

## PAPER DETAILS

TITLE: Mann-Kendall trend analizi ile Sivas ilindeki sicaklık ve yagis trendlerinin belirlenmesi

AUTHORS: Can Bülent KARAKUS, Ülker Asli GÜLER

PAGES: 534-544

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2377016>

## Mann-Kendall trend analizi ile Sivas ilindeki sıcaklık ve yağış trendlerinin belirlenmesi

### Determination of temperature and precipitation trends in Sivas by Mann-Kendall trend analysis

Can Bülent Karakuş<sup>1\*</sup>, Ülker Aslı Güler<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mimarlık, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Sivas, Türkiye

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye

#### Öz

Bu çalışmanın amacı; Sivas ilindeki 9 meteoroloji istasyonu için sıcaklık ve yağış trendlerinin ortaya konulmasıdır. Bu meteoroloji istasyonlarının farklı rasat yılı aralıklarındaki sıcaklık ve yağış verileri (Sivas Merkez (1929-2019), Kangal (1959-2019), Suşehri (1970-2019), Zara (1964-2019), Divriği (1959-2019), Gemerek (1963-2019), Gürün (1964-2019), Şarkışla (1963-2019) ve Ulaş (1957-2019)) Sivas Meteoroloji Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Mann-Kendall trend testi yardımıyla ilkbahar, yaz, sonbahar, kış ve yıllık periyot için trend analizi gerçekleştirilmiştir. Gürün ve Ulaş ilçeleri dışındaki tüm istasyonlarda yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı bir artış trendi gösterdiği belirlenmiştir. Yıllık ortalama yağış değerleri açısından ise Kangal, Şarkışla ve Ulaş ilçelerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir azalış trendi görülmüştür. Sivas Merkez istasyon için sıcaklık değerleri ortalama 2 °C artış göstermiş, yağış değerleri ise 10 mm azalış göstermiştir. Çalışma alanının genelinde sıcaklıklar artış göstermiş, Şarkışla ve Ulaş ilçelerinde yağış değerleri azalmıştır. Bu çalışma, sıcaklık ve yağış trendlerindeki değişimlerin çalışma alanındaki iklim değişikliği olgusunu desteklediğini ortaya koymuştur. Çalışma sonuçlarının iklim kaynaklı risklere ve su kaynakları yönetimine yardımcı olması beklenmektedir.

**Anahtar kelimeler:** İklim değişikliği, Sıcaklık, Yağış, Mann-Kendall trend analizi

#### 1 Giriş

Son yıllarda en dikkat çeken konuların başında küresel iklim değişikliği ve küresel ısınma gelmektedir. Küresel iklim; atmosfer, hidrosfer, krayosfer, biyosfer ve litosfer arasındaki karşılıklı etkileşimden oluşan karmaşık bir sistemdir [1]. Bu sistemde, Yerküre'nin varoluşundan günümüze kadar geçen 4.5 milyar yıl boyunca birçok defa değişim meydana gelmiştir [2]. Geçmişte uzun vadede yaşanan doğal iklim değişim süreçleri; sanayileşmenin artması ve fosil yakıtların plansız ve aşırı miktarda tüketimine bağlı olarak diğer bir ifadeyle, insan müdahalesi

#### Abstract

The aim of this study is to reveal the temperature and precipitation trends for 9 meteorological stations in Sivas. Temperature and precipitation data (Sivas Center (1929-2019), Kangal (1959-2019), Suşehri (1970-2019), Zara (1964-2019), Divriği (1959-2019), Gemerek (1963-2019), Gürün (1964-2019), Şarkışla (1963-2019) and Ulaş (1957-2019)) of these meteorology stations in different observation year intervals were obtained from Sivas Meteorology Directorate. With the help of Mann-Kendall trend test, trend analysis was performed for spring, summer, autumn, winter and annual period. It was determined that the annual average temperature values showed a statistically significant increase trend at all stations except Gürün and Ulaş districts. In terms of annual average precipitation values, a statistically significant decrease trend was observed in Kangal, Şarkışla and Ulaş districts. Temperature values for Sivas Central station increased by 2 °C on average, while precipitation values decreased by 10 mm. Temperatures have increased throughout the study area, and precipitation values have decreased in Şarkışla and Ulaş districts. This study revealed that changes in temperature and precipitation trends support the phenomenon of climate change in the study area. The results of the study are expected to help climate-related risks and water resources management.

**Keywords:** Climate change, Temperature, Precipitation, Mann-Kendall trend analysis

nedeniyle kısa vadede gerçekleşmeye başlamıştır. Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren iklimler üzerinde etkili olmaya başlayan bu değişim küresel ısınmayı da beraberinde getirmiştir [3]. Hükümetlerarası İklim Değişimi Paneli'nin (IPCC) 2021 yılında çevrimiçi yayınlanan altıncı raporuna göre; iklim değişiminin artarak ve hızla ilerlediği, insan kaynaklı iklim hareketinin dünyanın her bölgesinde aşırı hava ve iklim hareketine yol açtığı ve Dünya'nın tüm iklim sisteminde bu değişikliklerin gözlemlendiği belirtilmektedir [4]. Beklenmeyen ve hızlı bir şekilde gerçekleşen yağışlar, kuraklıklar, sıcaklıklar, fırtınalar, donlar gibi pek çok parametrede bölgenin iklim karakterinin dışında görülen

hava olayları iklim düzensizliklerini oluşturmaktadır. Öngörülemez bu iklim düzensizlikleri, dünyada önemli belirsizlikleri de beraberinde getirmektedir. İklim düzensizliklerinin sıklığı ve sürekliliği iklim karakterine de yansımaktadır [5].

İklim sistemi, farklı parametrelerin karşılıklı etkileşiminin bir sonucudur ve genel itibarıyla zaman ve mekân ölçeğinde büyük değişkenliklerin gerçekleştiği dinamik bir yapıya karşılık gelmektedir. İklim sistemi ve bileşenlerinden herhangi birinde gerçekleşen en küçük değişiklik dahi iklim sistemi üzerinde etkili olmaktadır [6]. İklim sistemi çalışmalarının pek çok parametresi bulunmaktadır. Sıcaklık ve yağış temel iklim sisteminin ana elemanlarını oluşturmaktadır. Sıcaklık ve yağışla ilgili elde edilen veriler, yerel ve küresel bazda iklim değişikliklerini anlamada, iklimin karakterini belirlemede ya da belirli bir iklim karakterinin değişmesi ile ilgili konularda ciddi katkılar sağlamaktadır. Örneğin; sıcaklıklarda meydana gelmesi muhtemel küresel nitelikteki artışların, hidrolojik döngüde değişikliğe, deniz, buz ve kara buzullarında erimeye, deniz seviyesinde yükselmeye, sıcak hava dalgalarının sıklığı ve şiddeti üzerinde artışa, bölgesel bazda taşkına ve daha şiddetli ve sık kuraklıklara yol açacağı öngörülmektedir [7-9]. Ayrıca yağışların azalması ve sıcaklığın artmasıyla birlikte oluşan kuraklık, bölgelerin su kaynaklarının azalmasına, enerji, tarım, içme suyu gibi alanlarda su kıtlığı ya da su stresinin oluşmasına, toprakta bitkiler için yeterli suyun bulunmamasına neden olmaktadır [10, 11]. Bu nedenle iklim değişikliği konularında yapılan çalışmaların büyük bir kısmı sıcaklık ve yağış ile ilgili olup bu iki parametrenin özellikle trend analizleri üzerine olanları ağırlık kazanmaktadır [10, 12-15]. Genellikle, yağış ve sıcaklık gibi parametreler üzerine trendi belirlemek için Mann-Kendall yöntemi kullanılmaktadır. Çünkü parametrik olmayan ve verilerin değerlerinden çok sıraları ile ilgili olan Mann-Kendall testi trendin belirlenmesi konusunda oldukça başarılıdır [16]. Bugüne kadar iklim ve iklim elemanları ile ilgili yapılan çalışmalara göre; son yıllarda Türkiye'nin farklı bölgeleri için sıcaklıkların arttığı, yağışların ise azalmakta olduğu bildirilmektedir [10, 17-20]. Yapılan çalışmalara göre; küresel iklim değişikliğinin bölgesel ölçekte meydana getirdiği etkilerden lokasyon olarak Türkiye'nin etkilenmesi beklenmektedir. Çünkü 40° ve 70° kuzey enlemleri arasında uzun süreli ısınma eğilimi daha fazla gerçekleşmektedir [21]. Bu durumda iklim değişikliğinin en büyük etkileri orta ve yüksek enlemlerde yer alan ülkelerde gözlemlenecektir. Türkiye ve dolayısıyla İç Anadolu Bölgesi de coğrafi konumu nedeniyle bu değişimden etkilenecek alanlar arasında yer almaktadır.

