



## **İstasyon Bazlı Günlük Maksimum Yağışlar İle Büyük Ölçekli Atmosferik Parametreler Arasındaki İlişkilerin Araştırılması**

### **Investigation Of The Relationships Between Station Based Maximum Precipitations And Large Scale Atmospheric Parameters**

**Tülay Külekçioğlu<sup>1</sup> , Okan Fıstıkoğlu<sup>2</sup> **

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hidrolik, Hidroloji ve Su Kaynakları Programı İzmir, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar / Corresponding Author \*: [tulayduran190@hotmail.com](mailto:tulayduran190@hotmail.com)

Geliş Tarihi / Received: 26.12.2021

Kabul Tarihi / Accepted: 24.03.2022

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI: 10.21205/deufmd.2022247219

*Atıf şekli/ How to cite: KÜLEKÇİOĞLU, T., FISTIKOĞLU, O.(2022), İstasyon Bazlı Günlük Maksimum Yağışlar İle Büyük Ölçekli Atmosferik Parametreler Arasındaki İlişkilerin Araştırılması, DEÜ FMD 24(72), 901-912.*

#### **Öz**

Küresel ısınmaya bağlı olarak artan hava sıcaklıkları sadece toplam yağış miktarlarını etkilemekle kalmayıp aynı zamanda ekstrem yağışların şiddet ve frekansında değişimlere sebep olmaktadır. Yağış rejimlerindeki bu değişimlerin atmosferik parametrelerle ilişkisini açıklayabilmek için İzmir ve çevresindeki 10 istasyonun günlük yağışları 1948-2018 dönemindeki büyük ölçekli NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerinin hava sıcaklığı, geopotansiyel yükseklik, bağıl nem ve yağış parametreleriyle birlikte incelenmiştir. Günlük yağışlar ve aynı döneme ait atmosferik parametreler Mann-Kendall trend analizi ile incelenmiş, istasyon yağışları ile atmosferik parametrelerdeki eğilim yapıları karşılaştırılmıştır. Eğilim analizleri istasyon yağışları ile aynı dönemdeki atmosferik parametrelerdeki eğilimlerin farklılaştığını göstermiş bu farklılaşmada büyük rol oynayan artan veya azalan trendin dönüm noktalarını bulmak için sıralı Mann-Kendall analizleri uygulanmıştır. Çalışmada ayrıca İzmir ve çevresindeki istasyonların günlük yağışlarının NCEP/NCAR Yeniden Analiz parametreleri ile ilişkileri kuantil regresyon analizi ile incelenmiş ve yüksek kuantilli yağışların (şiddetli yağışlar) hangi atmosferik parametrelerden etkilendiği belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda; İzmir ve çevresinde sıcaklıkların 1960'lı yıllardan itibaren artmakta olduğu, ancak en şiddetli yağışların gözlemlendiği kış aylarındaki sıcaklıkların 1975'li yıllardan itibaren artışa geçtiği, nem değerlerindeki azalmanın 1960'lı yıllarda başladığı, şiddetli yağışlarda yer seviyesi sıcaklıklarının (airsurface) baskın bir parametre olduğu, sıcaklık arttıkça şiddetli yağışların arttığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** İzmir, NCEP/NCAR Yeniden Analiz, Mann-Kendall, Sıralı Mann-Kendall, Kuantil Regresyon

#### **Abstract**

Increasing air temperatures due to global warming not only affect the total amount of precipitation, but also cause changes in the intensity and frequency of extreme precipitation. In order to explain the

relationship between these changes in precipitation regimes, the daily precipitation of 10 stations around İzmir and atmospheric parameters, were examined together with the air temperature, geopotential height, relative humidity and precipitation parameters of the large-scale NCEP/NCAR Re-analysis data for the period 1948-2018. Daily precipitation and atmospheric parameters in the same period were analyzed with Mann-Kendall trend analysis, and trend structures in station based precipitation and atmospheric parameters were compared. The trend analyzes showed that the trends in the atmospheric parameters and the station precipitation in the same period differed. In the study, the relations of daily precipitation of İzmir and surrounding stations with NCEP/NCAR Re-analysis parameters were also examined by quantile regression analysis and it was determined which atmospheric parameters have major role on high quantile precipitation (heavy precipitation). As a result of the analyzes; in İzmir and its surroundings, the temperatures have been increasing since the 1960s, but the temperatures in the winter months when the heaviest precipitation is observed, have started to increase since 1975. The decrease in humidity values has started in the 1960s, the ground-level air temperatures (airsurface) are the dominant parameter in heavy rains, and the increasing temperature alters the severe precipitation negatively in the region.

**Keywords:** *İzmir, NCEP/NCAR Re-Analysis, Mann-Kendall, Sequential Mann-Kendal, Quantile Regression*

## 1. Giriş

Paris Anlaşması, küresel ısınmanın kontrol altına alınması ve neden olacağı zararların yine küresel ortaklıklarla telafi edilmesi yönünde ortaya konmuş uluslararası iradeyi ifade eden önemli bir metindir [1]. Bu metin aynı zamanda, bugüne kadar bilimsel çalışmalarla ortaya konan ve iklim değişikliğinin ekstrem hava olayları üzerindeki olumsuz etkilerinin uluslararası siyasi metinlerde kayda geçirildiği önemli bir miladı temsil etmektedir [2].

Yıkıcı sonuçları üzerinde küresel boyutta görüş birliğine varılan iklim değişikliği; sıcaklık, yağış, buharlaşma, nem, rüzgâr gibi pek çok hidrometeorolojik süreci etkilemektedir. Bunlardan sıcaklık ve yağış, diğerlerine kıyasla üzerinde en çok çalışılan parametrelerdir [3]. Küresel ısınmaya paralel olarak farklılaşan yağış rejimi, bölgeden bölgeye farklı değişimlerin etkisi altındadır. Örneğin yağışlarda görülen uzun süreli azalma eğilimi bazı bölgelerde kuraklığa sebep olurken; aynı bölgede ekstrem yağışlarda artış ve sonucunda taşkınlara sebep olabilmektedir [4].

Günümüzde küresel ısınmaya bağlı olarak artan hava sıcaklıklarının iklim koşullarının değişmesinin yanısıra tüm dünyada aşırı hava olaylarının sertleşmesine de sebep olduğunu ortaya konmuştur [5].

IPCC'nin 2001 yılında yayımlanan raporunda; 21. Yüzyılda tüm dünyadaki ekstrem hava olaylarının şiddet ve frekanslarında gözlenen

artışların sıcaklık artışlarına paralel gerçekleştiği ortaya konmuştur [6].

IPCC'nin 2007 yılındaki raporunda; ortalama küresel yüzey hava sıcaklığının, 1950'den bu yana özellikle sera gazı emisyonlarındaki artışa bağlı olarak sürekli bir şekilde arttığı, küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin sadece sıcaklık değerlerindeki artış ile sınırlı kalmadığı, aynı zamanda bölgesel yağış düzenlerinin de etkilendiği gösterilmiştir [7].

