



Yağış Verilerinin Trend Analizi: Kızılırmak Havzası Örneği

*¹Özlem Terzi, ²Ahmet İlker

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Isparta,
ozlemterzi@isparta.edu.tr, 

²Çankırı Karatekin Üniversitesi Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü Çankırı,
ahmetilker@karatekin.edu.tr, 

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi: 10.05.2020

Kabul Tarihi: 12.02.2021

Öz

Günlük yaşantımızı birçok açıdan etkileyen yağış, hidrolojik döngünün en önemli parametrelerinden biridir. İklim değişikliği göstergelerinden biri olan yağışın trendini belirlemek, yağışın gelecekteki davranışı hakkında tahminde bulunmak açısından son derece önemlidir. Yapılan çalışmada Kızılırmak havzasında bulunan on il merkezindeki meteoroloji istasyonlarına ait yağış verilerine trend analizi uygulanmıştır. Yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Yağış verilerinin trendini belirlemek için parametrik olmayan Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Ayrıca birim zamandaki değişim miktarı Sen'in trend eğim yöntemi ile belirlenmiştir. Trend analizi on il merkezi için aylık, mevsimlik ve yıllık olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda Kızılırmak havzasındaki on il merkezinin yağış verilerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir trend olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yağış, Kızılırmak Havzası, trend analizi.

Trend Analysis of Precipitation Data: Case Study of Kızılırmak Basin

*¹Özlem Terzi, ²Ahmet İlker

¹Isparta Applied Sciences University Technology Faculty Civil Engineering Department Isparta, ozlemterzi@isparta.edu.tr

²Çankırı Karatekin University Technical and Business College Construction Technology Department Çankırı,
ahmetilker@karatekin.edu.tr

Abstract

The precipitation influencing our daily lives in many aspects is one of the most important parameters of hydrologic cycle. To determine the trend of precipitation which is one of the climate change indicators is extremely important in order to forecast about the future behavior of precipitation. In the study, trend analysis has been applied to the precipitation data belonging to the meteorology stations at the ten city centers in Kızılırmak basin. The precipitations data has been acquired from Turkish State Meteorological Service. Non-parametric Mann-Kendall test has been applied to determine the trend of precipitation data. Moreover amount of exchange in unit time has been determined with Sen's trend test. Trend analysis has been carried out as monthly, seasonally and yearly for the ten city centers. As the result of the study, the notion that there is no statistically meaningful trend in precipitation data at the ten city centers of Kızılırmak basin has been reached.

Keywords: Precipitation, Kızılırmak Basin, trend analysis.

1. GİRİŞ

Yağış, iklim, tarımsal üretim, su kaynaklarının kullanılması vb. alanlarla gündelik hayatımıza etki eden karmaşık hidrolojik çevrimin belki de en önemli bileşenidir. Bu sebeple yağış iklim değişikliğinin anlaşılmasına direkt olarak etki etmektedir [1].

Yağışlarda oluşan değişimler su kaynakları ve hidroloji açısından oldukça önemli sonuçlar ortaya çıkarabilir. Yağışların dönemsel dağılımında oluşan değişiklikler, yıllar

arasındaki farklılık ve uzun kuraklık periyotları, düşük veya kuraklık seviyesinde olan yüzey akışlarının debisini oldukça fazla etkilemektedir [2].

Hidrometeorolojik bir parametre olan yağış, noktasal bir veri olmakla birlikte sıcaklık gibi zamansal ve mekânsal olarak ciddi değişkenlik gösterir. Yağışta meydana gelen değişimler iklim değişikliği hakkında fikir verdiğinden, iklim değişikliğini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda yağışın trend analizinin belirlenmesi işlemine sıkça rastlanılmaktadır.

*Sorumlu Yazar: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Isparta, +902462146799