İç Anadolu'nun doğusunda yer alan Sivas ilinde de iklimde meydana gelen salınımların vejetasyon süresinin kısılması, arazi degradasyonu ve tarımsal verimin azalması gibi ciddi problemlere yol açması muhtemeldir. Ayrıca, beklenmedik iklim değişiklikleri, bölgedeki su kaynaklarındaki azalmaları gündeme getirmektedir. Sivas'ta sanayi, tarım ve konutlarda kullanılan suyun büyük bir kısmı baraj veya yeraltı suyundan elde edilmektedir. Son yıllarda meydana gelen bu beklenmedik iklim değişiklikleri nedeniyle su kaynakları üzerinde baskı hissedilmeye

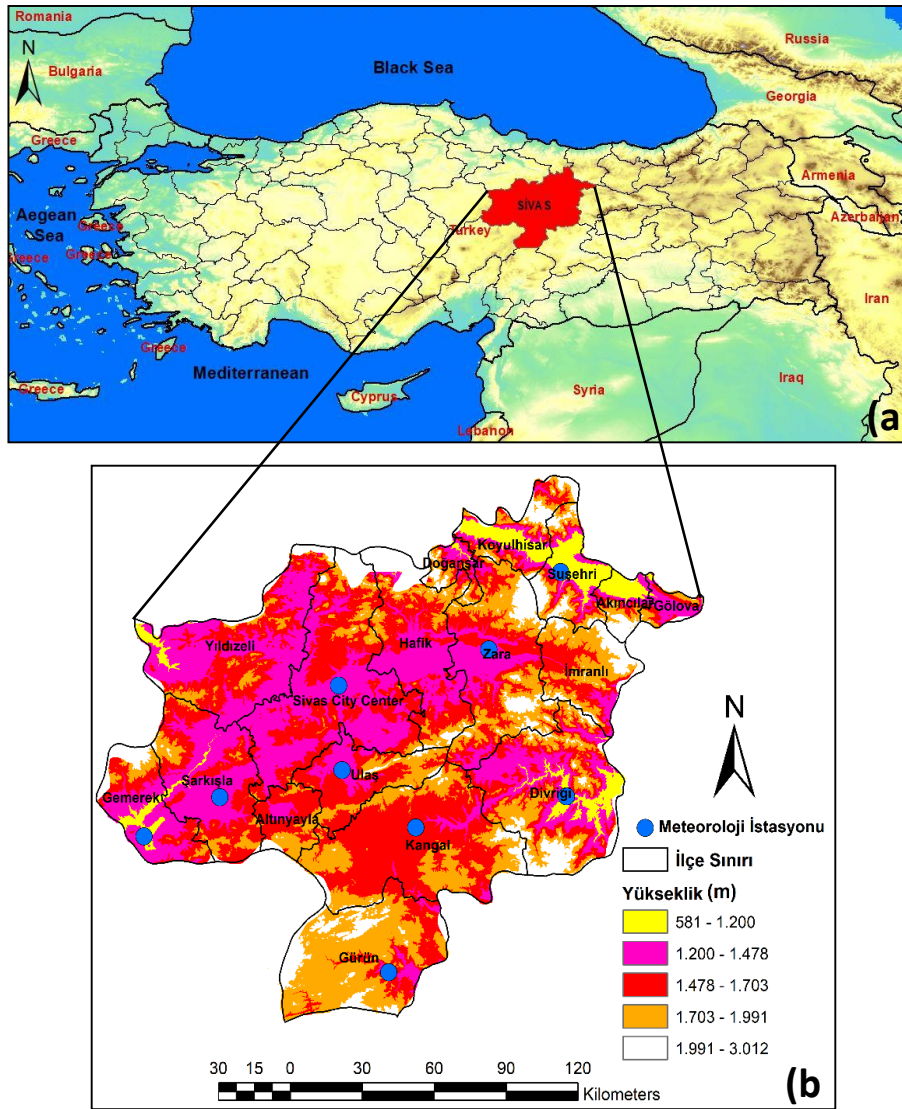
başlanmıştır. Bu nedenlerden dolayı, yağış ve sıcaklık gibi meteorolojik verilere trend analizlerinin uygulanması olası iklim değişikliğini belirlemek açısından çok daha önemli hale gelmektedir. Daha önce; Kızılelma ve diğ. [3], tarafından yapılan çalışmada; Sivas ilini de içeren İç Anadolu bölgesindeki 1970-2020 yılları arası sıcaklık ve yağışların trend analizi yapılmıştır. Terzi ve İlker [22] tarafından yapılan bir çalışmada da, 1980-2017 yılları aralığında elde edilen veriler ile Kızılırmak havzasının yağış verileri değerlendirilmiştir. Ancak bu çalışmalar geniş alanları kapsamaması nedeniyle Sivas ayrıntılı olarak ele alınamamıştır. Bu nedenle; çalışmamızda; Türkiye'de meydana gelen iklimsel değişikliklerin yerel ölçekteki etkisini belirlemek amacıyla Sivas iline ait farklı zaman aralıklarında (Sivas Merkez (1929-2019), Kangal (1959-2019), Suşehri (1970-2019), Zara (1964-2019), Divriği (1959-2019), Gemerek (1963-2019), Gürün (1964-2019), Şarkışla (1963-2019) ve Ulaş (1957-2019)) atmosfer kökenli sıcaklık ve yağış trendlerindeki eğilimlerin belirlenmesi ve bunların periyodik olup olmadığının anlaşılması amaçlanmıştır. Bu amaçla; Sivas ilinde yer alan dokuz meteoroloji istasyonunun farklı zaman aralıklarındaki sıcaklık ve yağış verileri Mann-Kendall yöntemi ile ilkbahar, yaz, sonbahar, kış ve yıllık periyotlar için incelenmiştir.

