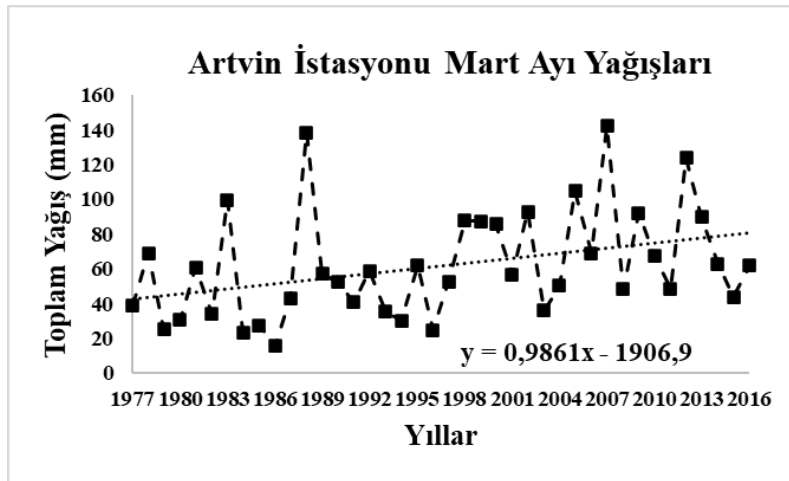
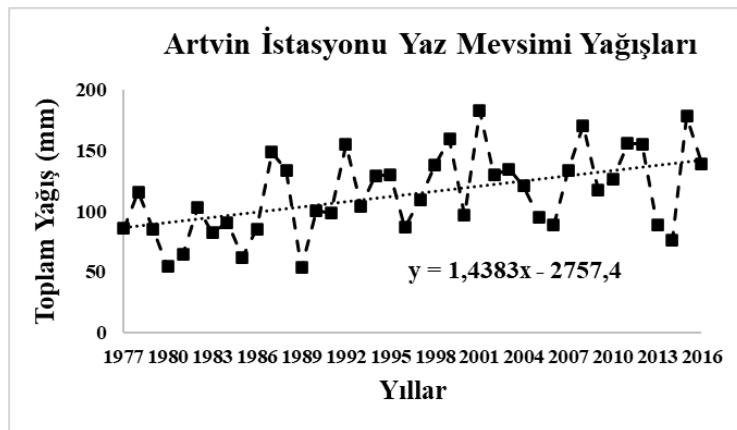
4.5. Artvin istasyonu sonuçları

4.5. Artvin station results

Linear Trend analizi ve Mann-Kendall trend analizine göre Tablo 6’da Artvin ilinin t ve z değerleri verilmiştir. Elde edilen analiz verilerine göre Artvin ilinde Linear Trend analizine göre Mart, Ağustos, Eylül ayında anlamlı bir artış eğilimi mevcuttur. Linear Trend analizine göre yaz ve sonbahar yağışlarında anlamlı artış eğilimi görülmektedir. Mann-Kendall trend analizine göre yalnızca Eylül ayında anlamlı bir artış eğilimi mevcuttur. Mann-Kendall trend analizine göre Mart yağışları ve yaz yağışlarında anlamlı artış eğilimi görülmektedir.

Tablo 6. Artvin verileri trend analizi (1977-2016)**Table 6.** Trend analysis of artvin datas (1977-2016)

	LT t değeri	Trend Evet/Hayır	MK z değeri	Trend Evet/Hayır
Ocak	-0,82	Hayır	-0,50	Hayır
Şubat	-0,11	Hayır	-0,23	Hayır
Mart	2,44*	Evet	2,54**	Evet
Nisan	-1,05	Hayır	-1,07	Hayır
Mayıs	-0,25	Hayır	0,30	Hayır
Haziran	1,65	Hayır	0,98	Hayır
Temmuz	1,50	Hayır	1,65	Hayır
Ağustos	2,22*	Evet	1,93	Hayır
Eylül	2,14*	Evet	1,22	Hayır
Ekim	1,59	Hayır	1,57	Hayır
Kasım	0,91	Hayır	0,09	Hayır
Aralık	-1,08	Hayır	-1,28	Hayır
Yıllık	1,54	Hayır	1,76	Hayır
İlkbahar	1,06	Hayır	1,27	Hayır
Yaz	3,51*	Evet	3,06**	Evet
Sonbahar	2,28*	Evet	1,21	Hayır
Kış	-1,67	Hayır	-1,50	Hayır