Yağış verilerinin trendlerini belirlemek amacıyla araştırmacılar birçok çalışma bölgesinde çeşitli yöntemlerle çalışmalar yapmışlardır. Karabulut ve Cosun (2009) Kahramanmaraş ilinin yağış verilerine Mann-Kendall, lineer regresyon, yağış değişkenliği ve değişim katsayısı yöntemleriyle trend analizi uygulamışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda yıllık yağışta istatistiksel olarak anlamlı artan ya da azalan trend olmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca mevsimsel olarak da anlamsız trend olduğunu belirtmişlerdir [3]. Özfidaner vd. (2016) İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan yedi adet meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verilerine Mann-Kendall sıra korelasyon testiyle trend analizi uygulamışlardır. İstatistiksel olarak anlamlı bir trend olmadığı sonucuna varmışlardır [4]. Taylan ve Aydın (2018) Göller bölgesinde bulunan Ağlasun, Barla, Aksu, Burdur, Yalvaç, Sütçüler, Kızılkaya, Kasımlar ve Gelendost meteoroloji istasyonlarının aylık yağış verileri için trend analizi yapmışlardır. Yaptıkları istatistiksel analizler sonucunda istasyonların çoğunda azalma eğilimi olduğunu ifade etmişlerdir [5]. Dalkılıç (2019) Erzincan, Gümüşhane ve Bayburt il merkezlerinde bulunan meteoroloji istasyonlarının 31 yıllık (1978-2018) yağış verilerine Şen eğilim testi, Spearman Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall testlerini kullanarak trend analizi yapmıştır. Kış mevsiminde bazı aylarda artış trendi, yaz mevsiminde bazı aylarda azalış trendi görmüştür [6]. Çeribaşı (2018) Batı Karadeniz Havzası'nda bulunan on meteoroloji istasyonunun yağış verilerine yenilikçi Şen yöntemini uygulayarak trend analizini araştırmıştır. On meteoroloji istasyonundan bir istasyonda artış trendi, dört istasyonda azalış trendi ve beş istasyonda ise trend olmadığı sonucuna ulaştığını söylemiştir [7]. Çeribaşı ve Doğan (2015) Sakarya Havzası, Batı Karadeniz Havzası ve Doğu Karadeniz Havzası'nda bulunan meteoroloji istasyonlarına ait yıllık ortalama yağış verilerinin trend analizini yapmışlardır. Analiz sonucunda, Sakarya Havzası'nda azalış trendi olduğunu, Batı Karadeniz Havzasında trend olmadığını, Doğu Karadeniz Havzasında ise artış trendi olduğunu ifade etmişlerdir [8]. Büyükyıldız ve Berktaş (2004) Sakarya Havzasında bulunan yirmi beş meteoroloji istasyonunun kırk bir yıllık (1960-2000) aylık toplam yağış verilerinin trendlerini belirlemek için çeşitli istatistiksel test yapmışlardır. Bu testlerin, sonucunda istasyonların yarısında istatistiksel olarak anlamlı azalış trendine rastladıklarını belirtmişlerdir [9]. Coşkun (2020) Van gölü kapalı havzasında bulunan 7 meteoroloji istasyonunun ortalama yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Testi uygulayarak trend analizi çalışması yapmıştır. Van Bölge meteoroloji istasyonu dışında havza genelinde yağışlarda azalma eğilimi olduğunu ifade etmiştir [10]. Polat ve Sunkar (2017) dört meteoroloji istasyonunun (Trabzon, Rize, Pazar, Hopa) yağış ve sıcaklık verilerine Mann Kendall ve Sen yöntemleriyle trend analizi yapmışlardır. Yağış verilerinde Hopa meteoroloji istasyonu dışındaki istasyonlarda artış eğilimi, sıcaklık verilerinde ise Rize, Trabzon ve Hopa istasyonlarında artış eğilimi

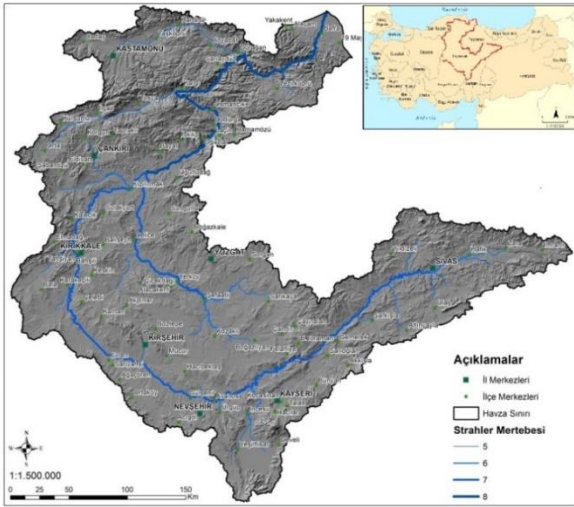
olduğunu ifade etmişlerdir [11]. Arslan (2017) Coutagne ve Turc formülleri ile Niğde ilinin potansiyel evapotranspirasyonunu hesaplamış, hesaplanan verilere Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi ile trend analizi yapmıştır. Trend analizi sonucunda istatistiksel açıdan anlamsız artış trendi olduğunu belirtmiştir [12]. Köyceğiz ve Büyükyıldız (2019) Innovative Şen, Mann-Kendall ve Spearman's Rho yöntemleriyle ekstrem yağışların trend analizini Konya, Karaman, Aksaray ve Niğde istasyonları için araştırmışlardır. Konya istasyonu dışındaki istasyonlarda istatistiksel olarak anlamsız azalma trendi, Konya istasyonunda ise istatistiksel olarak anlamsız artış trendi olduğu sonucuna ulaşmışlardır [13]. Tokgöz ve Partal (2020) Karadeniz Bölgesinde bulunan 16 meteoroloji istasyonunun yağış ve sıcaklık verilerinin Yenilikçi Şen yöntemi ve Mann-Kendall testini kullanarak trend analizini araştırmışlardır. Sıcaklık verilerinde Mann-Kendall testi 7 istasyonda artan trend sonucu verirken, Yenilikçi Şen yönteminin istasyonların hepsinde artan trend sonucu verdiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte yağış verilerinde de benzer sonuçlara ulaştıklarını ifade etmişlerdir [14]. Keskin vd. (2018) Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan 14 ilin meteoroloji istasyonlarına ait yağış ve sıcaklık verilerinin trend analizini Mann-Kendall yöntemi ile araştırmışlardır. Sıcaklık verilerinde Bitlis ve Erzurum illeri dışındaki 12 ilde artan trend sonucuna ulaşmışlardır. Yağış verilerinde; Kars ve Ardahan illerinde artan trend varken, diğer illerde trend olmadığını belirtmişlerdir [15].