Tüm dünyada özellikle 21. Yüzyıldan sonra sıcaklık değerlerinin arttığı görülmektedir. Avrupa için yapılan çalışmalara bakıldığında, son 30 yıl içinde yaz günü sıcak hava dalga sayısının önemli ölçüde arttığı görülmektedir [8].

Brunetti vd. (2001), Kuzeydoğu İtalya'yı temsil eden 7 istasyona ait 1920-1998 yılları arasındaki günlük yağış verilerini kullanarak yıllık yağışlar ile yağışlı gün sayılarını analiz ettikleri çalışmada, yağışlı gün sayısında azalma eğilimi olduğunu ve 1920 yılından sonra şiddetli yağış olaylarında ise artış eğilimi olduğunu tespit etmişlerdir [9].

Klein ve Können (2003)'in 1946-1999 yılları arasında Avrupa'daki bazı istasyonların sıcaklık değerlerine ait ekstremlerin incelendiği çalışmada, kıtada yaz günleri sıcaklıklarının artmakta olduğu ısınma eğiliminin 42 istasyonun 16'sında istatistiksel olarak anlamlı olduğu gösterilmiştir [10].

Norrrant ve Douguedroit (2006), 1950-2000 yılları arasında Akdeniz havzasındaki aylık, mevsimlik ve yıllık yağış trendleri ile ilgili

yaptıkları çalışmada, kış yağışlarında önemli bir azalma olduğunu vurgulamışlardır [11].

Dünya genelinde son ardışık yıllar daha sıcak olmaya başlarken ülkemizde de özellikle Akdeniz Havzasında yer alan batı kesimlerinde sıcaklık değerlerindeki artışa paralel olarak kısa süreli ve şiddetli yağışlarda da artışlar görülmektedir [12].

Yaklaşık son 20 yılda çeşitli araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen bölgesel yağış değişikliğine ait çalışmalar, Afrika'nın geniş Sahra Bölgesinde ve subtropikal kuşaktaki yağışlarda, 1960'lı yıllarda başlayan azalmanın, 1970'li yıllarla birlikte Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başladığını ortaya çıkarmıştır [13].

Zeybekoğlu ve Karahan (2018), Türkiye genelinde yağış şiddeti trendlerini araştırdıkları çalışmada, standart süreli yağış şiddetinin; kısa, orta ve uzun süreli serilerindeki eğilimleri analiz etmişlerdir. Verilere uygulanan Mann-Kendall trend testi sonucunda; kısa süreli yağış şiddetinde 34 istasyonda artma eğilimi gözlenirken, 28 istasyonda azalma eğilimi gözlenmiştir. Orta süreli yağış şiddetinde ise 129 istasyonda artma eğilimi gözlenirken, 20 istasyonda azalma eğilimi gözlenmiştir. Uzun süreli yağış şiddetinde ise 95 istasyonda artma eğilimi gözlenirken, 30 istasyonda azalma eğilimi gözlenmiştir [14].

Ceyhunlu ve Aydın (2020), Sakarya ilinde 2000-2015 yılları arasında kapsayan veriler kullanılarak, iklim değişikliğinin hidrometeorolojik veriler üzerinde etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda ortalama yağış miktarlarında 120-150 mm arasında azalan, 150-260 mm arasında artan bir trend bulmuşlardır. Aynı zamanda nem değerlerinde, sıcaklıklarda ve rüzgar hızlarında artan bir trend olduğunu vurgulamışlardır [15].

Sarış vd. (2021) Fethiye-Söğütödere istasyonlarında yerel yağış değişikliği ile ilgili gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda; Fethiye istasyonunda uzun dönem yağış kayıtları incelenmiş ve günlük maksimum yağışlarda 2000'li yıllardan bu yana artış eğilimi olduğu gözlemlenmiştir [16].

Avcı ve Esen (2019) Malatya'da 1975-2017 yılları arası sıcaklık ve yağış trendi ile ilgili yaptıkları çalışma sonucunda, sıcaklık değerlerinde artan bir eğilim olduğunu

bulmuşlardır. Ayrıca ağustos ayında ortalama ve maksimum sıcaklıklar ile yağışlı gün sayısında %95 anlamlılık seviyesinde artış eğilimi olduğunu belirlemişlerdir [17].

Kahramanmaraş ve Osmaniye istasyonlarında iklim değişikliğinin yağışlar üzerindeki etkisi ile ilgili yapılan çalışmada Mann-Kendall ve Spearman-Rho eğilim testleri uygulanmış ve; yıllık maksimum değerler dikkate alındığında Osmaniye istasyonu için 6, 9, 12, 24 aylık değerlendirmede her iki test sonucuna göre yıllık maksimum yağış şiddeti ve yıllık maksimum yağış süresi değerlerinde artan bir eğilim bulunmuştur [18].

Demir vd (2021) Ordu ilinde 1967-2018 yılları arası iklim parametrelerine yaptıkları Mann-Kendall trend analizi sonucunda maksimum ve minimum sıcaklıklarda artan bir eğilim saptamışlardır [19].

Balcıoğlu (2021) Bodrum, Marmaris, Köyceğiz ve Muğla istasyonlarında sıcaklık ve yağış değişkenlerinin analiz edildiği çalışma sonucunda; Bodrum, Marmaris ve Köyceğiz istasyonlarında günlük maksimum yağışın yıllara göre artış eğiliminde olduğu bulunmuştur. Bodrum İstasyonunda günlük yağışlarda %95 ve üzeri persentil içinde kalan yağış miktarlarının yıllara göre artan eğilimde olduğu ayrıca Marmaris istasyonunda aşırı yağışlı günlerdeki yağış miktarlarında artan bir eğilim bulunmuştur [20].

Yukarıdaki çalışmalar ülkemiz genelinde hava sıcaklıklarının, yaz mevsiminde daha belirgin olmak üzere, her geçen yıl artmaya devam ettiğini göstermektedir. Sıcaklık artışı beraberinde, atmosferin su buharı tutma kapasitesini artırırken doyma açığını arttırmakta bu durum buharlaşmada artışa neden olmaktadır. Sıcaklık artışı ile daha fazla su buharı içeren atmosferde, yağışın gerçekleşmesi için gerekli şartlar bir araya geldiğinde ise şiddetli yağışlar kaçınılmaz olmaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün yağış sınıflandırmasına göre 100 mm ve üzeri yağışlar aşırı yağış olarak adlandırılmaktadır. İzmir Bölge istasyonunda 1948-2018 yılları arasındaki aşırı yağışlar incelendiğinde, 1966, 1976, 1995 ve 2006 yılında bir kez; 2010 yılında ise iki kez bu yağış miktarının düştüğü gözlemlenmiştir. 1995 yılında 4 saat içinde m<sup>2</sup>'ye 100 kg yağış düşmüş ve çok büyük bir sel felaketi yaşanmıştır. Aşırı şiddetli yağış sonucu oluşan bu sel felaketi

sonucunda 61 vatandaşımız yaşamını kaybetmiştir. 2 Şubat 2021 tarihinde ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün yağış kayıtlarına göre 2020 yılı boyunca İzmir iline düşmüş olan toplam yağışın %18'i bir gecede yağmış ve m<sup>2</sup>'ye 126 kg yağış düşmüştür. Hem can hem de mal kaybına yol açan bu büyük sel felaketi bizlere; küresel ısınma sonucu artan sıcaklıklar ve buna bağlı olarak artan yağış şiddetinin sebep olacağı sorunların ne kadar ciddi sonuçları olabileceğini göstermektedir.