**Şekil 12.** Artvin mart ayı yağış grafiği (1977-2016)**Figure 12.** Artvin march precipitation graph (1977-2016)**Şekil 13.** Artvin yaz mevsimi yağış grafiği (1977-2016)**Figure 13.** Artvin summer precipitation graph (1977-2016)

4.6. Gümüşhane istasyonu sonuçları

4.6. Gümüşhane station results

Lineer Trend analizi ve Mann-Kendall trend analizine göre Tablo 7’de Gümüşhane ilinin t ve z değerleri verilmiştir. Elde edilen analiz verilerine göre her iki trend analizinde de anlamlı bir değişim görülmemiştir.

Tablo 7. Gümüşhane verileri trend analizi (1977-2016)

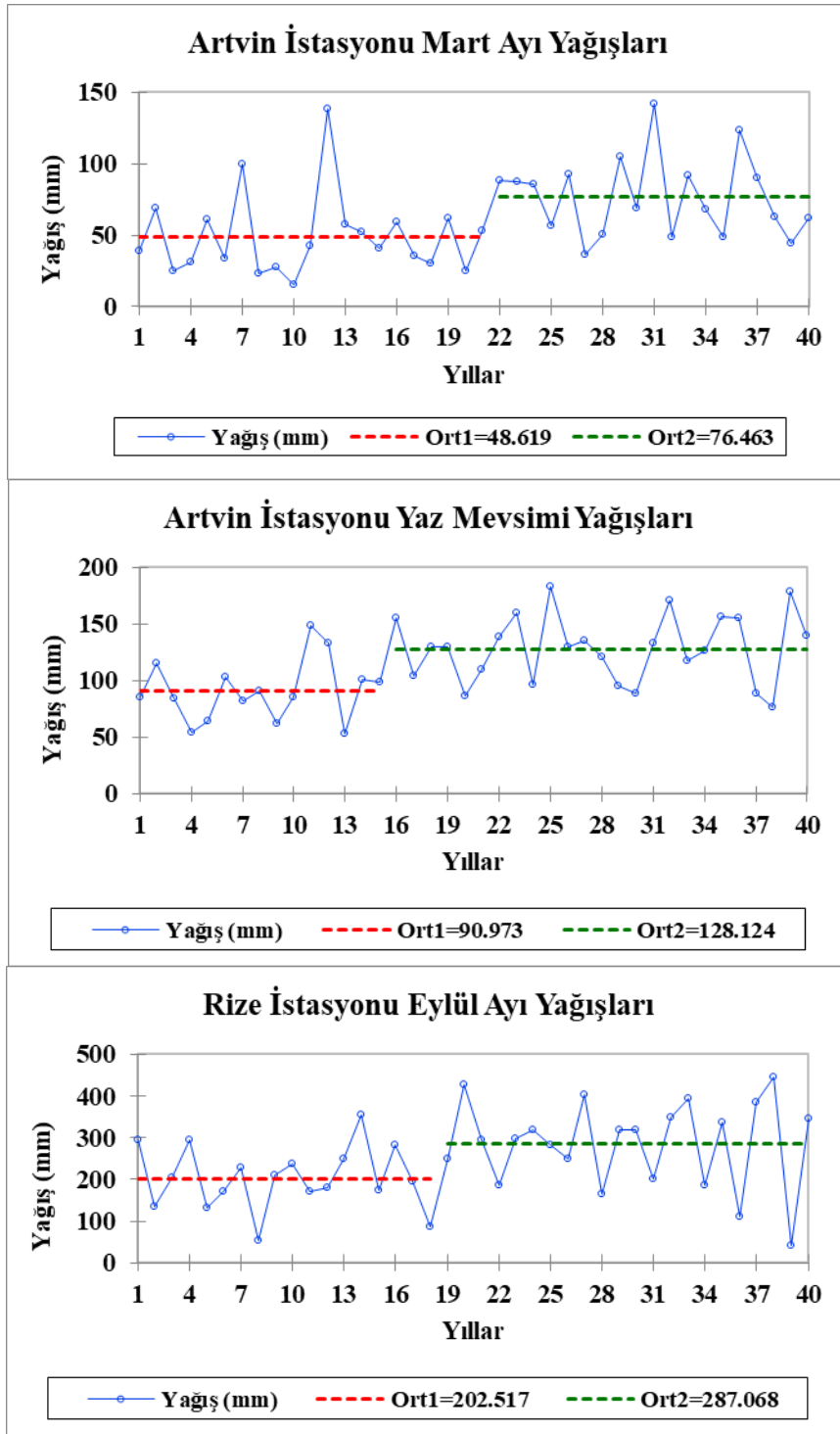
Table 7. Trend analysis of gümüşhane datas (1977-2016)