Literatürden de anlaşıldığı üzere, yağış, sıcaklık vb. gibi meteorolojik verilerde trend varlığının araştırılması iklim değişikliğini belirlemek açısından önem arz etmektedir. Bundan dolayı, Kızılırmak Havzası'nda bulunan on il merkezinin meteoroloji istasyonlarından elde edilen 1980-2017 yılları arasındaki 38 yıllık döneme ait yağış verilerine trend analizi uygulanarak, aylık, mevsimlik ve yıllık dönemlerde trend varlığı araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Bölgesi ve Veriler

Çalışma bölgesi olarak seçilen Kızılırmak havzası; Karadeniz'le bağlantısı olmakla birlikte Orta Anadolu'nun doğu bölümünde yer almaktadır. Havza 37° 58' - 41° 44' kuzey enlemleri ile 32° 48' - 38° 22' doğu boylamları arasında bulunmaktadır [16]. Türkiye yüzölçümünün %11'ine sahip havzanın kuzey ve doğu kısımları dağlık iken geriye kalan büyük kısım tepelik görünümündedir. 78.180 km²'lik drenaj alanına sahip Kızılırmak 1151 km'lik uzunluğuyla Türkiye'nin en uzun akarsuyudur. Sivas İmranlı çevresinden doğarak sırasıyla, Kayseri, Nevşehir, Aksaray, Kırşehir, Ankara, Kırıkkale, Çankırı, Çorum, Sinop ve Samsun il topraklarından geçerek Bafra Ovası'ndan Karadeniz'e dökülmektedir. Kızılırmak Havzası'nın haritası Şekil 1'de verilmiştir [17].



Şekil 1. Kızılırmak Havzası [17,18]

Yağış alanı 78.646 km² olan Kızılırmak Havzası'nın toplam alanı 8.210.007 hektardır. Kıyı kesimlerde deniz, iç kesimlerde karasal iklimin hakim olduğu havzanın yıllık ortalama yağış yüksekliği 446 mm iken, en az yağış alan havzanın çukurluk olan orta kesiminde yıllık yağış ortalaması 300-400 mm arasındadır. Havzanın yıllık ortalama akışı 164,15 m³/s'dir. Yıllık ortalama verimi 2,09 L/s/km² olan havzada akışın yağışa oranı 0,15 iken iştirak oranı %2,82'dir [17].

Kızılırmak Havzası'nda bulunan on il merkezinin yağış verileri Meteoroloji İşleri Müdürlüğü'nden alınmıştır. Çalışmada kullanılan veriler 1980-2017 yılları arasındaki 38 yıllık dönemi kapsayan aylık toplam yağış verileridir.

2.2. Trend Analizi

Trend, seçilen herhangi bir parametrenin değerinde zamana bağlı artış ya da azalış olarak değişimin meydana gelmesidir. Trendi belirlemek amacıyla parametrik ve parametrik olmayan testler gerçekleştirilir. Parametrik olmayan testler, hidro-meteorolojik gibi çoğunlukla normal olarak dağılmamış ve eksik verilerin sıklıkla bulunduğu hidrolojik zaman serilerinin analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Parametrik olmayan testlerde problem, veri setinin istatistiksel dağılımından bağımsız hale geleceğinden, bu testler parametrik testlere göre avantajlıdır [19]. Verilerde kesikli, kısa süreli, çarpık ve düzensiz gibi olumsuz durumların var olması durumunda, bu olumsuzlukları bertaraf eden parametrik olmayan testler kullanılır [20]. Bu çalışmada trend analizini belirlemek için uygulanan testler aşağıda verilmiştir.