Yağış rejimindeki bu değişikliğinin nedenlerinin incelenmesi için, istasyon bazlı yağış ölçümleri ile büyük ölçekli atmosferik parametreler arasındaki değişim ve eğilimlerin birlikte incelenmesi gerekmektedir. Bu gerekçeden hareketle sunulan çalışmada, İzmir ilinde bulunan; İzmir Bölge, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Karşıyaka, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı ve Urla İstasyonlarının günlük toplam yağışlarındaki eğilimlerinin belirlenmesi ve bu eğilimlerin büyük ölçekli atmosferik parametrelerle olan ilişkilerinin birlikte incelenerek yorumlanması amaçlanmıştır. Bu ilişkiler sayesinde farklı iklim senaryoları altında maksimum yağışlarda gerçekleşmesi muhtemel değişimlerin sıcaklık artışlarına bağlı olarak belirlenebilmesi mümkün olacaktır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1 Uygulama alanı ve veriler

Sunulan çalışmada, İzmir genelinde şiddetli yağışlar ile yağışı etkileyen büyük atmosferik parametreler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Çalışma alanında yer alan İzmir, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Karşıyaka, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı ve Urla istasyonlarının (Tablo 1) günlük maksimum yağışları istasyon bazlı bağımlı değişkenler olarak; NCEP/NCAR

(National Center for Atmospheric Research) yeniden analiz veri setinin yer seviyesindeki sıcaklık, nem ve bölgesel ortalama yağış değeri ve atmosferin 850, 500 ve 200 mbar seviyelerindeki sıcaklık ve nem değerleri ile geopotansiyel yükseklikler büyük ölçekli atmosferin bağımsız açıklayıcı değişkenleri olarak dikkate alınmıştır.

Atmosferik bağımsız değişkenler 2.5°x2.5° alansal çözünürlüğe sahip olup 1948-2018 yılları arasındaki dönemi kapsayan atmosferik parametreleri içermekte ve çalışmada kullanılan 10 meteoroloji istasyonu dahil olmak üzere son derece büyük bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1).

**Tablo 1.** Seçilen İstasyonlar ve Veri Aralığı

İstasyon Kodu	İstasyon Adı	Yıl
17220	İzmir Bölge	1948-2018
17742	Bergama	1959-2018
17221	Çeşme	1963-2018
18442	Bornova	2013-2018
18443	Buca	2014-2018
18446	Karşıyaka	2014-2018
17749	Kemalpaşa	2009-2018
18050	Menderes	2012-2018
18030	Torbalı	2012-2018
18028	Urla	2012-2018



**Şekil 1.** Çalışma kapsamında seçilen 10 meteoroloji istasyonunun konumu ve NCEP/NCAR gridinin kapsadığı alan

## 2.2 Mann-Kendall trend analizi

Gerek istasyonların yağış gözlemlerinde, gerekse büyük ölçekli atmosferik parametrelerdeki anlamlı eğilimleri belirlemek için Mann-Kendall eğilim testleri uygulanmıştır.

Mann-Kendall eğilim testi, parametrik olmayan bir eğilim testidir. Kendall'ın tau istatistiği olarak da bilinen bu test hidro-meteorolojik zaman serilerindeki eğilimlerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu test, Kendall (1975) tarafından ortaya konmuş; Hirsch ve arkadaşları (1982, 1984) tarafından mevsimselliğin hesaba katılması suretiyle daha da geliştirilmiştir [21].

Mann-Kendall eğilim testi  $H_0$  ve  $H_1$  olmak üzere iki hipotezi sınamaktadır.  $H_0$  hipotezi seride anlamlı bir eğilimin olmadığını iddia ederken,  $H_1$  hipotezi ise seride anlamlı bir eğilim olduğunu öne sürmektedir.

Mann-Kendall eğilim testinde serinin elemanlarının birbirleri arasındaki farklarının işaretleri dikkate alınmaktadır (Denklem 1-2).

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

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

Asimptotik olarak, normal bir dağılıma sahip ve ortalaması sıfır olan test istatistiğini ifade eden  $S$ 'in varyansı;

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

Denklem 3 ile hesaplanmaktadır. Eğer seride birbiri ile aynı değere sahip gözlemler varsa (bağ durumu) varyans Denklem 4 ile düzeltilerek hesaplanmaktadır. Burada  $t$  birbiri ile benzer terim sayısını temsil etmektedir.

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (4)$$

Varyansı belirlenen Mann-Kendall test istatistiği standart normal dağılımlı gibi düşünülerek örnekten hesaplanan  $z$  değerinin (Denklem 5) belirli güven seviyesindeki kritik  $z$  değeriyle karşılaştırılmasıyla,  $H_0$  hipotezi kabul ya da reddedilmektedir.

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{Eğer } S > 0 \\ 0 & \text{Eğer } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{Eğer } S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Eğer seçilen  $\alpha$  anlamlılık seviyesinde  $|z| \leq z_\alpha$  ise  $H_0$  yani "anlamlı bir eğilim yok" hipotezi kabul edilirken aksi durumda reddedilir. Hesaplanan  $S$

istatistiği pozitif ise artan, negatif ise azalan bir eğilimin olduğunu ifade eder.

Bu test eksik verilerin ve istatistiksel açıdan aykırı değerlerin varlığında veya korelasyon analizinde önem arz eden serinin olasılık dağılımının normal dağılıma uymaması durumunda dahi geçerliliğini koruyan güçlü bir testtir [22].

Sunulan çalışmada istasyonların günlük yağışlarının yanında, her yılın maksimum günlük yağış değerlerine ve NCEP/NCAR Yeniden Analiz atmosferik parametrelerine Mann\_Kendall testi uygulanarak hem istasyon hem de bölgesel atmosferik serilerde anlamlı eğilimlerin varlığı araştırılmıştır.