## 2 Materyal ve metod

Sivas, Anadolu yarımadasının ortasında, İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Kızılırmak bölümünde yer alır. 36° ve 39° doğu boylamları ile 38° ve 41° kuzey enlemleri arasında kalır. 28.488 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin toprak bakımından Konya'dan sonra ikinci büyük ilidir. Sivas ilinin büyük bir kesimi yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve karlı geçen karasal İç Anadolu ikliminin etkisinde kalmaktadır. Fakat kuzeyde Karadeniz, doğuda Doğu Anadolu yüksek bölge ikliminin etkileri bulunmaktadır. Yaz ve kış mevsimleri ile gündüz ve gece arasındaki sıcaklık farkları yüksektir. Kış ayları ise dondurucu soğuk, uzun ve kar yağışlıdır. Bu mevsimde ortalama sıcaklık 0°C civarındadır. Sivas ilinin en soğuk ay ortalaması -4°C olup, sıcaklığın -36.4°C'ye düştüğü görülmüştür. Yaz aylarında sıcaklık genellikle 19°C'nin üzerindedir. Ancak sıcaklığın yaz aylarında 38°C'yi aştığı da görülmektedir. Sivas kentinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 9.03°C ve yıllık ortalama yağış değeri ise 36.69 mm'dir. Sivas kentinin yıllık ortalama toplam yağış miktarı 440.28 mm'dir. Çalışma alanında bulunan Sivas Merkez, Kangal, Suşehri, Zara, Divriği, Gemerek, Gürün, Şarkışla ve Ulaş ilçeleri için rasat yılı aralıklarına göre aylık ortalama yağış değerleri sırasıyla 36.69 mm, 34.85 mm, 35.50 mm, 43.42 mm, 32.70 mm, 34.49 mm, 26.39 mm, 31.71 mm ve 37.17 mm'dir. Çalışma alanı genel olarak kent merkezinin kuzey-kuzeydoğusuna ve güney-güneydoğusuna doğru yükselen bir yapı göstermektedir. Çalışma alanının deniz seviyesinden yüksekliği 581-3.012 m arasında değişmektedir. Çalışma kapsamında 9 adet meteoroloji istasyonuna ait veriler kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonlarına ait detaylı bilgiler Tablo 1'de verilmiş olup, meteoroloji istasyonlarının mekansal dağılımları da Şekil 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışma alanındaki istasyonların genel özellikleri

| İstasyon No | İstasyon Adı | Enlem (°) | Boylam (°) | Yükseklik (m) | Rasat Yılı Aralığı |
|-------------|--------------|-----------|------------|---------------|--------------------|
| 17090       | Sivas Merkez | 39.74     | 37.00      | 1294          | 1929-2019          |
| 17762       | Kangal       | 39.24     | 37.39      | 1521          | 1959-2019          |
| 17684       | Suşehri      | 40.16     | 38.08      | 1164          | 1970-2019          |
| 17716       | Zara         | 39.88     | 37.73      | 1338          | 1964-2019          |
| 17734       | Divriği      | 39.36     | 38.11      | 1121          | 1959-2019          |
| 17162       | Gemerek      | 39.19     | 36.08      | 1182          | 1963-2019          |
| 17841       | Gürün        | 38.72     | 37.27      | 1401          | 1964-2019          |
| 18139       | Şarkışla     | 39.33     | 36.44      | 1253          | 1963-2019          |
| 17710       | Ulaş         | 39.44     | 37.03      | 1528          | 1957-2019          |



**Şekil 1.** (a) Çalışma alanının konumu, (b) Çalışma alanındaki meteoroloji istasyonlarının ve yükseltilerin mekânsal dağılımı

Çalışmanın temel verilerini Sivas Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilmiş olan meteorolojik (sıcaklık ve yağış) parametreler oluşturmaktadır. Çalışmanın temel verilerini Sivas Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilmiş olan meteorolojik (sıcaklık ve yağış) parametreler oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında yapılmış olan trend analizi için her meteoroloji istasyonunun farklı zaman aralıklarındaki maksimum, minimum ve ortalama değerlerine ait sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonlarına ait veriler üzerinde trend analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için kesintisiz olarak en az 30 yıllık veriye gereksinim duyulması, 30 yılın altında veri içeren istasyonlarda trend tespitinin mümkün olmaması ve bu istasyonlara ait verilerin istatistiki olarak anlamlılık göstermemesi hususuna dayanarak [6] Yıldızeli, Hafik, Doğanşar, Koyulhisar, Akıncılar, Gölova, İmranlı ve Altınyayla ilçelerinde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık ve yağış verileri hesaplamalara dâhil edilmemiştir.

Çalışma yönteminin temelini, Mann-Kendall trend analizi yardımıyla çalışma kapsamında yer alan meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık ve yağış parametrelerindeki trendler oluşturmaktadır. Bu kapsamda Mann-Kendall trend testi yardımıyla ilkbahar, yaz, sonbahar, kış ve yıllık olmak üzere beş farklı periyot için trend analizi gerçekleştirilmiştir. Yıllık analizler için 12 aylık ortalama değerler; kış mevsimi analizi için Aralık, Ocak ve Şubat aylarının ortalama değerleri; ilkbahar mevsimi analizi için Mart, Nisan ve Mayıs aylarının ortalama değerleri; yaz mevsimi analizi için Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarının ortalama değerleri ve sonbahar mevsimi analizi için Eylül, Ekim ve Kasım aylarının ortalama değerleri kullanılmıştır. Çalışmada uygulanmış olan trend analizi, sıcaklık ve yağış parametrelerinin maksimum, minimum ve ortalama değerlerine göre yapılmıştır. Sıcaklık ve yağış parametrelerinin maksimum, minimum ve ortalama değerlerinin hesaplanması için Excell 2017, meteorolojik parametrelerin trend analizi için ise SPSS Statistics 23 kullanılmıştır.

#### Mann-Kendall (MK) trend analizi

Bir zaman serisi içinde artan veya azalan trendin varlığını belirlemek için çok popüler bir araç olan MK testi, bir eğilimin önemini değerlendirmek için sıra tabanlı parametrik olmayan bir testtir [23, 24]. Mann-Kendall test istatistiği aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmaktadır [25].

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

Burada;

$n$ ; veri noktası sayısı,

$x_i$  ve  $x_j$ ;  $i$  ve  $j$  zaman serilerindeki ( $j > i$ ) veri değerleri  $\text{sgn}(x_j - x_i)$ ; işaret fonksiyonu olup aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

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

Varyans ise aşağıdaki şekilde formülize edilmiştir.

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

Burada;  $n$  = veri noktası sayısı,  $m$  = bağlı grupların sayısı,  $t_i$  =  $i$  kapsamındaki bağların sayısıdır. Varyansı belirlenen Mann-Kendall testinin önemli olup olmadığı standart normal değişken  $Z$ 'nin aşağıdaki eşitlikle hesaplanıp kritik  $Z$  değeriyle karşılaştırılmasıyla belirlenir [26]. Negatif  $Z_s$  değerleri azalan bir trend anlamına gelirken pozitif  $Z_s$  değeri ise artan bir trendi ifade etmektedir.

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

Mann-Kendall yaklaşımında; eğer veriler seri bir şekilde pozitif bir korelasyona sahipse trendin önemi önemsenebilir düzeyde iken eğer veriler seri bir şekilde negatif bir korelasyona sahipse trendin önemi önemsenebilir düzeydedir [26].