2.2.1. Mann-Kendall Testi

Kendall'in Tau olarak bilinen testin özel bir uygulaması olan Mann-Kendall testi parametrik olmayan bir testtir. H_0 hipotezine göre zamandan bağımsız ve benzer dağılımı rasgele değişkenler olan x_1, \dots, x_n gözlemleri zamana göre

sıralanmıştır. H_1 hipotezine göre ise ($k \neq j$) olmak üzere tüm ($k, j \leq n$) için seride x_k ve x_j değerlerinin dağılımı benzer değildir, yani seride lineer bir trend bulunmaktadır. Mann-Kendall testinin istatistiği S eşitlik (1) ve (2) ifadesiyle hesaplanır.

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

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{Eğer } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{Eğer } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{Eğer } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Asimptotik olarak normal bir dağılıma sahip ve ortalaması sıfır olan test istatistiği S 'nin varyansı,

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3)$$

ifadesiyle hesaplanır. Eğer verilerde benzer değerler varsa, bu ifadenin payından $\sum_t t(t-1)(2t+5)$ değeri çıkartılır. Burada t herhangi bir bağ durumundaki benzer x 'lerin sayısını ve \sum_t bütün bağ durumları üzerinden alınan toplamı göstermektedir. Süreklilik düzeltme birimi (eşitlik (4)'deki paylarda bulunan 1 değeri) kullanılırsa $n \leq 10$ olmak üzere S istatistiğinin teorik olasılık dağılımı için normal dağılım oldukça uygundur. Böylece standart normal değişken (z) aşağıdaki eşitlikle hesaplanarak kritik (z) değeri ile karşılaştırılır [21;22].

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{Eğer } S > 0 \\ 0 & \text{Eğer } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{Eğer } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Eğer α anlamlılık seviyesi $|z| \leq z_{\alpha/2}$ ise H_0 hiotezi kabul edilir, aksi durumda reddedilir. Hesaplanan S değeri pozitif ise artan, negatif ise azalan bir trendin varlığına işaret eder. Bu yöntem herhangi bir dağılıma uyma şartı aramadığı için ve eksik verilerle çalışabilme imkanı sağladığı için kullanışlıdır [22;23].

2.2.2. Sen'in Trend Eğim Yöntemi

Birim zamandaki değişim (gerçek eğim) için doğrusal bir trend varlığında, ekstrem değerlerden veya veri hatalarından etkilenmeyen, eksik veri ile çalışabilen parametrik olmayan bir yöntem olan bu yöntem kullanılabilir [22;23]. Burada j ve k zamanlarındaki veriler x_j ve x_k olmak üzere ($j > k$ şartıyla)

$$N = n(n-1)/2 \quad (5)$$

adet Q_i parametresi;

$$Q_i = \frac{(x_j - x_k)}{j - k} \quad (i = 1, \dots, N) \quad (6)$$

hesaplanır ve küçükten büyüğe doğru sıralanır. Bu N adet Q_i değerlerinin medyanı Sen'in eğim tahmincisi, yani söz

konusu doğrusal trend eğim parametresini tahmin etmek için ilgili bir istatistiktir. N sayısının tek olması durumunda

$$Q_{medyan} = Q_{(N+1)/2} \quad (7)$$

eşitliği, çift olması durumunda ise,

$$Q_{medyan} = \frac{Q_{N/2} + Q_{(N+2)/2}}{2} \quad (8)$$

eşitliği kullanılarak, ilgili gözlemlerin birim zamandaki değişimi bulunur. Bulunan Q_{medyan} değeri, Sen'in önerdiği parametrik olmayan bir teknik kullanılarak iki taraflı test ile $\%100(1-\alpha)$ güven aralığında test edilir ve gerçek eğim hakkında karar verilir [22;23].

3. BULGULAR

Kızılırmak Havzası'nda yer alan il merkezlerinin meteoroloji istasyonlarından 38 yıllık dönemde (1980-2017) elde edilen yağış verilerine trend analizi uygulanmadan önce otokorelasyon işlemi uygulanmış olup, otokorelasyon tespit edilenlere ön beyazlatma işlemi uygulanmıştır. Böylece veriler trend analizi yapmaya uygun hale getirilmiştir. Trend varlığını araştırmak amacıyla parametrik olmayan bir test olan Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Ayrıca Sen'in trend eğim yöntemi yağış verilerinde birim zamandaki değişimi saptamak amacıyla kullanılmıştır. Havzadaki bulunan on meteoroloji istasyonunun toplam yağış verilerinde aylık, mevsimlik ve yıllık olarak trend varlığı Mann-Kendall testinde 0,05 anlamlılık seviyesine göre değerlendirilmiştir. Buna göre, $z \geq 1,96$ şartı sağlanıyorsa istatistiksel olarak anlamlı artış trendi, $z \leq -1,96$ şartı sağlanıyorsa istatistiksel olarak anlamlı azalış trendi olduğu kabulü yapılmıştır. Yukarıda belirtilen şartların sağlanmadığı durumlarda, bir trend olmakla birlikte bu trendin istatistiksel açıdan bir anlam ifade etmediği için trend yoktur kabulü yapılmıştır.