### 2.3 Sıralı Mann-Kendall testi

Sıralı Mann Kendall testi uzun süreli  $x_i$  zaman serilerine uygulandığında, artan bir eğilimden azalan bir eğilime geçişin ya da azalan bir eğilimden artan bir eğilime geçişin başladığı olası dönüm noktalarının yerini göstermektedir. Sıralı Mann Kendall testinde orijinal  $x_i$  ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) değerlerinin sıra numarası değerleri ( $y_i$ ) kullanılmaktadır ve  $y_i$  büyüklükleri ( $i=1,2,3,\dots,n$ ) ile  $y_j$  büyüklükleri ( $j=1,2,3,\dots,i$ ) karşılaştırılmaktadır. Her karşılaştırma durumu için  $y_i > y_j$  durum sayısı  $n_i$  ile ifade edilir ve her bir  $i$ . eleman için hesaplanan  $t_i$  test istatistiği Denklem 6 ile hesaplanır [23].

$$t_i = \sum_{j=1}^i n_i \quad (6)$$

$t_i$  test istatistiğinin beklenen değeri  $E(t_i)$ , Denklem 7 ile hesaplanır;

$$E(t_i) = \frac{i \cdot (i - 1)}{4} \quad (7)$$

$t_i$  test istatistiğinin varyansı  $Var(t_i)$ , Denklem 8 ile hesaplanmaktadır.

$$Var(t_i) = \frac{i \cdot (i - 1) \cdot (2i + 5)}{72} \quad (8)$$

$t_i$  değişkeni Denklem 9 ile standardize edilirse  $u(t_i)$  istatistiği hesaplanmaktadır.

$$u(t_i) = \frac{t_i - E(t_i)}{\sqrt{var(t_i)}} \quad (9)$$

İleri dönem  $u(t_i)$  istatistiği hesaplanırken orijinal zaman serisi verileri tarih sırasında ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) kullanılırken, geri dönem istatistiği  $u'(t)$  aynı serinin sondan başa doğru dizilmesiyle  $u(t_i)$  istatistiğinin elde edilmesiyle aynı şekilde hesaplanır [23].

Sıralı Mann-Kendall testi gelişmekte olan bir eğilimin yaklaşık başlangıç yerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İleri dönem istatistiği  $u(t)$  ve geri dönem istatistiği  $u'(t)$  eğrileri aynı grafik üzerinde çizdirildiğinde, bu eğrilerin kesişim noktaları yaklaşık olarak olası bir değişim noktasının yerini ifade etmektedir. Eğer bu kesişim noktasının standardize edilmiş istatistiği %5 güven seviyesinde  $\pm 1.96$  aralığı içerisinde kalırsa bu nokta istatistiksel açıdan anlamlı bir dönüm noktası olarak değerlendirilmez ancak kesişim noktası  $\pm 1.96$  aralığı dışında kalıyor ise anlamlı bir dönüm noktasının varlığı kabul edilmektedir [24].

Sıralı Mann-Kendall analizi NCEP/NCAR atmosferik parametrelerine uygulanarak büyük ölçekli atmosferik parametrelerin anlamlı dönüm noktalarının varlıkları araştırılmış; büyük ölçekteki artış veya azalış yönündeki eğilimlerin başlangıç ve bitiş noktalarının istasyon yağışlarındaki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### 2.4 Kuantil regresyon

Regresyon modellerinin genel amacı bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenlerin koşullu beklenen değerleri arasındaki ilişkilerin modellenmesi iken, kuantil regresyon modellerinde bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenin kuantilleri arasındaki ilişkiler modellenmektedir [25]. Koenker ve Bassett tarafından (1978) alternatif bir regresyon modeli olarak geliştirilmiş olan kuantil regresyon yönteminde bağımlı değişkenin koşullu kuantilleri, bağımsız değişkenlerin doğrusal ya da doğrusal olmayan bir fonksiyonu olarak ifade edilebilmektedir [26-27]. Kuantil regresyonda bağımlı değişken  $Y$ 'nin  $\tau$ . kuantili, bağımsız değişken  $X=x_i$  koşuluyla Denklem 10 ve 11 ile hesaplanmaktadır.

$$P(Y|X = x_i) = \tau \quad (10)$$

$$Y_\tau = P^{-1}(\tau|X = x_i) \quad (11)$$

Burada  $P^{-1}$  koşullu kuantil fonksiyonu olup  $\tau$ . kuantil seviyesi için Denklem 12 ile verilen bir polinom modeli ile ifade edilebilir. [26, 27]

$$Q_{\tau}(y_i) = \beta_{0(\tau)} + \beta_{1(\tau)}x_{i1} + \dots + \beta_{j(\tau)}x_{ij} \quad (12)$$

$$i = 1:n$$

Denklem 12'de bulunan  $\beta_j(\tau)$  katsayıları aşağıda Denklem 13 ve 14 ile verilen amaç fonksiyonunun minimize edilmesiyle elde edilmektedir [26, 27].

$$\epsilon_i = (y_i - x_i \beta_{\tau}) \quad (13)$$

$$\min_{(\beta_{\tau})} = \sum_{\epsilon_i \geq 0} \tau |\epsilon_i| + \sum_{\epsilon_i \leq 0} (1 - \tau) |\epsilon_i| \quad (14)$$

Yukarda verilen Denklem 13 ve 14 yardımıyla farklı kuantil seviyelerine karşılık gelen denklemler ayrı ayrı elde edilebilmektedir [26, 27]. Kuantil regresyon yöntemi farklı kuantil seviyeleri için bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki farklı ilişkileri tanımlayabilmesi, normal dağılıma uymayan verilerle çalışılabilmesi, aykırı değerlerden etkilenmemesi nedenleriyle klasik regresyon yöntemine göre önemli üstünlüklere sahiptir [28].

Sunulan çalışmada, kuantil regresyon yöntemi ile çalışma sahasındaki istasyon yağışlarının %50, %90, %95 ve %99 kuantilli maksimum yağış değerlerinin, NCEP/NCAR Yeniden Analiz parametreleri ile ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. %50 kuantilli yağışlara ait regresyon modeli yağışların medyan değerlerinin büyük ölçekli parametrelerle ilişkilerini açıklarken, %90, %95 ve %99 kuantilli yağışlara ait modeller şiddetli yağışların atmosferik parametrelerle ilişkilerini açıklamaktadır.

### 3. Bulgular

#### 3.1 Günlük atmosferik parametreler ve istasyon yağışlarındaki eğilimler

Önceki bölümde detayları verilen Mann-Kendall eğilim testi, çalışmada verileri değerlendirilen NCEP/NCAR Yeniden Analiz verileri ile meteoroloji istasyonlarının günlük toplam yağış verilerine uygulanarak atmosferik parametreler ile istasyon yağışlarının eğilimler açısından uyumları irdelenmiştir.

Tablo 2'ye göre hava sıcaklığını temsil eden air parametresi yüzeyde ve atmosferin 200, 500 ve 850 mbar seviyelerinde artış eğilimindedir. Sıcaklık artışına paralel olarak, geopotansiyel yükseklikler de beklendiği gibi artış eğilimi göstermektedir. Bununla birlikte, 1948-2018 yılları arasındaki uzun dönem verileri göz önüne alındığında bölgedeki nem değerleri yüzeyde ve tüm atmosfer katmanlarında azalma eğilimi göstermektedir. Azalan nem değerlerine paralel olarak, bölgedeki günlük yağış değerlerinde de azalma eğilimi görülmesi beklenen bir sonuçtur.