### 3 Bulgular ve tartışma

#### 3.1 Sıcaklık trendleri

$p < 0.05$  ve  $p < 0.01$  şartlarının gerçekleştiği durumlarda sıcaklık ve yağış parametrelerine ait trendlerdeki artışlar ve azalışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yıllık ve mevsimlik ortalama maksimum sıcaklık değerlerine göre tüm meteoroloji istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı artış trendleri gözlenmiştir. Sivas merkez, Kangal, Suşehri, Zara, Divriği, Gemerek ve Şarkışla ilçelerinde yer alan istasyonlardaki sıcaklık artışları  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı, Gürün ve Ulaş ilçelerinde yer alan istasyonlardaki sıcaklık artışları ise  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlıdır. Maksimum sıcaklık ortalama değerlerindeki artışlar mevsimsel olarak değerlendirildiğinde ilkbahar mevsiminde Sivas, Divriği, Gemerek ve Şarkışla ilçelerindeki; yaz mevsiminde Ulaş dışındaki tüm ilçelerdeki; sonbahar mevsiminde Sivas merkez, Kangal, Zara, Divriği ve Gemerek ilçelerindeki ve kış mevsiminde ise Sivas merkez ilçesinde yer alan istasyonlardaki artış trendleri  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlılık göstermiştir. Kızılelma ve diğ. [3], tarafından 1970-2010 yılları arasını kapsayan Sivas ilinin de dahil olduğu çalışmada; İç Anadolu bölgesinde yaz mevsiminde maksimum sıcaklık trendinin artış yönünde olduğu, ilkbahar ve kış mevsiminin genel anlamda durağan geçtiği belirtilmiştir [3]. Yukarıda da belirtildiği gibi; yaz mevsiminde Ulaş dışındaki tüm ilçelerde sıcaklık trendi artış yönündeyken, ilkbahar mevsiminde Sivas, Divriği, Gemerek ve Şarkışla ilçeleri ile kış mevsiminde ise Sivas merkez ilçesinde artış trendi anlamlılık göstermektedir. Bu durum; 2010 yılından sonraki yaklaşık 10 yıllık zaman aralığında Sivas ili için sıcaklık trendinin tüm mevsimler için genel olarak artış yönünde olduğunu ortaya koymaktadır.

Maksimum sıcaklık trendleri açısından 9 istasyon için toplam 45 trend analizi yapılmış olup, bu trendlerin 25'i  $p < 0.01$  düzeyinde ve 7'si  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel

açından anlamlı iken 13 trend ise istatistiksel açıdan anlamsız olmakla birlikte bu trendler artış trendi şeklindedir (Şekil 2, Tablo 2).

Yıllık ortalama minimum sıcaklık değerlerine göre yıllık periyot ve tüm mevsimler için tüm istasyonlarda sıcaklık artışları görülmüştür. Yıllık periyot için  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı trend artışı gösteren istasyonlar Sivas merkez, Suşehri ve Gemerek ilçesinde yer alan istasyonlar olmuştur. Minimum sıcaklıklardaki artışlara göre; ilkbahar mevsiminde Sivas merkezde yer alan istasyondaki sıcaklık artışı  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı iken Gemerek ilçesinde yer alan istasyondaki sıcaklık artışı  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlıdır. Yaz mevsiminde Sivas merkez, Suşehri, Divriği, Gemerek ve Ulaş ilçelerine ait istasyonlarda; sonbahar ve kış mevsiminde ise Sivas merkez ilçesinde yer alan istasyonda artış gösteren minimum sıcaklıklar  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlıdır. Minimum sıcaklık trendlerine ilişkin olarak yapılan analizlere göre; 11 trend  $p < 0.01$  düzeyinde ve 2 trend  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı iken 32 trend ise istatistiksel açıdan anlamsız olmakla birlikte bu trendler de artış trendi şeklindedir (Şekil 2, Tablo 2).

Sivas merkez ilçesinde yer alan istasyona ait ortalama sıcaklık değerleri yıllık periyotta, ilkbahar ve yaz mevsiminde  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı bir artış trendi göstermiş olup sonbahar ve kış mevsimindeki artışlar istatistiksel olarak anlamlılık göstermemiştir. Yıllık periyot için  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı trend artışı gösteren diğer istasyonlar Kangal, Divriği, Gemerek iken  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlı trend artışı gösteren istasyonlar ise Suşehri, Zara ve Şarkışla olmuştur. İlkbahar mevsiminde Sivas ve Divriği; yaz mevsiminde Suşehri, Şarkışla ve Ulaş dışındaki tüm ilçeler ve sonbahar mevsiminde Divriği ilçesindeki ortalama sıcaklıklardaki artışlar  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlıdır. Kış mevsiminde ise tüm istasyonlarda ortalama sıcaklık değerleri artış trendi göstermiş ancak bu trendler istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Ortalama sıcaklık trendlerinin 13'ü  $p < 0.01$  düzeyinde ve 8 trend  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı iken 24 trend ise istatistiksel açıdan anlamsız olmakla birlikte bu trendler artış trendi şeklindedir.

Sıcaklıklarda gözlemlenen artış trendi doğal süreçler ve/veya insani unsurlarla açıklanabilmekle birlikte günümüzde, sıcaklıklardaki artışın doğal süreçlerden ziyade insani unsurlara bağlı olarak ortaya çıktığı görüşü ağırlık kazanmaktadır [6]. Şapolyo ve Topaloğlu [27] yapmış oldukları çalışmada; sıcaklıklarındaki artış trendinin buharlaşmayı hızlandırarak sulama suyu hacminde düşüşe yol açabileceğini, tarımı ve su kaynaklarında sorun yaratabileceğini ortaya koymuşlardır [8].

### 3.2 Yağış trendleri

Maksimum ortalama yağış değerleri; yıllık, ilkbahar ve kış periyotlarında tüm istasyonlarda genel olarak azalma eğiliminde iken yaz ve sonbahar periyotlarında ise birkaç istasyon dışında artış eğilimindedir. Maksimum ortalama yağışlardaki bu artış ve azalmaların büyük çoğunluğu istatistiksel olarak anlamsızdır. Yalnızca kış mevsiminde Kangal istasyonundaki maksimum ortalama yağış değerlerindeki azalma  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı ( $r = -0.251$ )

iken Şarkışla istasyonundaki maksimum ortalama yağış değerlerindeki azalma  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlıdır ( $r = -0.218$ ) (Şekil 3, Tablo 3).

Minimum yağış değerleri tüm periyotlarda ve tüm istasyonlarda azalma eğilimindedir. Genel olarak tüm periyotlar için minimum yağış değerlerindeki azalmaların büyük çoğunluğu istatistiksel açıdan anlamsız olup yalnızca kış periyodunda Kangal, Zara, Şarkışla ve Ulaş istasyonlarındaki azalma trendleri  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir.