	LT t değeri	Trend Evet/Hayır	MK z değeri	Trend Evet/Hayır
Ocak	0,95	Hayır	1,11	Hayır
Şubat	0,85	Hayır	0,96	Hayır
Mart	1,51	Hayır	1,75	Hayır
Nisan	-0,07	Hayır	0,02	Hayır
Mayıs	-0,31	Hayır	-0,41	Hayır
Haziran	-0,09	Hayır	-0,10	Hayır
Temmuz	0,56	Hayır	0,70	Hayır
Ağustos	0,52	Hayır	0,29	Hayır
Eylül	1,46	Hayır	1,50	Hayır
Ekim	0,53	Hayır	0,30	Hayır
Kasım	-0,01	Hayır	-0,27	Hayır
Aralık	-1,48	Hayır	-1,40	Hayır
Yıllık	0,83	Hayır	0,71	Hayır
İlkbahar	0,43	Hayır	0,17	Hayır
Yaz	0,35	Hayır	0,34	Hayır
Sonbahar	0,79	Hayır	0,80	Hayır
Kış	-0,67	Hayır	-0,94	Hayır

4.7. Trend gözlenen istasyonlarda değişim noktalarının tespiti

4.7. Detection of change points in trend-observed stations

Analiz sonucunda trend gözlenen istasyonların tamamında Pettitt testi yardımıyla değişim noktalarının varlığı tespit edilmiştir. Şekil 14’ten de görülebileceği gibi, yalnızca üç adet veri setinde değişim noktalarının varlığı tespit edilmiştir. Artvin istasyonu Mart ayı yağışlarında 22. yıl itibarıyla değişim gözlenmiştir. Bu yıl da 1998 yılına karşılık gelmektedir. 1977-1997 arası dönemde yağış ortalaması 48,62 mm iken, 1998-2016 döneminde ise yağış verilerinin ortalamasının 76,46 mm olduğu görülmektedir. Artvin istasyonu Yaz mevsimi yağışları incelendiğinde ise, değişimin 16. yıl itibarıyla gözlemlendiği söylenebilir. Bu yıl da 1992 yılına karşılık gelmektedir. 1977-1991 arası dönemde yaz mevsimi yağış ortalaması 90,97 mm iken, 1992-2016 döneminde ise yağış verilerinin ortalamasının 128,12 mm olduğu görülmektedir. Rize istasyonu Eylül ayı yağışlarında ise 19. yıl itibarıyla değişim gözlenmektedir. Bu yıl da 1995 yılına karşılık gelmektedir. 1977-1994 arası dönemde yağış ortalaması 202,52 mm iken, 1995-2016 döneminde ise ortalamasının 287,07 mm olduğu görülmektedir.



Şekil 14. Trend gözlenen istasyonlardaki değışim noktaları
Figure 14. Change points in trend-observed stations

5. Tartışma ve sonuçlar

5. Discussion and conclusions

Doğı ve Orta Karadeniz Bölgesi'nde incelenen 6 şehirde de yıllık verilerde Lineer Trend ve Mann-Kendall trend analizine göre artış gözlemlenmiştir. Her iki analizde de kıyı şehirlerinin Ordu hariç yıllık artışların tamamı istatistiksel olarak anlamlı iken Artvin, Gümüşhane ve Ordu illerindeki yıllık verilerde anlamsız bir artış gözlemlenmektedir. Veriler incelendiğinde her iki yöntemde de yıllık maksimum artış trendinin Samsun'da olduğu, minimum artış trendinin ise Gümüşhane'de olduğu gözlemlenmiştir.

Giresun ilinde Lineer Trend analizine göre gözlemlenen Eylül ayında anlamlı bir artış ($t=2,06$) ve sonbahar mevsiminde de anlamlı bir artış ($t=2,27$) söz konusudur. Giresun'un yıllık yağış trendi ($t=2,02$) anlamlı artış yönündedir. Mann-Kendall trend analizine göre Giresun'un Mart ve Mayıs aylarında anlamsız bir artış gözlemlenirken mevsim özelinde anlamsız bir azalış gözlemlenmektedir. Bunun temel sebebi Giresun ilinin Nisan ayında anlamlı bir azalış ($z=-2,18$) gözlemlenmesidir. Giresun'un yıllık yağış trendi anlamlı artış ($z=2,11$) yönündedir.

Rize Lineer Trend analizine göre Temmuz ayında anlamlı bir artış ($t=2,11$) gözlemlenirken aynı doğrultuda yaz mevsiminde de anlamlı bir artış ($t=2,50$) mevcuttur. Rize'nin yıllık yağış trendi Mann-Kendall trend analizine göre anlamlı artış ($z=2,33$) yönündedir.

Artvin'de Lineer Trend analizine göre yaz ($t=3,51$) ve sonbahar ($t=2,28$) mevsiminde anlamlı bir artış gözlemlenirken yıllık verilerde anlamsız bir artış mevcuttur. Artvin'de Mann-Kendall trend analizine göre yaz aylarında (Haziran, Temmuz, Ağustos) anlamlı bir artış gözlenmezken mevsim özelinde anlamlı bir artış ($z=3,06$) gözlemlenmiştir.

Lineer Trend analizine göre Samsun'da Mart ayı, kış ve yaz mevsiminde anlamlı bir artış gözlemlenmektedir ve yıllık verilerde de anlamlı bir artış gözlemlenmektedir. Artvin'de yıllık verilerde anlamlı bir artış gözlemlenmez iken Mart, Ağustos, Eylül ayı, yaz ve sonbahar mevsiminde anlamlı bir artış gözlemlenmektedir. Giresun'da Nisan'da anlamlı bir azalış, Eylül'de ve sonbaharda anlamlı bir artış gözlemlenirken yıllık verilerde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Gümüşhane ilinde anlamlı bir değişim söz konusu değildir. Ordu ilinde yalnızca Nisan ayında anlamlı azalış gözlemlenmiştir. Rize ili Temmuz, Eylül, yaz mevsimi ve yıllık verilerinde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir.

Mann-Kendall trend analizine göre Samsun'da Ocak ayı ve kış mevsiminde anlamlı bir artış gözlemlenmektedir ve yıllık verilerde de anlamlı bir artış gözlemlenmektedir. Artvin'de yıllık verilerde anlamlı bir artış gözlemlenmez iken Mart ayı ve yaz mevsiminde anlamlı bir artış gözlemlenmektedir. Giresun'da Nisan'da anlamlı bir azalış Sonbahar da anlamlı bir artış gözlemlenirken yıllık verilerde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Gümüşhane ilinde yıllık verilerde artış gözlemlenmiştir fakat anlamlı düzeyde değildir. Gümüşhane ili verilerinde anlamlı bir artış ya da azalış gözlemlenmemiştir. Ordu ilinde yıllık verilerde artış gözlemlenmiştir fakat anlamlı düzeyde değildir. Ordu ili verilerinde anlamlı bir artış ya da azalış gözlemlenmemiştir. Rize ilinde Eylül ayı ve sonbahar mevsiminde anlamlı bir artış gözlemlenirken yıllık verilerde de anlamlı bir artış gözlemlenmiştir.

Saplıoğlu & Çoban, (2013) tarafından yapılan ve Karadeniz Bölgesi'ndeki 1971-2010 yılları arasındaki yağış değişimlerini araştıran çalışmada bölgede bulunan 18 istasyondan elde edilen ortalama yağış verileri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda bu çalışmada incelenen istasyonlara bakıldığında Giresun, Rize ve Artvin istasyonlarında anlamlı artış; Gümüşhane, Ordu ve Samsun istasyonlarında anlamsız değişim söz konusudur. Saplıoğlu ve Çoban'ın çalışmasından farklı olarak bu çalışmada yıllık verilerde Samsun ilinde anlamlı artış, Artvin ilinde anlamsız değişim bulunmuştur.