On meteoroloji istasyonunun ortalama aylık toplam yağış verilerinin trend analizi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, Sivas il merkezi meteoroloji istasyonunda istatistiksel açıdan anlamlı bir trend olmadığı görülmektedir. İstatistiksel olarak anlamlı olmamak ile birlikte Nisan, Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım, Aralık aylarında, sonbahar döneminde ve yıllık olarak azalış trendi görüldüğü, diğer aylar ve dönemlerde ise artış trendi görüldüğü tespit edilmiştir. Kayseri istasyonunun analiz sonuçlarına göre, Ocak, Şubat ve Mart aylarında anlamlı artış trendi belirlenmişken, diğer aylar, dönemler ve yıllık olarak anlamlı bir trend belirlenmemiştir. Anlamlı artış trendinin belirlendiği aylarda en büyük artış miktarının 0,023 mm/yıl ile Mart ayında olduğu görülmüştür. Nevşehir meteoroloji istasyonunun trend analizi sonuçlarında ise istatistiksel açıdan anlamlı bir trend görülmemekle birlikte, Ocak, Şubat, Mart, Haziran, Ağustos, Eylül

aylarında ve yaz döneminde anlamsız artış trendi, diğer aylar, dönemler ve yıllık olarak ise azalış trendi olduğu görülmüştür. Kırşehir istasyonunda aylık, mevsimlik ve yıllık olarak anlamlı trend olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte Şubat, Nisan, Mayıs, Temmuz, Kasım ve Aralık aylarında, ilkbahar, sonbahar ve kış dönemlerinde ve yıllık olarak anlamsız olsa da azalış trendi olduğu belirlenmiştir. Belirtilen aylar ve dönemler dışında kalan aylar ve dönemlerde anlamsız artış trendi olduğu gözlemlenmiştir. Yozgat istasyonu için istatistiksel olarak anlamlı trendin Şubat ve Nisan aylarında azalış trendi şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Meydana gelen en büyük değişim miktarının ise -0,042 mm/yıl olduğu belirlenmiştir. Diğer aylar, dönemler ve yıllık olarak trendler istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı için trend yoktur kabulü yapılmıştır. Kırıkkale meteoroloji istasyonunun trend analizi sonuçları incelendiğinde, aylık, mevsimlik ve yıllık olarak hiçbir noktada anlamlı trend olmadığı belirlenmiştir. İstatistiksel açıdan anlamsız olsa da Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Kasım ve Aralık aylarında, ilkbahar ve yaz dönemlerindeki trendlerin azalış trendi şeklinde, diğer aylar dönemler ve yıllıktaki trendlerin ise artış trendi şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Çankırı istasyonunun trend analizi sonuçlarına göre, istatistiksel açıdan anlamsız olmakla birlikte Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında, ilkbahar dışındaki mevsimlerde artış trendi olduğu, diğer aylarda, ilkbahar mevsiminde ve yıllık olarak ise azalış trendi olduğu görülmektedir. İstatistiksel açıdan anlamlı ise trend varlığı kabul edildiğinden Çankırı istasyonunda aylık, mevsimlik ve yıllık olarak trend varlığı tespit edilmemiştir. Kastamonu meteoroloji istasyonunda istatistiksel açıdan anlamlı bir trend görülmemektedir. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da Ocak, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında azalış trendi görülürken, diğer aylarda artış trendi görülmüştür. Mevsimsel olarak ilkbahar ve yaz mevsimlerinde artış, sonbahar, kış mevsimlerinde ve yıllık olarak ise azalış trendi olduğu tespit edilmiştir. Sinop meteoroloji istasyonunun yağış verilerinin trend analizi sonuçları incelendiğinde, Mart, Aralık aylarında, sonbahar ve kış dönemlerinde istatistiksel olarak anlamlı trend olduğu belirlenmiştir. Bu anlamlı trendlerin tamamı artış trendi şeklindedir. Anlamlı trendin belirlendiği yerlerde en büyük artış miktarının 0,072 mm/yıl ile Aralık ayında olduğu görülmüştür. İstatistiksel olarak anlamsız olmakla birlikte Mayıs, Ağustos ve Kasım aylarında azalış trendi, diğer noktalarda ise artış trendi olduğu saptanmıştır. Çorum istasyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir trend olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte Ocak, Şubat, Mart, Haziran, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında, yaz ve kış dönemlerinde istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış trendi, belirtilen aylar ve dönemlerin dışında kalan aylar ve dönemlerde ise istatistiksel olarak anlamsız azalış trendi olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Ortalama aylık toplam yağış verilerinin trend analizi sonuçları

İstasyon Adı		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	İ	Y	S	K	Y
Sivas	Mann-Kendall (Z)	0,97	0,63	0,73	-0,23	0,78	0,08	-1,28	-0,20	0,83	-0,38	-0,84	-0,45	-0,01	0,11	-0,62	0,92	-0,06
	Sen'in trend eğim metodu	0,012	0,006	0,007	-0,002	0,014	0,001	-0,002	0,000	0,004	-0,005	-0,012	-0,006	0,000	0,000	-0,005	0,008	0,000
	Trend	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Kayseri	Mann-Kendall (Z)	2,05	2,02	1,99	-0,92	-0,33	0,79	-1,74	-0,25	1,68	-0,31	-1,92	-1,16	0,24	0,63	-1,11	1,40	0,63
	Sen'in trend eğim metodu	0,017	0,020	0,023	-0,013	-0,007	0,010	-0,006	0,000	0,007	-0,003	-0,025	-0,007	0,002	0,004	-0,007	0,009	0,002
	Trend	↑	↑	↑	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Nevşehir	Mann-Kendall (Z)	0,87	0,31	0,80	-0,41	-0,78	0,85	-1,50	1,48	0,79	-0,49	-1,16	-0,89	-1,31	0,62	-0,99	-0,14	-0,77
	Sen'in trend eğim metodu	0,008	0,005	0,007	-0,006	-0,009	0,008	-0,002	0,004	0,003	-0,004	-0,017	-0,012	-0,007	0,004	-0,008	-0,001	-0,004
	Trend	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Kırşehir	Mann-Kendall (Z)	0,09	-0,77	0,36	-1,55	-0,48	0,15	-0,35	0,80	0,98	0,23	-1,08	-1,37	-0,48	0,38	-0,20	-0,43	-0,15
	Sen'in trend eğim metodu	0,003	-0,006	0,002	-0,014	-0,006	0,002	-0,001	0,000	0,003	0,002	-0,020	-0,018	-0,003	0,002	-0,001	-0,002	-0,001
	Trend	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Yozgat	Mann-Kendall (Z)	0,13	-2,09	0,99	-2,73	0,00	0,13	-1,65	0,66	1,22	0,16	-1,43	-1,42	-0,40	-0,29	-0,52	-1,04	-1,52
	Sen'in trend eğim metodu	0,004	-0,042	0,014	-0,034	0,000	0,002	-0,007	0,001	0,007	0,002	-0,034	-0,029	-0,003	-0,002	-0,006	-0,015	-0,008
	Trend	---	↓	---	↓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Kırıkkale	Mann-Kendall (Z)	0,53	0,00	1,13	-1,67	-0,35	-0,16	-1,94	1,03	1,52	0,64	-0,62	-0,55	-0,91	-0,14	1,02	0,54	0,11
	Sen'in trend eğim metodu	0,006	0,000	0,014	-0,022	-0,004	-0,002	-0,008	0,003	0,005	0,007	-0,007	-0,009	-0,005	-0,001	0,005	0,004	0,001
	Trend	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Çankırı	Mann-Kendall (Z)	0,77	0,38	0,58	-0,54	0,01	0,21	-1,33	0,97	1,41	0,97	-0,73	-0,42	-0,45	0,06	0,69	1,28	-0,11
	Sen'in trend eğim metodu	0,011	0,005	0,005	-0,006	0,000	0,003	-0,010	0,006	0,009	0,008	-0,007	-0,007	-0,004	0,001	0,003	0,010	-0,001
	Trend	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Kastamonu	Mann-Kendall (Z)	-0,09	0,00	1,32	-0,48	-0,36	0,87	-0,16	0,15	1,85	-0,68	-1,67	-0,47	0,29	1,67	-0,19	-0,33	-0,22
	Sen'in trend eğim metodu	0,000	0,000	0,011	-0,008	-0,008	0,029	-0,002	0,002	0,018	-0,007	-0,010	-0,005	0,004	0,023	-0,001	-0,003	0,000
	Trend	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Sinop	Mann-Kendall (Z)	0,53	0,84	2,29	0,21	-0,16	0,38	0,00	-0,47	1,84	1,60	-0,21	3,38	1,58	0,29	1,96	2,82	1,61
	Sen'in trend eğim metodu	0,005	0,010	0,025	0,002	-0,002	0,006	0,000	-0,008	0,042	0,036	-0,004	0,072	0,011	0,005	0,027	0,028	0,010
	Trend	---	---	↑	---	---	---	---	---	---	---	---	↑	---	---	↑	↑	---
Çorum	Mann-Kendall (Z)	0,44	0,26	1,89	-0,98	-0,21	0,86	-1,25	0,19	1,32	0,48	-0,92	-0,69	-0,48	0,41	-0,20	0,05	0,00
	Sen'in trend eğim metodu	0,006	0,002	0,019	-0,015	-0,003	0,015	-0,009	0,000	0,010	0,004	-0,012	-0,011	-0,004	0,004	-0,002	0,001	0,000
	Trend	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

---: Trend yok, ↓: Azalan trend, ↑: Artan trend

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Kızılırmak havzasındaki on il merkezinde bulunan meteoroloji istasyonlarının yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. 1980-2017 yılları arasındaki 38 yıllık dönemi kapsayan yağış verilerine trend analizi uygulanarak havzada bulunan on il merkezinde yağışta anlamlı trend olup olmadığı araştırılmıştır. Trend analizi için Mann-Kendall testi, birim zamandaki değişimi belirlemek için ise Sen'in trend eğim yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre on istasyonda aylık, mevsimlik ve yıllık olarak birçok noktada istatistiksel açıdan anlamlı bir trend görülmemiştir. Bir istasyon için aylık, mevsimlik ve yıllık olmak üzere toplam on yedi verinin trendinin belirlendiği düşünülürse on istasyonda bu sayının toplam yüz yetmiş veri olduğu görülmektedir. Bu yüz yetmiş veriden sadece dokuzunda istatistiksel olarak anlamlı bir trend olduğu belirlenmiştir. Bunların Kayseri il merkezi meteoroloji istasyonunda Ocak, Şubat ve Mart aylarında, Sinop il merkezi meteoroloji istasyonunda Mart ve Aralık aylarında, sonbahar ve kış mevsimlerinde artış trendi, Yozgat il merkezi meteoroloji istasyonunda ise Şubat ve Nisan aylarında azalış trendi şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Geriye kalan yüz altmış bir veride istatistiksel açıdan anlamlı bir trend görülmemiştir. İstatistiksel açıdan anlamsız olmakla birlikte geriye kalan bu noktadaki trendlere bakıldığında seksen iki noktada artış, yetmiş dokuz noktada azalış trendi olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, trend varlığı kabulü % 95 güven aralığına göre yapıldığından Kızılırmak Havzası'ndaki il merkezlerinin yağış verilerinde artan ya da azalan bir trend olmadığı sonucuna varılmıştır.

Kızılırmak Havzası'nda bulunan il merkezlerindeki meteoroloji istasyonlarının yağış verilerinin trend analizi sonucu göstermiştir ki yağışta artış ya da azalış trendi bulunmamaktadır. Ülkemizin farklı bölgeleri için yapılan sıcaklık, yağış vb. gibi hidro-meteorolojik verilerin trend analizi çalışmalarında da benzer sonuçlar olduğu literatür incelendiği zaman görülmektedir [3,4,6,7]. İklim değişikliğinin önemli göstergeleri sayılabilecek yağış ve sıcaklık parametrelerinin trend analizi sonuçları, yağışın, sıcaklıktan daha az etkilendiğini ve ülkemizde genel olarak sıcaklık verilerinde artan trend görülürken, yağış verilerinde trend olmadığını göstermektedir. Ayrıca, Ercan ve Yüce (2017) tarafından Kızılırmak Havzasında yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla bu çalışmada elde edilen sonuçların benzerlik gösterdiği görülmüştür [24].