Ortalama yağış değerlerine göre; yıllık periyotta, ilkbahar ve kış mevsiminde genel olarak azalma trendleri mevcut iken yaz ve sonbahar mevsiminde ise genel olarak artış trendleri mevcuttur. Yıllık ortalama değerlere göre; Kangal, Şarkışla ve Ulaş istasyonlarındaki ortalama yağış değerlerindeki azalmalar  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. İlkbahar mevsiminde Ulaş istasyonundaki ortalama yağış değerlerindeki azalma  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı, Gürün ve Şarkışla istasyonlarındaki ortalama yağış değerlerindeki azalmalar ise  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlıdır. Yaz, sonbahar ve kış mevsiminde Şarkışla istasyonundaki ortalama yağış değerlerindeki azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Şarkışla istasyonuna ait ortalama yağış değerlerindeki azalmalar, yaz ve sonbahar mevsiminde  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlı; kış mevsiminde ise  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlıdır. Terzi ve İlker [22] tarafından 1980-2017 yılları aralığında elde edilen yağış verilerine göre; Sivas ili için istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte Nisan, Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım, Aralık aylarında, sonbahar döneminde ve yıllık olarak yağışlarda azalış trendi görüldüğü, diğer aylar ve dönemlerde ise artış trendi görüldüğü tespit edilmiştir [22]. İç Anadolu Bölgesi ve Sivas'ı içeren diğer çalışmaların sonuçlarına göre de; minimum, maksimum ve ortalama sıcaklıklarda genel olarak bir artış trendi söz konusu iken, toplam yağışlarda genel olarak bir azalma trendi söz konusudur [3, 17, 18, 28]. Sivas ili için yapılan bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum, iklim değişikliğinin etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

### 4 Sonuçlar

Bu çalışmada, iklim değişimi çalışmalarında değerlendirilen en önemli parametrelerden olan yağış ve sıcaklıkların Sivas ilindeki değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. İstasyonlara ait en az 49, en çok 90 yıllık sıcaklık ve yağış değerlerinin zamansal trendleri, Mann-Kendall trend analiz yöntemine göre incelenmiştir. Sivas ilinde yıllık ve mevsimlik ortalama maksimum sıcaklık değerlerine göre tüm meteoroloji istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı artış trendleri gözlenmiştir. Yıllık ortalama minimum sıcaklık değerlerine göre ise yıllık periyot ve tüm mevsimler için tüm istasyonlarda sıcaklık artışları görülmüştür. Sivas Merkez istasyonu için sıcaklık değerleri ortalama 2 °C artış göstermiştir.

Sivas ili yağış açısından değerlendirilecek olursa; maksimum ortalama yağış değerleri; yıllık, ilkbahar ve kış periyotlarında tüm istasyonlarda genel olarak azalma eğilimindedir ve Sivas Merkez istasyonu için yağış değerleri ortalama 10 mm azalma göstermiştir. Yaz ve sonbahar

periyotlarında ise birkaç istasyon dışında artış eğilimindedir. Minimum yağış değerleri tüm periyotlarda ve tüm istasyonlarda azalma eğiliminde iken ortalama yağış değerlerine göre; yıllık periyotta, ilkbahar ve kış mevsiminde genel olarak azalma trendleri mevcuttur. Yaz ve sonbahar mevsiminde ise genel olarak artış trendleri görülmektedir.

Özellikle Sivas Merkez istasyonunda daha belirgin olarak ortaya çıkan bu artış ve azalış trendleri, kentleşme özelliğinin bir sonucu olarak da karşımıza çıkmaktadır. Şehirlerdeki radyasyon dengesi sıcaklık artışına neden olarak kentsel ısı adalarının oluşmasına yol açmaktadır. Daha sıcak olan bu alanlarda soğuk hava akımları şiddetli ve ani yağışlara neden olabilmektedir ve ani yağışlara bağlı olarak sel ve taşkınların meydana gelme olasılığı artmaktadır. Geniş bir yüzey alanına sahip olan Sivas ilinde ortalama yükselti 1000 m'nin üzerindedir. İstasyonlar arasındaki sıcaklık ve yağış farklılığına merkez ve ilçeler arasındaki yükselti farklılığı da etkide bulunabilir. Ayrıca, artan konutlar ve buna bağlı olarak artan enerji tüketimi, artan trafik, yeşil alanların yetersizliği, gibi etkiler iklim elemanlarının trendlerinin farklılaşmasına yol açmaktadır. Bu durum da sıcaklıklardaki artış trendleri buharlaşmayı hızlandırarak sulama suyu hacminde azalmaya yol açabileceği gibi, yüzey sularının akım değerlerinde azalma ve buharlaşmanın artması ile tarımsal kuraklık ve su kaynaklarında sorunlara da yol açabilecektir. Nitekim yıl içerisinde Sivas il merkezinde zaman zaman içme, ve kullanma sularında miktar ve kalite bakımından sorunlar yaşanmaya başlamıştır. Özellikle ilerleyen yıllarda yağış yetersizliğinin ve sıcaklığın artması durumunda Sivas genelinde su kaynakları üzerindeki bu baskının giderek artması olasıdır. Sonuç olarak; Sivas ilinin en az elli yıllık sıcaklık ve yağış verileri ele alınarak ortaya konulan sıcaklık ve yağış eğilimlerinin ilerleyen yıllarda doğal çevre başta olmak üzere enerji, tarım, sanayi ve yerleşim gibi tüm alanlar üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Bu nedenle, bu verilerin ortaya konulması gelecekteki eğilimlerin doğru bir şekilde belirlenmesi, bu verilere dayanarak iklim değişikliğinden korunabilmek adına gerekli önlemlerin alınması açısından önemlidir. Bu çalışmanın dikkate alınarak mevcut su kaynaklarının korunması çalışmalarının da yürütülmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu çalışmanın gelecekte yapılması planlanan sıcaklık ve yağış değişkenlerine bağlı çalışmalar için de yol gösterici olması beklenmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan verilerin temin edilmesini sağlayan Sivas Meteoroloji İl Müdürlüğü yetkililerine teşekkür ederiz.

#### Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

#### Benzerlik oranı (iThenticate): % 20

#### Kaynaklar

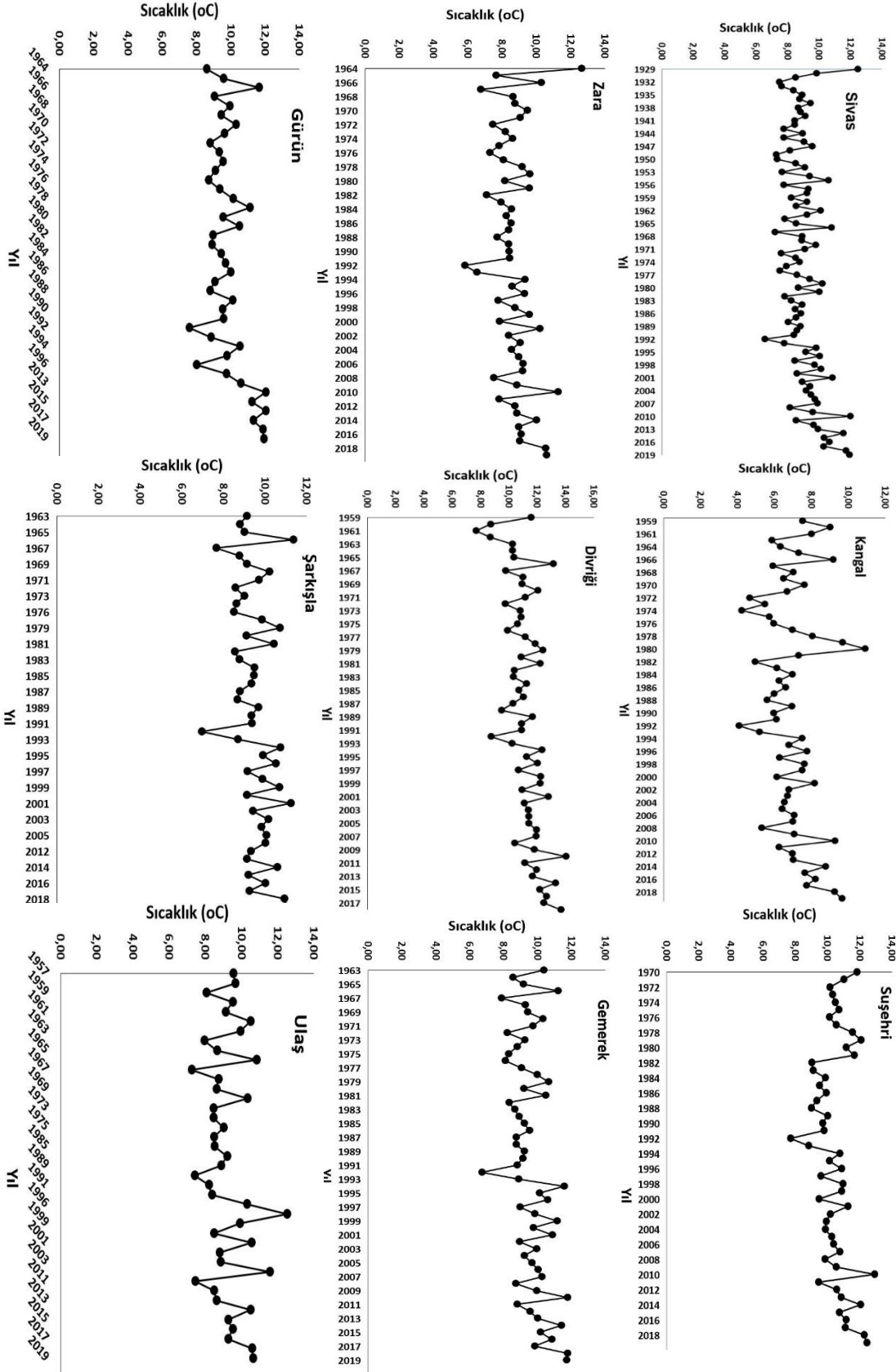
[1] M. Türkeş, Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme, Ankara Üniversitesi