**Tablo 2.** 1948-2018 Yılları Arasında Günlük NCEP/NCAR Yeniden Analiz Verilerinin Eğilim Analizleri.

NCEP/NCAR Yeniden Analiz Verileri	Trend Eğilimleri
Air200 °C	Artan
Air500 °C	Artan
Air850 °C	Artan
Airsurf °C	Artan
Hgt200(m)	Artan
Hgt500(m)	Artan
Hgt850(m)	Artan
Rhum200(%)	Azalan
Rhum500(%)	Azalan
Rhum850(%)	Azalan
Rhumsurf(%)	Azalan
Prate	Azalan

Tablo 3'de istasyonların günlük toplam yağışlarına ait eğilim analizleri ile birlikte istasyonların kendi gözlem dönemleri içindeki büyük ölçekli alansal ortalama yağış (prate) parametresinin de eğilim analizleri verilmektedir. Tablo 3 incelendiğinde, uzun dönem gözleme sahip olan İzmir Bölge ve Çeşme istasyonlarında gözlenmiş yağış değerleri ile alansal ortalama yağış (prate) parametresi benzer azalma eğilimi göstermektedir. Bununla birlikte, yine uzun veriye sahip kuzeyde yer alan Bergama istasyonunda günlük yağışlarda eğilim gözlenmezken aynı dönemdeki alansal ortalama yağış (prate) parametresinin azalma eğiliminde

olduğu belirlenmiştir. Şekil 1’de görüldüğü gibi NCEP/NCAR hücrelerinin kuzey sınırına yakın olan Bergama istasyonunun günlük yağışlarının içinde bulunduğu NCEP/NCAR hücrelerinin yağış değerleri ile paralellik göstermediği büyük ihtimalle komşu hücre yağışlarının etkisi altında olduğu söylenebilir. Benzer şekilde Buca, Bornova ve Karşıyaka istasyonlarında ise istasyon yağış değerlerinde bir eğilim belirlenemezken, aynı dönemlerdeki alansal ortalama yağış (prate) parametresinde artan eğilimler gözlenmiştir. Kemalpaşa istasyonunda ise istasyon yağış değerlerinde bir eğilim belirlenemezken alansal ortalama yağış (prate) parametresi için azalan bir eğilim tespit edilmiştir. Menderes, Torbalı ve Urla istasyonlarında ise hem istasyon yağış değerleri için hemde alansal ortalama yağış (prate) parametresi için eğilim bulunamamıştır.

Atmosferdeki yağış oranını temsil eden alansal ortalama yağış (prate) parametresi farklı veri aralıklarında farklı eğilimler göstermiştir. Kullanılan veri aralığı birbirine yakın istasyonlarda benzer eğilimler gösterdiği belirlenmiştir.

**Tablo 3.** Çalışma Sahasındaki İstasyonların Günlük Yağışlarının ve İstasyonla Aynı Dönemdeki Alansal Ortalama Yağış (Prate) Parametresinin Trend Analiz Sonuçları

İstasyon	Dönem	İstasyon Eğilimi	Prate Eğilimi
İzmir Bölge	1948-2018	Azalan	Azalan
Çeşme	1963-2018	Azalan	Azalan
Bergama	1959-2018	Eğilim Yok	Azalan
Buca	2013-2018	Eğilim Yok	Artan
Bornova	2014-2018	Eğilim Yok	Artan
Karşıyaka	2014-2018	Eğilim Yok	Artan
Kemalpaşa	2009-2018	Eğilim Yok	Azalan
Menderes	2012-2018	Eğilim Yok	Eğilim Yok
Torbalı	2012-2018	Eğilim Yok	Eğilim Yok
Urla	2012-2018	Eğilim Yok	Eğilim Yok

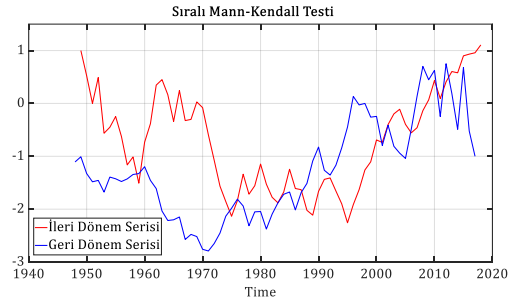
Tablo 2 ve Tablo 3 incelendiğinde hem istasyon yağışlarının hem de atmosferik yağış

parametresinin 1948-2018 dönemi içerisinde birbirlerinden farklı eğilim davranışları gösterdiği görülmektedir. Bu durum günlük yağış değerleri üzerinde alansal ortalama yağış (prate) parametresinin baskın olmadığını, aynı atmosferik hücre içerisindeki istasyonlarda günlük yağış olayının hücre ortalama değerinden son derece farklı eğilimler sergileyebildiği görülmektedir.

### 3.2 Sıralı Mann- Kendall testi

NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerine uygulanan sıralı Mann-Kendall eğilim analizinin amacı atmosferik parametrelerdeki dönemsel değişimleri (dönüm noktalarını) net bir biçimde ortaya koymak ve bu dönemlerin istasyon ölçümleri ile uyumunu incelemektedir.

Atmosferik parametrelerden yüzeysel sıcaklık (airsurf), nem (rhumsurf) ile alansal ortalama yağış (prate) parametresine ait sıralı Mann-Kendall testi (Sequential Mann-Kendall Test) sonuçları Şekil 2, 3 ve 4’te verilmektedir.

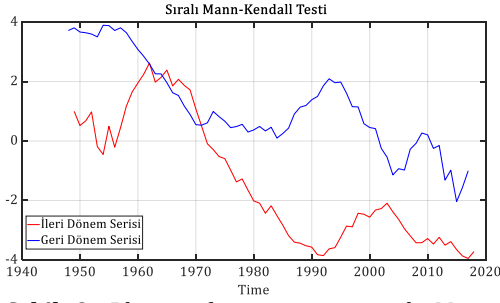


**Şekil 2.** Aairsurf parametresi sıralı Mann-Kendall testi

1948-2018 yılları arası gözlem aralığına sahip olan İzmir Bölge istasyonunda maksimum yağışların görüldüğü tarihler incelendiğinde bu yağışların en çok kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında görüldüğü belirlenmiştir. Bu gözlemden yola çıkılarak kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında yüzey sıcaklığı (airsurf) ve yüzeydeki bağıl nem (rhumsurf) parametresine ait aylık ortama değerler kullanılarak sıralı Mann-Kendall analizi yapılmıştır.

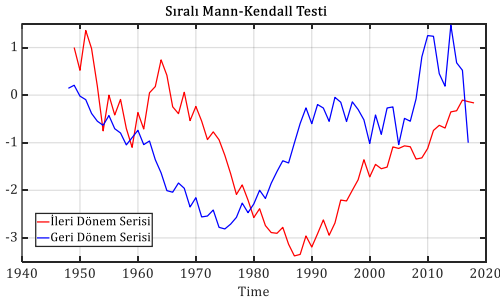
Sıcaklık parametresine uygulanan sıralı Mann-Kendall analizi sonuçlarına göre 1970-1975 yılları önemli bir dönüm noktası olarak görülmektedir. Örneğin Şekil 2’de kasım ayı için verilen sıralı Mann-Kendall analiz grafiği 1975 öncesi sıcaklık değerlerinde azalan bir eğilim hakimken, 1975 sonrası sıcaklık değerlerinde anlamlı bir artış eğilimini göstermektedir.





**Şekil 3.** Rhumsurf parametresi sıralı Mann-Kendall testi.

Büyük ölçekli atmosferik parametrelerden yer seviyesi bağıl nem (rhumsurf) parametresine uygulanan sıralı Mann-Kendall analizi sonuçlarına göre nispi nem değerlerinin 1960'lı yıllardan itibaren kasım, aralık, ocak ve şubat (kış) döneminde sıcaklık artışına paralel azaldığı görülmektedir. Örneğin, Şekil 3'de verilen aralık ayı ileri ve geri dönem serilerine ait grafik incelendiğinde 1963 yılının yer seviyesi nispi nem değerleri için anlamlı bir dönüm noktası olarak ön plana çıktığı belirlenmiştir.



**Şekil 4.** Alansal ortalama yağış (prate) parametresi sıralı Mann-Kendall testi.

Şekil 4'te verilen NCEP/NCAR verilerine ait atmosferdeki alansal ortalama yağışı temsil eden prate parametresinin yıllık maksimum değerlerine uygulanan sıralı Mann-Kendall testi sonuçları incelendiğinde ileri ve geri dönem serilerinin kesiştiği 1980 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiştir. Alansal ortalama yağış (prate) parametresinin yıllık ortalama değerleri 1980 yılı öncesinde azalma eğiliminde iken 1980 sonrasında artış eğilimine geçtiği bulunmuştur.

Büyük ölçekli atmosferik sıcaklık, nem ve maksimum yağış parametrelerinin eğilimleri ve dönüm noktaları göz önüne alındığında 1970'li yıllardan sonra kış sıcaklıklarında anlamlı artışların izlendiği, nem değerlerindeki

azalmanın sıcaklık artışından da önce 1960'lı yıllarda görülmeye başlandığı belirlenmiştir. Bu durum, 1960-1970 arası dönemde kış aylarındaki nemli hava sirkülasyonunda azalma olduğuna işaret etmektedir. 1970 yılından sonraki dönemde ise kış aylarındaki sıcaklık artışlarının doygun buhar basıncının artmasına bir başka ifade ile nispi nem değerlerinin hızla düşmesine neden olmaktadır. Sıcaklık artışına paralel olarak atmosferin artan su tutma kapasitesi şiddetli yağışların görülmesinde ana etkidir. İzmir'de son yıllarda görülme sıklığı artan kısa süreli ve şiddetli yağışlar bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

### 3.3 İstasyon bazlı kuantil regresyon analizi

Çalışma kapsamında seçilen İzmir Bölge, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Karşıyaka, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı ve Urla istasyonlarındaki günlük yağışlar bağımlı değişken; NCEP/NCAR Yeniden Analiz verileri ise bağımsız değişken olarak seçilmek suretiyle kuantil regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerde hem bağımlı hem de bağımsız değişkenler kendi ortalama ve standart sapmaları kullanılarak (Denklem 15) standardlaştırılmış olup söz konusu standardizasyon işlemi ile bağımsız değişkenlerin katsayılarının o değişkenin maksimum yağışlar üzerindeki etkisinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Bir başka ifadeyle, kuantil regresyon denklemindeki katsayısı yüksek olan standardize değişken, maksimum yağışlar üzerinde etkisi en yüksek olan parametreyi göstermektedir.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (15)$$

x=bağımsız NCEP/NCAR yeniden analiz değişkeni

$\mu$ = bağımsız değişkenin ortalaması

$\sigma$ = bağımsız değişkenin standart sapması

z= standardize bağımsız değişken

Tablo 4'te İzmir Bölge istasyonunun farklı kuantillere sahip yağışları ile atmosferik parametreler arasındaki regresyon katsayıları verilmektedir. Tabloda %50 (Q<sub>50</sub>) kuantilli yağışları için NCEP/NCAR atmosferik parametrelerinin tüm katsayılarının sıfır değerine çok yakın olduğu görülmektedir. Bir başka ifade ile %50 kuantilli yağış değeri

NCEP/NCAR hücrelerinin sadece alansal ortalama yağış (prate) değeri ile ilişkili olup diğer atmosferik parametrelerden etkilenmediği belirlenmiştir. Öte yandan, kuantil değeri arttıkça yani şiddetli yağış olaylarında hücrenel yağış değeri yanında özellikle airturf (yüzey sıcaklığı) parametresinin katsayısındaki artış dikkati çekmektedir. Bir başka ifadeyle, yüksek kuantilli yağış olaylarında (şiddetli yağışlarda) yüzey hava sıcaklığının etkisinin oldukça yüksek olduğu, yüzey sıcaklıkları arttıkça şiddetli yağışların artmakta olduğu görülmektedir. Sıcaklıklara benzer şekilde, nispi nem değerine ait (rhumsurf) katsayısının da yüksek kuantilli yağışlarda büyümekte olduğu dikkati çekmektedir.

İzmir Bölge istasyonu için yüksek kuantilli yağışların, yüzey hava sıcaklığı ve yüzey nem

değeri ile yüksek doğru orantı gösterdiği, sıcaklık ve nem artışıyla beraber şiddetli yağış yüksekliklerinde de artış görüldüğü belirlenmiştir.

Tablo 5'te Bergama istasyonunun  $Q_{50}, Q_{90}, Q_{95}, Q_{99}$  kuantilli günlük yağış değerlerine ait NCEP/NCAR standardize değişkenlerinin katsayıları verilmektedir. Bu katsayılar incelendiğinde, airturf parametresinin katsayıları kuantil değerler arttıkça, artmaktadır. Benzer durum rhumsurf parametresinde de gözlenmektedir. İzmir Bölge istasyonuna benzer şekilde, Bergama istasyonunda da şiddetli yağışlar ile yüzey sıcaklıkları ve nem değeri arasında önemli doğrusal ilişkiler gözlenmektedir.