Çeribaşı & Doğan, (2015) tarafından yapılmış olan çalışmada Doğu Karadeniz Havzasında yağışlarda artış trendi gözlemlenmiştir. Çalışmada Mann-Kendall trend analizine göre Ordu, Giresun, Gümüşhane ve bu çalışmada incelenen Artvin istasyonuna yakın Hopa istasyonunda trend bulunmamıştır. Rize istasyonunda artan trend gözlemlenmiştir. Çeribaşı ve Doğan'ın çalışmasından farklı olarak bu çalışmada yıllık verilerde Giresun ilinde artan trend görülmüştür.

Çeribaşı, (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise Batı Karadeniz Havzasında bulunan on meteoroloji istasyonundan alınan yağış verileri Şen yöntemi ile incelendiğinde istasyonların beşinde trend bulunamazken dördünde azalan trend ve sadece birinde artış trendi gözlemlenmiştir. Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi incelendiğinden bu farklılık incelenen veri bölgelerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Yılmaz vd., (2021) tarafından 1960-2016 yılları arasındaki verilerle %95 güven aralığında gerçekleştirilen çalışmada Modifiye Mann-Kendall yöntemine göre yıllık yağış trend analizine göre Giresun, Rize, Artvin ve Gümüşhane illerinde anlamlı artış eğilimi gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmada yıllık yağış trend analizine göre Giresun ve Rize illerinde anlamlı artış eğilimi gözlemlenmiştir. Yılmaz vd.'nin toplam yağışlara ait aylık sonuçları incelendiğinde Giresun ilinde Ekim, Rize ilinde Eylül ve Ekim, Gümüşhane ilinde Temmuz ve Eylül

ayında anlamlı artış eğilimi gözlemlenirken Rize ilinde ise ay bazında anlamlı eğilim gözlemlenmemiştir. Yapılan bu çalışmada Giresun Nisan ayında anlamlı azalış eğimi, Artvin Mart ve Rize Eylül ayında anlamlı artış eğilimi göstermiştir.

Doğu ve Orta Karadeniz bölgesinde çalışmaya konu olan 6 il merkezindeki meteoroloji istasyonlarının yıllık yağış verileri Lineer Trend analizi ve Mann-Kendall trend analizi sonucu artış eğilimindedir. Artış olan 6 il merkezinin meteorolojik verilerinin üçünde her iki yöntemde de anlamlı bir artış görülmektedir. Doğu Karadeniz bölgesinde yapılan benzer çalışmalarda da yıllık yağış trendinin artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Samsun, Rize ve Giresun illerinde her iki yöntemde de görülen anlamlı artış trendi nedeniyle bu üç ilin gelecek dönemlerde daha fazla yağış alabileceği öngörülmektedir. Bu öngörü beraberinde Karadeniz bölgesinde sık sık görülen sel ve taşkın olaylarının gerçekleşme riskini arttırmaktadır. Yapılan bu çalışma sonucu öncelikli olarak taşkın önleme çalışmalarının planlanması, tasarımı ve mevcut kaynakların kullanımının önemini göz önüne sermektedir. Bu sayede can ve mal güvenliğini sağlamak önemli derecede mümkün olabilir.

Teşekkür / Katkı belirtme

Acknowledgement

Kullanılan verilerin temini sayesinde çalışmanın gerçekleşmesini mümkün kılan Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) personeline teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca makalenin inceleme ve değerlendirme aşamasında yapmış oldukları katkılardan dolayı editör ve hakem/hakemlere teşekkürü bir borç biliriz.

Yazar katkısı

Author contribution

Berfin ÖĞ: Literatür araştırması, trendlerin yorumlanması, makale yazımı.

Tamer GÜRER: Verilerin düzenlenmesi, Mann-Kendall testi, materyal ve metod bölümünün yazılması.

Serhat CENGİZ: Verilerin düzenlenmesi, Mann-Kendall testi, grafiklerin elde edilmesi.

Ahmet ÖZTÜRK: Grafiklerin yorumlanması, tartışma yazılması, sonuçların yorumlanması.

Eda TURAN: Literatür araştırması, kaynakların yazımı, sonuçların yorumlanması.

Evren ÖZGÜR: Lineer trend testi, değişim noktalarının tespiti ve sonuçların yorumlanması.

Etik beyanı

Declaration of ethical code

Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan etmektedir.