- Çevre Bilimleri Dergisi, 4 (2), 1-32, 2012. [https://doi.org/10.1501/Csaum\\_0000000063](https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000063)
- [2] B. Gönençgil, G. İçel, Türkiye’nin Doğu Akdeniz kıyılarında yıllık toplam yağışlarda görülen değişimler (1975-2006), Türk Coğrafya Dergisi, 55, 1-12, 2010.
- [3] Y. Kızılelma, M.A. Çelik, M. Karabulut, İç Anadolu Bölgesi’nde sıcaklık ve yağışların trend analizi, Türk Coğrafya Dergisi, 64, 1-10, 2015. <https://doi.org/10.17211/tcd.90494>
- [4] url-1:https://turkey.un.org/tr/139350-hukumetlerarasi-iklim-degisikligi-paneli-kuresel-isinma-insan-kaynakli-ve-daha-once
- [5] M. Coşkun, İklim değişimleri ve küresel ısınma, 12. Bölüm, Yer Bilimi Kitabı, Ed. Mete Alim-Serkan Doğanay, Pegem Akademi, Ankara, 2019.
- [6] A. Yılmaz, Muğla’da sıcaklık verilerinin trend analizi, Turkish Studies - Social, 16 (5), 1871-1896, 2021. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.49295>
- [7] F. Cosun, M. Karabulut, Kahramanmaraş’ta ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıkların trend analizi, Türk Coğrafya Dergisi, 53, 41-50, 2009.
- [8] E. Erat, İklim sistemi ve iklim değişimleri, 4. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, 2013.
- [9] M. Türkeş, Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, İklim Değişikliği ve Çevre, 1, 26-37, 2008.
- [10] A. Demir, Y. Demir, Ü. Şahin, R. Meral, Bingöl ilinde sıcaklık ve yağışların trend analizi ve tarıma etkisi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4 (3), 284-291, 2017.
- [11] O. Fıstıkoğlu, E. Biberoglu, Küresel iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi ve uyum önlemleri, TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, 238-252, 2008.
- [12] S. Tokgöz, T. Partal, Karadeniz Bölgesi’nde yıllık yağış ve sıcaklık verilerinin Yenilikçi Şen ve Mann-Kendall yöntemleri ile trend analizi”, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10 (2), 1107-1118, 2020. <https://doi.org/10.21597/jist.633368>
- [13] P. Polat, M. Sunkar, Rize’nin iklim analizleri özellikleri ve Rize çevresinde uzun dönem sıcaklık ve yağış verilerinin trendi”, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 27 (1), 1-23, 2017.
- [14] B. Ercan, M.İ. Yüce, Kilis ili aylık sıcaklık ve yağış verileri trend analizi, DÜMF Mühendislik Dergisi, 9 (2), 947-953, 2018.
- [15] İ. Eroğlu, Meriç nehri havzasında sıcaklık ve yağış değerlerinin dönemsel trend analizi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 23, 750-760, 2021. <https://doi.org/10.31590/ejosat.882937>
- [16] M. Gocic, S. Trajkovic, Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen’s slope estimator statistical tests in Serbia, Global and Planetary Change, 100, 172-182, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.10.014>
- [17] M. Türkeş, Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey, International Journal of Climatology, 16, 1057-1076, 1996. <https://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.10.014>