**Tablo 4.** İzmir Bölge (1948-2018) İstasyonunda  $Q_{50}, Q_{90}, Q_{95}, Q_{99}$  değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

İzmir Bölge	$Q_{50}$	$Q_{90}$	$Q_{95}$	$Q_{99}$
Air200 °C	$6.70e^{-15}$	0.0104	0.0288	0.0301
Air500 °C	$-3.01e^{-14}$	-0.0576	-0.1202	-0.2222
Air850 °C	$-3.05e^{-14}$	-0.0622	-0.1842	-0.5048
<b>Airturf °C</b>	<b><math>1.05e^{-14}</math></b>	<b>0.1781</b>	<b>0.4753</b>	<b>1.2721</b>
Hgt200(m)	$-2.93e^{-14}$	-0.0713	-0.1942	-0.2106
Hgt500(m)	$9.29e^{-14}$	-0.0665	-0.0940	-0.4344
Hgt850(m)	$-2.82e^{-14}$	-0.0725	-0.1804	-0.2908
Rhum200(%)	$-1.14e^{-16}$	-0.0489	-0.0871	-0.0575
Rhum500(%)	$7.48e^{-17}$	0.0214	0.0407	0.0545
Rhum850(%)	$1.32e^{-15}$	0.0071	0.0013	-0.0300
<b>Rhumsurf(%)</b>	<b><math>2.17e^{-15}</math></b>	<b>0.0969</b>	<b>0.2859</b>	<b>0.8291</b>
<b>Prate</b>	<b><math>7.89e^{-2}</math></b>	<b>1.1739</b>	<b>1.3984</b>	<b>1.9960</b>
Sabit	$-2.47e^{-1}$	0.5380	1.1486	2.8170

**Tablo 5.** Bergama (1959-2018) İstasyonunda  $Q_{50}, Q_{90}, Q_{95}, Q_{99}$  değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

Bergama	$Q_{50}$	$Q_{90}$	$Q_{95}$	$Q_{99}$
Air200 °C	$3.14e^{-15}$	-0.0123	-0.0729	-0.3309
Air500 °C	$7.39e^{-15}$	-0.0245	0.0533	0.1436
Air850 °C	$-3.32e^{-15}$	-0.1181	-0.3205	-0.5959
<b>Airturf °C</b>	<b><math>-4.34e^{-16}</math></b>	<b>0.2994</b>	<b>0.8078</b>	<b>1.7133</b>
Hgt200(m)	$-1.72e^{-14}$	-0.0473	-0.0554	0.5045
Hgt500(m)	$1.38e^{-14}$	-0.1471	-0.5083	-1.4821
Hgt850(m)	$-2.77e^{-15}$	-0.0588	-0.0708	-0.1347
Rhum200(%)	$-8.01e^{-16}$	-0.0558	-0.1072	-0.0783
Rhum500(%)	$4.67e^{-16}$	0.0312	0.0699	0.1440
Rhum850(%)	$7.13e^{-17}$	-0.0013	-0.0473	-0.1199
<b>Rhumsurf(%)</b>	<b><math>-1.93e^{-16}</math></b>	<b>0.1660</b>	<b>0.4518</b>	<b>1.1495</b>
<b>Prate</b>	<b><math>6.90e^{-2}</math></b>	<b>0.9294</b>	<b>0.9793</b>	<b>1.4160</b>
Sabit	$-2.42e^{-1}$	0.5054	1.1125	2.8935

**Tablo 6.** Çeşme (1963-2018) İstasyonunda  $Q_{50}, Q_{90}, Q_{95}, Q_{99}$  değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

Çeşme	$Q_{50}$	$Q_{90}$	$Q_{95}$	$Q_{99}$
Air200 °C	$1.18e^{-15}$	0.0225	0.0624	0.1886
Air500 °C	$-2.41e^{-14}$	-0.0798	-0.1894	-0.6013
Air850 °C	$-1.93e^{-14}$	0.0032	0.0066	-0.1962
<b>Airsurf °C</b>	<b><math>3.12e^{-16}</math></b>	<b>0.0356</b>	<b>0.1069</b>	<b>0.5381</b>
Hgt200(m)	$-4.65e^{-15}$	-0.0530	-0.1752	-0.4469
Hgt500(m)	$5.63e^{-14}$	0.0365	0.1402	0.6424
Hgt850(m)	$-1.78e^{-14}$	-0.0613	-0.1583	-0.3377
Rhum200(%)	$-2.28e^{-16}$	-0.0310	-0.0778	-0.0879
Rhum500(%)	$-1.55e^{-15}$	0.0251	0.0748	0.0785
Rhum850(%)	$-6.75e^{-16}$	0.0376	0.1144	0.3647
<b>Rhumsurf(%)</b>	<b><math>-1.78e^{-15}</math></b>	<b>0.0337</b>	<b>0.1226</b>	<b>0.5362</b>
<b>Prate</b>	<b><math>6.18e^{-2}</math></b>	<b>1.1466</b>	<b>1.4466</b>	<b>2.4042</b>
Sabit	$-2.23e^{-1}$	0.4346	0.9890	2.7389

Benzer durum Çeşme istasyonu için de geçerlidir. Tablo 6'da Çeşme istasyonunun  $Q_{50}, Q_{90}, Q_{95}, Q_{99}$  kuantilli günlük yağış değerlerine ait NCEP/NCAR standardize değişkenlerinin katsayıları verilmektedir. Bu katsayılar incelendiğinde, kuantil değerler arttıkça (şiddetli yağışlarda); airsurf parametresinin katsayısının da arttığı görülmektedir. Benzer durum rhumsurf parametresinde de gözlenmektedir. Çeşme istasyonu için de yüksek kuantilli yağışlar yüzey hava sıcaklığı, yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış (prate) parametresi ile yüksek doğru orantı göstermektedir.

Katsayılar istasyonlar arasında değerlendirildiğinde, yer seviyesi hava sıcaklığı ile nem değeri Çeşme istasyonunda benzer ağırlıklara sahip iken, İzmir ve Bergama istasyonlarında hava sıcaklıklarının nem değerinden daha güçlü olduğu görülmektedir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma kapsamında İzmir merkez ve ilçelerinde konumlanan 10 adet yağış istasyonunun günlük yağış gözlemlerindeki eğilimler ve bu eğilimlerin dönüm noktaları ile küresel ölçekteki atmosferik parametrelerin eğilim ve dönüm noktaları ile kuantil ilişkileri incelenmiştir. Bu kapsamda İzmir Bölge, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Karşıyaka, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı ve Urla istasyonlarının yağış gözlemleri ile NCEP/NCAR Yeniden Analiz verileri kullanılarak Mann-Kendall trend analizi ve sıralı Mann-Kendall trend analizleri gerçekleştirilmiştir.

NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerinden sıcaklık parametresine uygulanan Mann-Kendall trend analizi sonucunda yüzey hava sıcaklığı ve atmosferin 200, 500, 850 mbar seviyelerindeki sıcaklık değerlerinde artan bir eğilim belirlenmiştir.

Ayrıca yıllık maksimum yağışlar ve büyük ölçekli NCEP/NCAR parametreleri arasındaki kuantil regresyon analizleri sonucunda  $Q_{90}, Q_{95}$  ve  $Q_{99}$  gibi yüksek kuantilli maksimum yağışların büyük ölçekli atmosferik parametrelerle ilişkileri belirlenmiş, maksimum yağışların yer seviyesi sıcaklık ve nem parametreleri ile büyük oranda doğru orantılı olduğu, bu üç parametre içinde en baskın unsurun sıcaklık parametresi olduğu belirlenmiştir. Bir başka ifade ile, şiddetli yağışlar sıcaklık artışlarından nem değerlerindeki artışlara kıyasla daha çok etkilendiği, sıcaklıklar arttıkça maksimum yağışların daha da arttığı tespit edilmiştir.