Çıkar çatışması beyanı

Conflicts of interest

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

References

Aksu, H., Aksoy, H., Çetin, M., Alsenjar, O., Yıldız, S. G., & Yıldırım, I. (2022). Doğu karadeniz’de yağışta meydana gelen değişimler ve gelecekteki değişim beklentileri. *11. Uluslararası Hidroloji Kongresi* (ss. 34-39.). Gaziantep.

Çeribaşı, G., & Doğan, E. (2015). Karadeniz ve sakarya havzalarında yıllık ortalama yağışların trend analizi. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 7(1), 1-7.

Çeribaşı, G. (2018). Batı karadeniz havzası’nın yağış verilerinin yenilikçi şen yöntemi ile analizi. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 6(3), 168-173. <https://doi.org/10.21541/apjes.431965>

Dalkılıç, H. Y. (2019). Yağışların trend analizi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 12(3), 1537-1549. <https://doi.org/10.18185/erzifbed.587610>

- Demir, V. (2018). *Karadeniz bölgesi yağışlarının trend analizi* [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı].
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf
- Kankal, M., & Akçay, F., (2018). Trabzon ili yağışlarının eğilim analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 318-331. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.448542>
- Nemli, M. Ö. (2017). *Doğu karadeniz bölgesi'nde yıllık maksimum yağışların trend analizi* [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Özkoca, T. (2015). *Orta karadeniz bölgesi kıyı illerinin hidrometeorolojik parametrelerinin trend analizi* [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı].
- Özgür, E. (2013). *Kar yağışlı gün sayılarının toplam yağışlı gün sayılarına oranının yıllık ve bölgesel trend analizi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Özgür, E., & Koçak, K. (2019). Climatology of snowfall/total precipitation days over Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 137, 2487–2495. <https://doi.org/10.1007/s00704-018-02753-0>
- Pettitt, A. N. (1979). A non-parametric approach to the change-point problem, *Journal of the Royal Society: Series C (Applied Statistics)*, 28, 126-135
- Polat, P., & Sunkar, M., (2017). Rize'nin iklim özellikleri ve rize çevresinde uzun dönem sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27(1), 1-24. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.346684>
- Saplıoğlu, K., & Çoban, E. (2013). Karadeniz yağış serilerinin trend analizi. *VII. Ulusal Hidroloji Kongresi* (ss. 500-512), Isparta.
- Tatlı, H., Dalfes, H. N., & Mentés, Ş. S. (2004) A statistical downscaling method for monthly total precipitation over Turkey. *International Journal of Climatology*, 24, 161–180. <https://doi.org/10.1002/joc.997>
- Tatlı, H., & Mentés, Ş. S. (2019) Detrended cross-correlation patterns between north atlantic oscillation and precipitation. *Theoretical and Applied Climatology*, 138, 387–397. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02827-7>
- Tekin, M. K., Tatlı, H., & Koç, T. (2021) Climate classification in turkey: a case study evaluating holdridge life zones. *Theoretical and Applied Climatology*, 144, 661–674. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03565-5>
- Tokgöz, S., & Partal, T. (2020). Karadeniz bölgesinde yıllık yağış ve sıcaklık verilerinin yenilikçi şen ve mann-kendall yöntemleri ile trend analizi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(2), 1107-1118. <https://doi.org/10.21597/jist.633368>
- Vaheddoost, B. (2020). A comparison of several methods in tracking short-term trends associated with the precipitation time series. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 25(1), 153-168. DOI: 10.17482/uumfd.656175
- Yılmaz, C., Demir, V., & Sevimli, M. F. (2021). Doğu karadeniz bölgesi meteorolojik parametrelerinin trend analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 24, 489-496. <https://doi.org/10.31590/ejosat.916018>
- Yılmaz, M. U. (2023). Keşif kuraklık indeksi ve standartlaştırılmış yağış indeksi kullanılarak kırklareli ilinde kuraklığın eğilimi ve zamansal değişkenliği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9(2), 341-364. <https://doi.org/10.21324/dacd.1296428>
- Yue, S., Pilon, P., & Cavadias, G. (2002). Power of the mann-kendall and spermann's rho tests for detecting monotonic trends in hydrologic series, *Journal of Hydrology*, 259, 254-271. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00594-7](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00594-7)