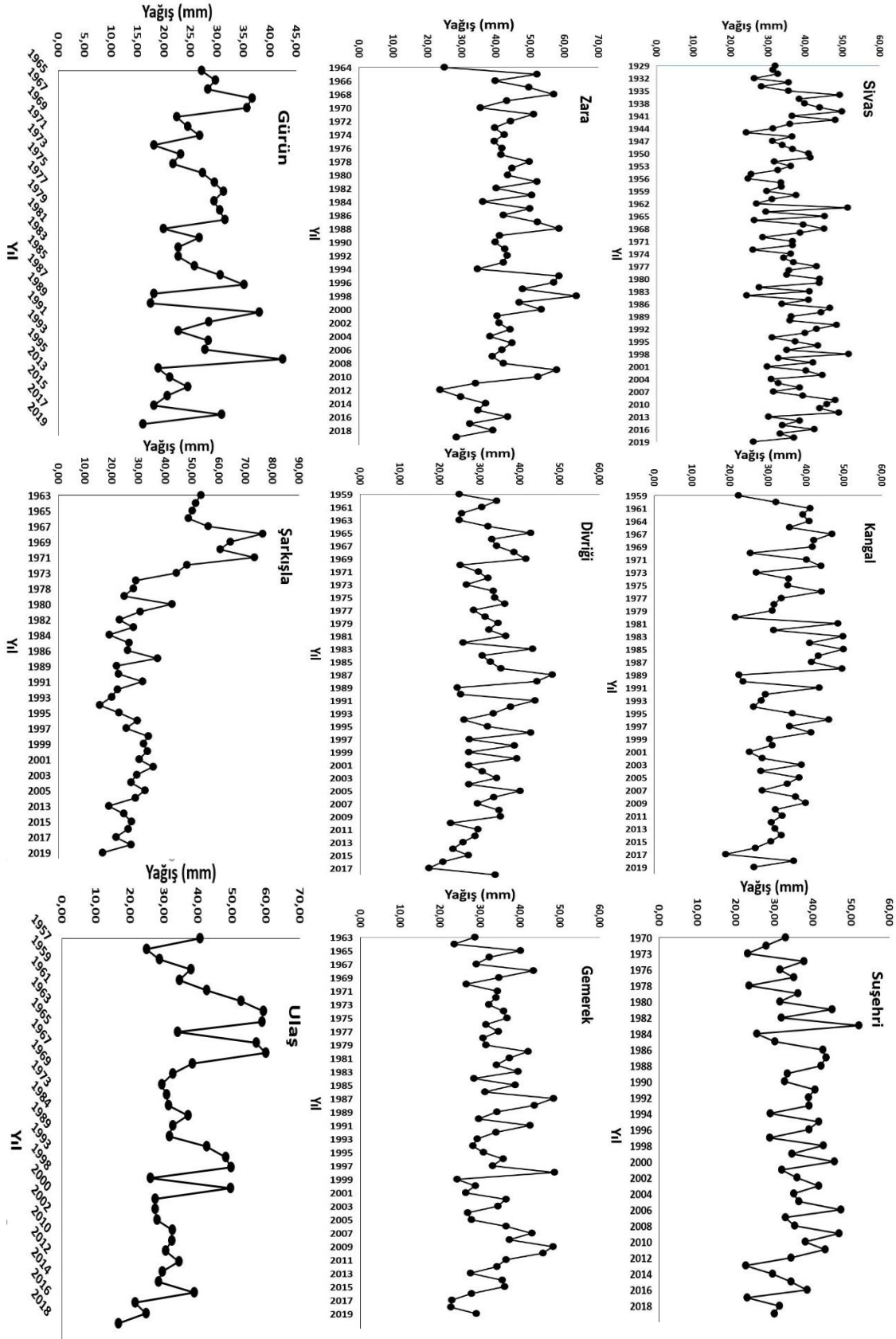
- doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199609)16:9%3C1057::AID-JOC75%3E3.0.CO;2-D
- [18] M. Türkeş, T. Koç, F. Sarış, Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey, *International Journal of Climatology*, 29 (8), 1056-1074, 2009. <https://doi.org/10.1002/joc.1768>
- [19] T. Partal, E. Kahya, Trend analysis in Turkish precipitation data”, *Hydrological Processes*, 20, 2011-2026, 2006. <https://doi.org/10.1002/hyp.5993>
- [20] M. Özfıdaner, Türkiye yağış verilerinin trend analizi ve nehir akımları üzerine etkisi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73 s, Adana, 2007.
- [21] M. Karabulut, F. Cosun, Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7 (1), 65-83, 2009.
- [22] Ö. Terzi, A. İlker, Yağış verilerinin trend analizi: Kızılırmak havzası örneği, *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 9-2, 371-377, 2002. <https://doi.org/10.21541/apjes.735378>
- [23] G. Chattopadhyay, P. Chakraborty, S. Chattopadhyay, Mann–Kendall trend analysis of tropospheric ozone and its modeling using ARIMA, *Theoretical and Applied Climatology*, 110 (3), 321-328, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00704-012-0617-y>
- [24] E.M. Douglas, R.M. Vogel, C.N. Kroll, Trends in floods and low flows in the United States: Impact of spatial correlation, *Journal of Hydrology*, 240, 90–105, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00336-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00336-X)
- [25] M. Dawood, Spatio-statistical analysis of temperature fluctuation using Mann–Kendall and Sen’s slope approach, *Climate Dynamics*, 48 (3), 783-797, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3110-y>
- [26] R. Kumar, S. Singh, S.S. Randhawa, K.K. Singh, J.C. Rana, Temperature trend analysis in the Glacier region of Naradu Valley, Himachal Himalaya, India, *Geoscience*, 346 (9-10), 213–222, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2014.09.001>
- [27] D. Şapolyo, F. Topaloğlu, Ege Bölgesi aylık sıcaklık verilerinin bölgesel ortalama Mann-Kendall testi ile trend analizi”. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 39 (6), 71-80, 2020.
- [28] M. Türkeş, Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 23, 363-380, 1999.



## EKLER



Şekil 2. Sivas ilindeki dokuz istasyon için yıllık ortalama sıcaklıklardaki değişimler



Şekil 3. Sivas ilindeki dokuz istasyon için yıllık ortalama yağışlardaki değişimler

**Tablo 2.** Sivas ilindeki dokuz istasyon için Mann-Kendall (MK) testi sonuçları ve mevsimsel sıcaklıklardaki trendler

| İstasyon Adı | İstatistiksel Göstergeler | Yıllık  |         |         | İkibahar |         |         | Yaz     |         |         | Sonbahar |         |         | Kış     |         |
|--------------|---------------------------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
|              |                           | Max Ort | Min Ort | Ort     | Max Ort  | Min Ort | Ort     | Max Ort | Min Ort | Ort     | Max Ort  | Min Ort | Ort     | Max Ort | Min Ort |
| Sivas Merkez | r                         | 0.404** | 0.435** | 0.160** | 0.209**  | 0.338** | 0.234** | 0.358** | 0.540** | 0.278** | 0.232**  | 0.362** | 0.110   | 0.235** | 0.215** |
|              | p                         | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.003    | 0.000   | 0.001   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.001    | 0.000   | 0.124   | 0.001   | 0.003   |
|              | Trend                     | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       |
| Kangal       | r                         | 0.314** | 0.067   | 0.244** | 0.119    | 0.000   | 0.206*  | 0.334** | 0.059   | 0.363** | 0.254**  | 0.042   | 0.153   | 0.111   | 0.023   |
|              | p                         | 0.000   | 0.452   | 0.006   | 0.184    | 1.000   | 0.021   | 0.000   | 0.511   | 0.000   | 0.005    | 0.643   | 0.088   | 0.214   | 0.799   |
|              | Trend                     | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       |
| Sütlüce      | r                         | 0.326** | 0.303** | 0.239*  | 0.175    | 0.161   | 0.044   | 0.369** | 0.298** | 0.219*  | 0.042    | 0.160   | 0.030   | 0.156   | 0.146   |
|              | p                         | 0.001   | 0.002   | 0.014   | 0.080    | 0.108   | 0.663   | 0.000   | 0.003   | 0.028   | 0.676    | 0.110   | 0.762   | 0.118   | 0.142   |
|              | Trend                     | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       |
| Zara         | r                         | 0.399** | 0.118   | 0.208*  | 0.144    | 0.044   | 0.070   | 0.355** | 0.030   | 0.289** | 0.294**  | 0.020   | 0.116   | 0.200*  | 0.107   |
|              | p                         | 0.000   | 0.198   | 0.024   | 0.117    | 0.636   | 0.445   | 0.000   | 0.745   | 0.002   | 0.001    | 0.827   | 0.208   | 0.029   | 0.246   |
|              | Trend                     | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       |
| Divriği      | r                         | 0.527** | 0.171   | 0.427** | 0.352**  | 0.166   | 0.289** | 0.523** | 0.312** | 0.504** | 0.432**  | 0.038   | 0.275** | 0.178*  | 0.013   |
|              | p                         | 0.000   | 0.053   | 0.000   | 0.000    | 0.068   | 0.001   | 0.000   | 0.001   | 0.000   | 0.000    | 0.664   | 0.002   | 0.043   | 0.883   |
|              | Trend                     | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       |
| Gençler      | r                         | 0.303** | 0.235** | 0.263** | 1.000**  | 0.207*  | 0.226*  | 0.338** | 0.516** | 0.397** | 0.228**  | 0.141   | 0.111   | 0.116   | 0.027   |
|              | p                         | 0.001   | 0.010   | 0.004   | -        | 0.025   | 0.014   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.012    | 0.123   | 0.223   | 0.203   | 0.767   |
|              | Trend                     | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       |
| Gürün        | r                         | 0.214*  | 0.166   | 0.122   | 0.254*   | 0.041   | 0.126   | 0.311** | 0.207   | 0.312** | 0.234*   | 0.047   | 0.156   | 0.106   | 0.117   |
|              | p                         | 0.049   | 0.127   | 0.261   | 0.023    | 0.717   | 0.260   | 0.006   | 0.068   | 0.006   | 0.036    | 0.672   | 0.164   | 0.328   | 0.281   |
|              | Trend                     | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       |
| Şarfasla     | r                         | 0.363** | 0.005   | 0.237*  | 0.304**  | 0.004   | 0.221*  | 0.303** | 0.069   | 0.256*  | 0.134    | 0.179   | 0.119   | 0.186   | 0.007   |
|              | p                         | 0.000   | 0.957   | 0.015   | 0.004    | 0.968   | 0.035   | 0.003   | 0.511   | 0.024   | 0.197    | 0.083   | 0.252   | 0.065   | 0.943   |
|              | Trend                     | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       |
| Ulaş         | r                         | 0.221*  | 0.233*  | 0.116   | 0.130    | 0.042   | 0.009   | 0.244*  | 0.360** | 0.205   | 0.143    | 0.215   | 0.033   | 0.051   | 0.059   |
|              | p                         | 0.045   | 0.036   | 0.286   | 0.259    | 0.714   | 0.940   | 0.027   | 0.002   | 0.070   | 0.196    | 0.061   | 0.772   | 0.641   | 0.595   |
|              | Trend                     | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       | ▲        | ▲       | ▲       | ▲       | ▲       |