Kızılırmak Havzası'nda bulunan il merkezlerinde gelecek dönemlerde yağışlarda önemli bir artış ya da azalış gerçekleşme ihtimalinin düşük olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmanın, iklim değişikliğinin tahmininde kullanılan iklim modelleri ve emisyon senaryolarından Kızılırmak Havzası için yağışlarda önemli bir değişiklik öngörmeyen model ve senaryoların tercih edilmesi açısından referans olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] R. Acar, S. Şenocak, "Türkiye'deki kısa süreli yağışların trend analizi," İklim Değişikliği ve Çevre, vol. 1, no 1, pp.18-25, Mart 2008.
- [2] Z. Şen, "Su kaynakları ve iklim değişikliği. Küresel ısınma iklim değişikliği su, çevre ve enerji kaynaklarımıza etkisi," I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, İTÜ, İstanbul, 1-7, (2006).
- [3] M. Karabulut and F. Cosun, "Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi, ", Coğrafi Bilimler Dergisi, vol. 7, no 1, pp. 65-83, Nisan 2009.
- [4] M. Özfıdaner, D. Şapolyo, F. Topaloğlu, "İç Anadolu Bölgesi yağış verilerinin gidiş analizi," Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, vol. 5, no 1, pp. 161-168, Ocak 2016.
- [5] D. Taylan, T. Aydın, "The trend analysis of lakes region precipitation data in Turkey," Cumhuriyet Science Journal, vol. 39, no 1, pp. 258-273, Ocak 2018.
- [6] H. Y. Dalkılıç, "Yağışların trend analizi, ", Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, vol. 12, no 3, pp. 1537-1549, Ocak 2019.
- [7] G. Çeribaşı, "Batı Karadeniz Havzasının yağış verilerinin Yenilikçi Şen Yöntemi ile analizi," Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, vol. 6, no 3, pp. 168-173, Ocak 2018.
- [8] G. Çeribaşı, E. Doğan, "Karadeniz ve Sakarya havzalarında yıllık ortalama yağışların trend analizi," Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, vol. 7, no 1, pp. 1-7, Ocak 2015.
- [9] M. Büyükyıldız, A. Bertay, "Parametrik olmayan testler kullanılarak Sakarya Havzası yağışlarının trend analizi," Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, vol. 19, no 2, pp. 23-38, Ocak 2004.
- [10] S. Coşkun, "Van Gölü kapalı havzasında yağışların trend analizi," Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, vol. 8, no 2, pp. 521-532, Haziran 2020.
- [11] P. Polat, M. Sunkar, "Rize'nin iklim özellikleri ve Rize çevresinde uzun dönem sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizleri," Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, vol. 27, no 1, pp. 1-23, Ocak 2017.
- [12] O. Arslan, "Niğde ili'ndeki potansiyel evapotranspirasyon tahminlerinin trend analizi," Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, vol. 6, no 2, pp. 602-608, Temmuz 2017.
- [13] C. Köyceğiz, M. Büyükyıldız, "Temporal trend analysis of extreme precipitation: a case study of Konya Closed Basin," Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, vol. 25, no 8, pp. 956-961, Aralık 2019.
- [14] S. Tokgöz, T. Partal, "Karadeniz Bölgesinde yıllık yağış ve sıcaklık verilerinin yenilikçi şen ve mann-kendall yöntemleri ile trend analizi, ", Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, vol. 10, no 2, pp. 1107-1118, Haziran 2020.
- [15] M. E. Keskin, İ. Çakto, V. Çetin, O. Bektaş, "Doğu Anadolu Bölgesi sıcaklık ve yağış trend analizi, ", Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, vol. 6, no 2, pp. 294-300, Haziran 2018.

- [16] Oğuztürk Gaye, "Kızılırmak Havzası'nda syi ile kuraklık analizi ve ysa yöntemi ile kuraklık tahmini", Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2010.
- [17] T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, "İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi" Proje Nihai Raporu Ek 17- Kızılırmak Havzası, (2016).
- [18] <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/FotografGalerisi/KIZILIRMAK%20HAVZASI-09.08.2019/02.jpg> (Erişim zamanı; Nisan, 6, 2020).
- [19] C. B. Karakuş, "Hidro-meteorolojik parametreler için trend analizi yöntemleri,", International Journal of Scientific and Technological Research, vol. 3, no 2, pp. 22-32, Ocak 2017.
- [20] Cebe Enise Neyran, "Türkiye akarsularında mevsimsel trend analizi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
- [21] R. M. Hirsch, J.R. Slack, R. A. Smith, "Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data,", Water Resources Resarch, vol.18, no 1, pp. 107-121, Ocak 1982.
- [22] S. Kalaycı, E. Kahya, "Susurluk Havzası nehirlerinde su kalitesi trendlerinin belirlenmesi,", Turkish Journal of Engineering and Enviromental Science, vol. 22, no 6, pp. 503-514, Aralık 1998.
- [23] Y. S. Yu, S. Zou, D. Whitemore, "Non-parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas,", Journal of Hydrology, vol. 150, no 1, pp. 61-80, Ocak 1993.
- [24] B. Ercan, M. İ. Yüce, "Kızılırmak Havzasının hidrometeorolojik verilerinin trend analizi,", Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, vol. 6 no özel sayı, pp. 333-340, Aralık 2017.