Küresel ısınmaya bağlı olarak artan hava sıcaklıklarının ve buna bağlı olarak atmosferde tutulan su miktarlarının ekstrem yağış olaylarının artmasına sebep olduğu ve İzmir ilinde görülen şiddetli yağış olaylarının da bu durumdan önemli ölçüde etkilendiği görülmüştür.

#### Kaynakça

- [1] Dimitrov, R. S. (2016). The Paris Agreement On Climate Change: Behind Closed Doors. Global Environmental Politics, 16(3), 1-11. Wangler, T.P. 2008. RF Linear Accelerators. 2nd, completely revised and enlarged edition. WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, Weinheim, 450s.

- [2] Köse, İ. (2018). İklim Değişikliği Müzakereleri: Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı İmza Süreci . Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi , 9 (1) , 55-81 . DOI: 10.18354/esam.329348.
- [3] Özfidaner, M, Şapolyo, D, Topaloğlu, F, (2018) Antalya Ortalama Sıcaklık Verisinde Gidişlerin Yeni Bir Gidiş Analiz Yöntemi İle Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar Ve Sulama Kongresi Özel Sayısı, S. 223-229.
- [4] Çeribaşı, G, (2018), Batı Karadeniz Havzasının Yağış Verilerinin Yenilikçi Şen Yöntemi İle Analizi, Academic Platform Journal Of Engineering And Science 6-3, 168-173.
- [5] Çelik, S., Bölük, E., Akbaş, A. İ., Deniz, A., (2017), İklim Değişiyor, Hava Olayları Sertleşiyor, <https://Mgm.Gov.Tr/Genel/Makale.AspX> (Erişim Tarihi:26.11.2021).
- [6] IPCC , (2001). "The Third Assessment Report". The Intergovernmental Panel On Climate Change, 22-47
- [7] IPCC (2007). Towards New Scenarios For Analysis Of Emissions, Climate Change, Impacts, And Response Strategies: IPCC Expert Meeting Report, September, 2007, Netherlands.
- [8] IPCC, (2013). "The Fifth Assessment Report". The Intergovernmental Panel On Climate Change, 159-203.
- [9] Brunetti, M.; Maugeri, M.; Nanni, T. (2001) "Changes In Total Precipitation, Rainy Days And Extreme Events In Northeastern. Italy. Journal of International Climatology, 21, 861-871.
- [10] Klein, T. A., Konnen, G., (2003). "Trends In Indices Of Daily Temperature And Precipitation Extremes In Europe 1946-1999". Journal Of Climate 16, 3665-3680.
- [11] Norrant, C.; Douguedroit, A. (2006) "Monthly And Daily Precipitation Trends In The Mediterranean (1950-2000)", Theoretical And Applied Climatology, 83, 89-106.
- [12] Turp, M.T. , Öztürk, T. ,Türkeş, M. ,Kurnaz, M.L. , (2014), Regcm4.3.5 Bölgesel İklim Modelini Kullanarak Türkiye Ve Çevresi Bölgelerin Yakın Gelecekteki Hava Sıcaklığı Ve Yağış Klimatolojileri İçin Öngörülen Değişikliklerin İncelenmesi, Ege Coğrafya Dergisi, 23/1 1-24, İzmir, Sayfa 3-5.
- [13] Türkeş, M. , Koç, T. , Sarış, F. , (2007), Türkiye'nin Yağış Toplamı Ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin Ve Eğilimlerin Zamansal Ve Alansal Çözümlemesi Coğrafi Bilimler Dergisi, 5 (1), S-68.
- [14] Zeybekoğlu, U, Karahan, H, (2018), Standart Süreli Yağış Şiddetlerinin Eğilim Analizi Yöntemleriyle İncelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(6) 974-1004.
- [15] Ceyhunlu, A, I, Aydın, F, (2020), Yenilikçi Şen Trend Yöntemi İle Sakarya'nın Meteorolojik Verilerinin Eğilim Analizi, İklim Değişikliği Ve Çevre , 5 (2) 1-7.
- [16] Sarış, F, Keserci, F, Bayraktar, C, (2021), Yerel Yağış Değişkenliğine Bir Örnek: Fethiye-Söğütödere Karşılaştırması, Türkiye Coğrafya Dergisi, 77, 87-98.
- [17] Avcı, V, Esen, F, (2019) ,Malatya Havzasında Sıcaklık Ve Yağışın Trend Analizi, İnönü Üniversitesi Uluslar Arası Sosyal Bilimler Dergisi, 8(1), 230-246.
- [18] Yüce, M.İ, Aksoy, H, Önöz, B, Çetin, M, Eriş, E, Eşit, M, Burgan, H.İ, Oğuz, A, Kalaçı, V, (2019), İklim Değişikliğinin Yağışlar Üzerine Etkisi: Kahramanmaraş Ve Osmaniye Örneği, 10. Uluslararası Hidroloji Kongresi, 09-12 Ekim 2019 Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Sözlü Bildiri, Bildiriler Kitabı, S375-388.
- [19] Demir, S, Karakaya, K, Kavuncu, O, Akdoğan, Y,(2021), Ordu İli İklim Parametrelerinin Trend Analizi Ve Değişim Noktasının Belirlenmesi, Gaziosman Paşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 10 (1),128-141.
- [20] Balcıoğlu, Y.E, (2021), Bodrum, Marmaris, Köyceğiz Ve Muğla'da Sıcaklık Ve Yağış Değişkenlerinin Analizi Ve Ekstrem Olaylar, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Coğrafya Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, S132-150.
- [21] Zhang, X., Harvey, K.D., Hogg, W.D., Yuzyk, T.R., 2001, Trends In Canadian Streamflow, Water Resources Research 37 (4): 987-998.
- [22] Yue, S., Pilon, P., Cavadias, G., 2002, Power Of The Mann-Kendall And Spearman's Rho Tests For Detecting Monotonic Trends In Hydrological Series, Journal Of Hydrology 259: 254.
- [23] B. Safari, "Trend Analysis Of Mean Annual Temperature In Rwanda During Last Fifty Two Years," Journal Of Environmental Protection, Vol. 3, No. 6, 20.
- [24] Chatterjee, S. , Bisai, D. , Khan, A. Detection Of Approximate Potential Trend Turning Points In Temperature Time Series (1941-2010) For Asansol Weather Observation Station, West Bengal, India, Atmospheric And Climate Sciences, 2014, 4, 64-69.
- [25] Kurtuluş , F., Quantile Regresyon: Teorisi Ve Uygulamaları (Adana, Çukurova Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 2011) S.37-39.
- [26] Koenker, R., Bassett, G. W. 1978. Regression Quantiles. Econometrica, Cilt. 46, Sayı. 1, S. 33-50.
- [27] Koenker, R., Hallock, K., (2001), Quantile Regression. Journal Of Economic Perspectives, Cilt. 15, Sayı. 4, S. 143-156.
- [28] Aslan, D., Fıstıkoğlu, O., (2021) Kuantil Regresyon İle İstasyon Bazlı Kuraklıkların Büyük Ölçekli Atmosferik Kuraklıklarla İlişkilerinin Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi, 23 (67), 233-246 , İzmir.