▲ : Artan Trend

▼ : Azalan Trend

\*\* : Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı

\* : Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı

**Tablo 3.** Sivas ilindeki dokuz istasyon için Mann-Kendall (MK) testi sonuçları ve mevsimsel yağışlardaki trendler

| İstasyon Adı | İstatistiksel Göstergeler | Yıllık   |          |         | İlkbahar |          |          | Yaz      |          |         | Sonbahar |          |         | Kış      |          |          |
|--------------|---------------------------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|
|              |                           | Max Ort. | Min Ort. | Ort.    | Max Ort. | Min Ort. | Ort.     | Max Ort. | Min Ort. | Ort.    | Max Ort. | Min Ort. | Ort.    | Max Ort. | Min Ort. | Ort.     |
| Sivas Merkez | r                         | 0.091    | -0.068   | 0.123   | 0.073    | 0.089    | 0.096    | 0.032    | -0.098   | 0.043   | 0.082    | 0.010    | 0.088   | -0.008   | 0.038    | 0.020    |
|              | p                         | 0.200    | 0.347    | 0.085   | 0.309    | 0.212    | 0.177    | 0.656    | 0.175    | 0.546   | 0.248    | 0.894    | 0.218   | 0.915    | 0.593    | 0.784    |
|              | Trend                     |          |          |         |          |          |          |          |          |         |          |          |         |          |          |          |
| Kangal       | r                         | -0.163   | -0.074   | -0.195* | -0.147   | 0.091    | -0.078   | 0.074    | -0.045   | 0.000   | 0.083    | -0.060   | 0.031   | -0.251** | -0.188*  | -0.249** |
|              | p                         | 0.069    | 0.413    | 0.029   | 0.099    | 0.308    | 0.384    | 0.410    | 0.614    | 1.000   | 0.353    | 0.505    | 0.729   | 0.005    | 0.035    | 0.005    |
|              | Trend                     |          |          | ▼       |          |          |          |          |          |         |          |          |         |          |          |          |
| Suğehri      | r                         | 0.035    | -0.001   | 0.028   | -0.083   | 0.055    | -0.041   | 0.050    | 0.013    | 0.038   | 0.096    | -0.025   | 0.052   | 0.015    | -0.028   | -0.037   |
|              | p                         | 0.729    | 0.993    | 0.776   | 0.403    | 0.382    | 0.683    | 0.619    | 0.894    | 0.563   | 0.337    | 0.803    | 0.600   | 0.880    | 0.783    | 0.709    |
|              | Trend                     |          |          |         |          |          |          |          |          |         |          |          |         |          |          |          |
| Zara         | r                         | -0.112   | -0.139   | -0.162  | -0.101   | -0.057   | -0.105   | 0.097    | -0.057   | 0.062   | 0.079    | 0.037    | 0.062   | -0.165   | -0.202*  | -0.264** |
|              | p                         | 0.224    | 0.133    | 0.078   | 0.270    | 0.534    | 0.252    | 0.289    | 0.538    | 0.502   | 0.389    | 0.687    | 0.497   | 0.073    | 0.028    | 0.004    |
|              | Trend                     |          |          |         |          |          |          |          |          |         |          |          |         |          |          |          |
| Diyadin      | r                         | -0.017   | -0.012   | -0.064  | -0.063   | -0.076   | -0.112   | 0.025    | 0.088    | -0.040  | -0.019   | -0.054   | -0.034  | 0.008    | -0.038   | -0.084   |
|              | p                         | 0.847    | 0.890    | 0.463   | 0.474    | 0.390    | 0.207    | 0.779    | 0.328    | 0.655   | 0.832    | 0.542    | 0.695   | 0.926    | 0.265    | 0.338    |
|              | Trend                     |          |          |         |          |          |          |          |          |         |          |          |         |          |          |          |
| Generek      | r                         | -0.030   | -0.022   | -0.031  | -0.010   | -0.122   | -0.081   | 0.116    | -0.013   | 0.043   | 0.055    | -0.011   | 0.036   | -0.033   | -0.018   | -0.038   |
|              | p                         | 0.741    | 0.809    | 0.731   | 0.912    | 0.182    | 0.381    | 0.203    | 0.890    | 0.640   | 0.549    | 0.907    | 0.695   | 0.715    | 0.842    | 0.680    |
|              | Trend                     |          |          |         |          |          |          |          |          |         |          |          |         |          |          |          |
| Gürün        | r                         | -0.133   | -0.116   | -0.167  | -0.145   | -0.133   | -0.232*  | 0.077    | -0.068   | 0.108   | -0.022   | -0.026   | -0.064  | -0.001   | -0.131   | -0.047   |
|              | p                         | 0.236    | 0.324    | 0.134   | 0.195    | 0.256    | 0.040    | 0.490    | 0.560    | 0.339   | 0.847    | 0.818    | 0.628   | 0.990    | 0.175    | 0.672    |
|              | Trend                     |          |          |         |          |          |          |          |          |         |          |          |         |          |          |          |
| Şarfasla     | r                         | -0.180   | -0.087   | -0.247* | -0.098   | -0.197   | -0.250*  | -0.098   | -0.093   | -0.214* | -0.115   | 0.003    | -0.227* | -0.218*  | -0.257*  | -0.285** |
|              | p                         | 0.075    | 0.419    | 0.14    | 0.331    | 0.051    | 0.027    | 0.331    | 0.384    | 0.041   | 0.255    | 0.978    | 0.028   | 0.031    | 0.011    | 0.005    |
|              | Trend                     |          |          | ▼       |          |          |          |          |          |         |          |          |         |          |          |          |
| Ulaş         | r                         | -0.169   | -0.397** | -0.238* | -0.192   | -0.288*  | -0.309** | 0.023    | -0.306** | -0.081  | 0.027    | -0.102   | -0.038  | -0.107   | -0.280*  | -0.224   |
|              | p                         | 0.135    | 0.001    | 0.036   | 0.090    | 0.011    | 0.007    | 0.841    | 0.007    | 0.480   | 0.811    | 0.372    | 0.734   | 0.346    | 0.014    | 0.059    |
|              | Trend                     |          | ▼        | ▼       |          | ▼        | ▼        |          | ▼        |         |          |          |         |          |          |          |

▼ : Artan Trend

▼ : Azalan Trend

\*\* : Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı

\* : Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı