

SİVAS İLİNİN ORTALAMA SICAKLIK İLE TOPLAM YAĞIŞ VERİLERİNİN TREND ANALİZİ VE SSP İLE 2100 YILI MODELLEMESİ

Fatih KARTAL*

Öz

Araştırma alanı Sivas ili olup, araştırmanın konusu ortalama sıcaklık ve toplam yağış parametrelerinin trend analizi ve SSP senaryolarıdır. Çalışmanın amacı ise sıcaklık değerlerinin ortalaması ile yağış toplamlarının mevsimsel ve yıllık değişkenliklerinin analiz edilmesi ve gelecek yıllarda (2041-2060-2100) bölgede yaşanması muhtemel sıcaklık ve yağış durumlarının belirlenmesidir. Çalışmada Mann-Kendall ve Spearman's Rho testi gibi iki önemli trend yöntemi kullanılmıştır. İklim senaryolarında ise SSP 2,6 ve 8,5 tercih edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre il genelinde yıllık ve mevsimlik düzeyde ortalama sıcaklıklarda artışlar gözlemlenmiştir. Bu artışlar bazı istasyonlarda istatistiki açıdan anlamlılık gösterirken bazı istasyonlarda anlamlılık ifade etmemektedir. Sivas ilinde yaz mevsimi, pozitif yönde anlamlı bir sıcaklık artış eğilimi gösteren mevsim olduğu görülmektedir. İl genelinde yaz, sonbahar, kış mevsimlerinde ve yıllık yağışlarda artış ve azalışların olduğu görülmüştür. Sonuç olarak trend analizleri küresel iklim değişimleri açısından Sivas ilinde de uzun vadede sıcaklık artışlarını ve yağış azalmalarını işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim, Trend, Sıcaklık, Yağış, SSP Senaryoları, Sivas.

Trend Analysis of Average Temperature and Total Precipitation Data of Sivas Province and Modeling the Year 2100 With SSP

Abstract

Research area Sivas province and the subject of the research is average temperature and total precipitation parameters and SSP scenarios. The study aims to analyze the average temperature and precipitation data, and analyze these data in annual and seasonal analyzing the trends and predictions for the region in the coming years (2060-2100) to determine the possible temperature and precipitation conditions. Two important trend methods such as Mann-Kendall and Spearman's Rho test were used in the study. Climate SSP 2.6 and 8.5 were preferred in the scenarios. According to the results obtained increases in annual and seasonal average temperatures across the province were observed. These increases were statistically significant at some stations. while it is not significant in some stations. It is seen that summer in Sivas province is the season that shows a positive and significant temperature increase trend. season. In summer, autumn and winter seasons and annually in the province It was observed that there were increases and decreases in precipitation. As a result, trend analyzes indicate long-term temperature increases and precipitation decreases in Sivas province in terms of global climate changes.

Keywords: Climate, Trend, Temperature, Precipitation, SSP Scenarios, Sivas.

1. Giriş

Dünyanın belli bir yerinde atmosfer olayların uzun bir süreçte ortalamasını yansıtan tüm değerler iklim özelliklerini yansıtmaktadır. Bununla birlikte iklim meydana gelen atmosfer olaylarının hangi zaman diliminde, ne sıklıkla ve ekstrem olarak ne gibi sonuçlara sebep olduğunu da geniş zaman diliminde ifade eden bir bileşendir (Türkeş, 2010). Uzun periyotlar mekân içerisinde çeşitli

* Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Coğrafya Eğitimi ABD. fatihkartal.58@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9266-5007>

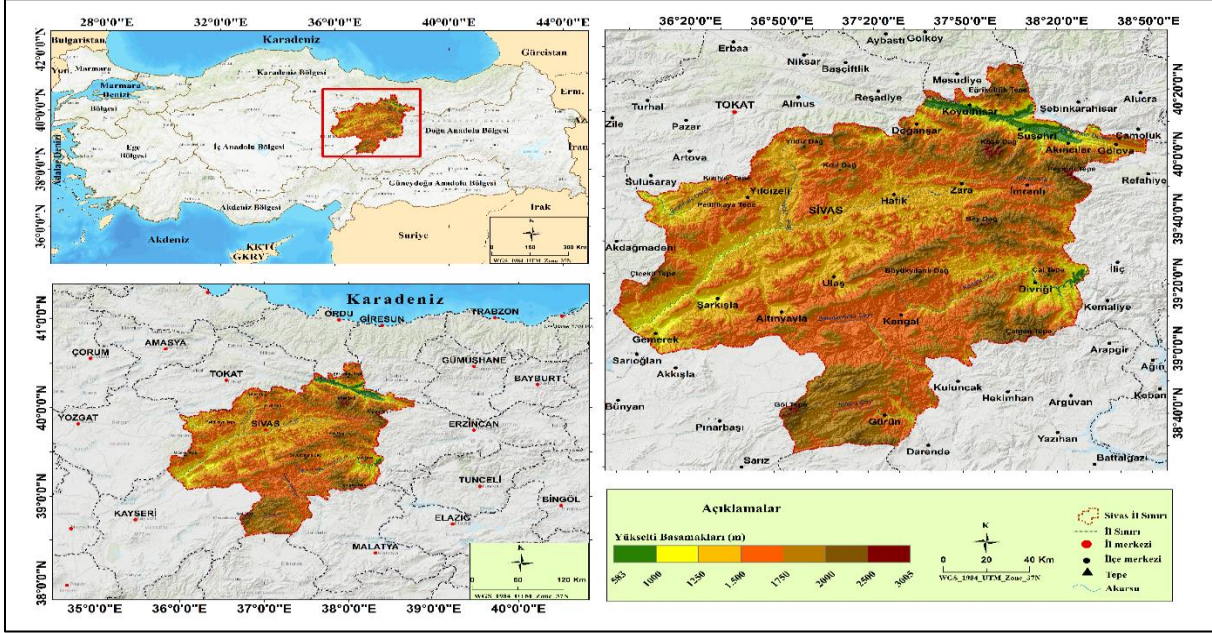
değişkenlerle birlikte 300-500 yıl gibi geniş zaman dilimini kapsamaktadır. Fakat günümüzde insan faktörünün iklim üzerine olan etkisi düşünüldüğünde 30-50 yıl arasında olabilmektedir (Gözalın, 2019; Coşkun vd., 2020; Coşkun vd., 2022). Özellikle sanayi devrimiyle birlikte hızlı sanayileşme ve nüfus artışlarının yaşanması birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Hızla artış gösteren bu çevre sorunları atmosferi büyük oranda etkilemektedir. Günümüzde sanayileşme ve şehirleşme oranlarının giderek hız kazanması insan kaynaklı iklim değişimlerinin en önemli göstergelerinden olup insan faktörünün doğal ortam üzerindeki en büyük etkisine örnektir. Bahsi geçen bu unsurlar son yıllarda küresel ısınma ve küresel iklim değişikliğinin en dikkat çekici sebepleri arasında gösterilmektedir. Küresel ısınmayla birlikte 20. yüzyılın sonlarına doğru dünya genelinde iklim anlamında bir değişim gerçekleşmiş olup küresel ölçekte iklim değişimleri hızlı bir ivme gerçekleştirmiştir (Karakuş & Güler, 2022).

Ülkemizde küresel boyutta küresel ısınma dalgasıyla birlikte bulunduğu coğrafi konum gereği en çok etkilenen ülkeler arasında yer almaktadır. Bu açıdan birçok unsur üzerinde etkisi olan sıcaklık ve yağışların analiz ve değerlendirmelerinin yapılması son derece büyük önem taşımaktadır. Herhangi bir alanda mevcut olan sıcaklık ortalamaları ve yağış toplamları o alanın uzun yıllarda ne gibi iklim değişimlerine sahne olduğunu belirleme noktasında önemli çıkarımlar yapmamıza yardımcı olmaktadır. Dolayısıyla literatür taraması yapıldığında farklı alanların iklim değişikliğinin açıklanmasında bu iki parametrenin trend analizlerine yönelik fazlaca çalışmanın yapıldığı görülmektedir (Ackerman & Knox, 2015; Addisu vd., 2015; Avşaroğlu, 2019; Aksoy & Coşkun, 2010; Altunay, 2016; Coşkun, 2011; Coşkun & Akbaş, 2017; Coşkun, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d, 2020e, 2020f, 2020g, 2020h; Emek, 2014; Erlat, 2013; Gözalın, 2023; Kadioğlu, 1997; Karabulut & Cosun, 2009; Karakuş & Güler, 2022; Karaosmanoğlu & Günek, 2018; Lazaro vd., 2001; Nourani vd., 2018; Öztekin, 2023; Polat & Sunkar, 2017; Rahman vd., 2017; Soydan vd., 2016; Sönmez vd., 2016; Su vd., 2018; Şenocak & Emek, 2019; Tayanç vd., 1997; Türkeş, 1996; Türkeş vd., 2002; Tosic & Ukasevic, 2005; Yenigün vd., 2013; Yılmaz, 2019)

İklim elemanlarından sıcaklık ve yağışlarda meydana gelen değişimlerin belirlenmesi için parametrik olmayan testler tercih edilmektedir. Bu testler aracılığıyla iklim elemanlarının gidiş seyri tespit edilmektedir. Günümüzde sürekli değişim gösteren iklim verilerinin bu analiz ve değerlendirmelerle birlikte gelecekte ne gibi tehditlerin beklediği ve bu tehditlere nasıl önlem alınması gerektiği noktasında önemli senaryolar hazırlama imkânı sağlamaktadır. İklim parametrelerinden meydana gelen bu değişimlere bağlı olarak ülkemizde sıcaklıklar ve yağışlarda eğilimlerin oluştuğu görülmektedir. Bu eğilimlerin belirlenmesi ve gelecekteki olası durumlarının tahmin edilmesi herhangi bir yerde uzun vadeli planlamalar için önem arz etmektedir (Coşkun, 2020). Bu doğrultuda gelecekte iklim periyotlarında meydana gelmesi muhtemel şartların ön görülmesi adına çeşitli modeller ve senaryolar hazırlanmıştır (Coşkun vd., 2022; Gözalın, 2023; Öztekin, 2023). Bu modellerden olan SSP'ler ve senaryoları literatürde en çok tercih edilenlerdir. Bu çalışma kapsamında ise SSP'lerden yararlanılmıştır. Bu araştırma iklim elemanlarından olan sıcaklık ve yağış parametrelerindeki trendlerin analizlerinin yapılarak uzun dönemli yapılması ön görülen çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma bu anlamda Sivas ili ile ilgili fiziki coğrafya konularının tespitinde daha gerçekçi ve kesin adımlar atılması açısından önemlidir.

Genel sıcaklık ve yağış toplamlarına ait verilerin trend analizinin yapıldığı Sivas ili coğrafi konum olarak İç Anadolu Bölgesinin Yukarı Kızılırmak Bölümünde bulunmaktadır. Geniş bir alana sahip olan Sivas ili toprak genişliği bakımından Türkiye'nin en büyük ikinci ili olup toprakları üç büyük havzaya yayılmış durumdadır. Topraklarının büyük bir bölümünün Kızılırmak Havzasında olduğu sahada geriye kalan bir kısmı doğuda Fırat Havzasında bir kısmı da Karadeniz Bölgesi sınırları içerisinde Yeşilirmak Havzasındadır. 28.488 km² ilk yüz ölçüme sahip olan araştırma sahası, coğrafi koordinat olarak 35°-50° ve 38°-14' doğu boylamı ile 38°-32' ve 40°-16' kuzey enlemi arasında yer

almaktadır. İnceleme alanında iklim olarak karasal iklim özelliği görülmekte olup yazlar kurak kışlar ise sert ve soğuk geçmektedir. Ancak Yeşilirmak Havzası içerisinde kalan kesimlerde Karadeniz iklimine geçiş özelliği görülmektedir. Arazi yer şekilleri açısından incelendiğinde, kuzeyden Kelkit Vadisi; doğudan Köse Dağlarının uzantıları Kuruçay Vadisi ile Yama Dağı; güneyden Kulmaç Dağları, tahtalı dağlarının uzantıları ve Hezanlı Dağı; batıdan Akdağı, Karababa ve İncebel dağları gibi doğal sınırlarla çevrili olduğu görülmektedir. Ortalama 1285 m rakıma sahip olan saha daha çok çevresine göre yüksek düzlüklerden oluşmuş plato görünümündedir. Çalışma sahasının kuzeyinde Tokat, Ordu ve Giresun illeri; doğusunda Erzincan ili; güneyinde Malatya, Kahramanmaraş ve Kayseri illeri; batısında ise Yozgat ili idari sınır oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Sivas ili lokasyon haritası

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın altlığını Sivas (1929-2023), Ulaş Tigem (1957-2023), Suşehri (1970-2023), Kangal (1959-2023), Zara (1964-2023), Divriği (1959-2023), Gemerek (1963-2023) ve Gürün (1964-2023) istasyonlarından elde edilen veriler oluşturmaktadır (Tablo 1). Çalışma sahasının sıcaklık ortalaması ve yağış toplamları analiz edilirken bu istasyon verilerine bağlı kalınarak trendler oluşturulmuştur. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) temin edilen veriler, trend istatistik işlemlerinden geçirilmiştir. SSP verileri WorldClim'den temin edilmiştir. Bu işlemin uygulanmasında **Trend Analysis Windows** isimli programdan yararlanılmıştır.

Tablo 1. Sivas ilinde bulunan bazı meteorolojik istasyonlar

İstasyon Adı	Yükselti	Enlem	Boylam	Rasat Yılı
Sivas	1294	39.743.667	37.002000	1929-2023
Ulaş Tigem	1528	39.441.388	37.027589	1957-2023
Suşehri	1164	40.162.333	38.075167	1970-2023
Kangal	1521	39.242833	37.389000	1959-2023
Zara	1338	39.882.897	37.729806	1964-2023
Divriği	1121	39.361833	38.114167	1959-2023
Gemerek	1182	39.185.000	36.080500	1963-2023
Gürün	1401	38.723.889	37.271389	1964-2023

Kaynak. MGM verilerinden üretilmiştir.

İstatistik anlamında çalışmada farklılığı kısa sürede ortaya koymak için homojenlik testi kullanılmamıştır. Bu işlemin yapılmamasında iklim verilerinin süreklilik arz etmemesi ve çok çabuk değişkenlik göstermesi etkili olmuştur. Dolayısıyla sıcaklık ve yağış parametrelerinde homojenlik değil daha çok heterojen özellikler görülmektedir. Burada amaç işin içinde daha çok parametrik olmayan bu veriler bulunduğu için istatistiki açıdan homojenlik testine karşın daha tutarlı ve gerçekçi sonuçlar elde etmektir. Bu doğrultuda parametrik olmayan Non-parametrik yöntemler işe koyulmuştur. Bu yöntemlerin başında dünyada fazlaca bilineni ve genel-geçer olarak en çok kullanım ağına sahip olan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho Trend testleridir. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) de bu metodun kullanışlı ve geçerli olmasından dolayı bu testleri tavsiye etmektedir. Testlerin analiz sonuçlarına göre ölçüt aldığı değer Z kritik değeridir. Bu değer +/- 1,96 güven aralığında kaldığında verilerin trend anlamında bir anlamlılık oluşturmadığını dolayısıyla trend yokluğunu ifade ederken bu güven aralığının altında veya üstünde çıktığında ise anlamlı farklılık sebebiyle bir trend varlığını ifade etmektedir (Coşkun, 2020h). Bu anlamda trend iklim parametrelerinin uzun süreçler içerisinde istatistiki değer olarak artmasını ya da azalmasını gösteren bir ölçüttür.

Yukarıda da ifade edildiği gibi bu süreçlerin uygulanması esnasında parametrik ve Non-parametrik (parametrik olmayan) testlere ihtiyaç vardır. Fakat bunlardan en önemlisi parametrik olmayan verilerdir. Nitekim Non-parametrik testlerin, iklimsel verilerde normal dağılım göstermediği ve süreç içerisinde sık sık kesilmelere uğradığı için meteorolojik verilerin kullanımına daha uygun olduğu görülmektedir (Karakuş, 2017). Özellikle araştırması yapılan verilerin istatistik dağılıma göre bağımsız olarak ele alındığı için bu testler büyük avantajlar sağlamaktadır. Yine Neyran, 2007'ye göre iklim verilerinde değişkenlik, veri eksikliği ve kesikliği gibi çarpık düzensizlikler olduğu için bu durumu yönetebilmek adına Non-parametrik veri testlerinin kullanılmasına vurgu yapmıştır. Bu bağlamda çalışmanın ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin trendlerini belirlemek ve geleceğe yorumlamak için yapılan testler aşağıda açıklanmıştır:

Mann-Kendall Testi

Bu test analiz yönteminde parametrik olmayan iklim verilerinin hidroklimatolojik özelliklerini açıklamak için kullanılan bir yöntemdir. Kullanım ağının geniş olma sebebi hızlı ve pratik bir sonuç vermesinden ileri gelmektedir. Testin analiz kısmına bakıldığında süreç serileri içerisinde ölçülen verinin hangi yönde eğilim gösterdiğini tespit etmede yararlanılmaktadır (Burn vd., 2002).

H_1 hipotezine göre ($k \neq j$) ve $n \geq k, j$ olmak üzere seride X_k ve X_j ardışık olarak dizilen parametreler birbiri ile benzerlik göstermeyip heterojen olmaktadır ve aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Özfidaner, 2007; Coşkun, 2020a; Coşkun, 2020b; Coşkun, 2020c; Coşkun, 2020d; Coşkun, 2020e; Coşkun, 2020f; Coşkun, 2020g;)

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

Hirsch & Slack, (1984)'e göre formül 2'de Mann-Kendall testindeki S değeri hesaplanmaktadır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (2)$$

Parametrelerin normal dağılım gösterdiği ve testin ortalamasının sıfır olduğu istatistiklerde S'in varyansı,

denklem 3'te hesaplanmaktadır.

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

Formül 4 ölçülen periyotların benzer sonuçları göstermesinde kullanılmaktadır.

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

Hesaplanan parametrelerden elde edilen değerler, önemli bir ölçüt olan Z değerinin verileriyle karşılaştırılarak ortaya konulmaktadır.

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

Yapılan testler ve uygulanan formüller neticesinde Mann-Kendall testine göre veri sonuçlarının eğilimi negatif yönde ise azalan pozitif yönde ise artan oranda bir eğilim yönü oluşturmaktadır.

Spearman'ın Rho Testi

Spearman Rho test ölçümü yapılan iklim parametrelerin arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan bir yöntemdir. Son derece kullanışlı ve hızlı uygulaması olan bu test Non-parametrik veri özelliği gösteren kesik ve değişken verilerin analiz edilmesinde tercih edilmektedir.

İşlem basamaklarında sıra istatistiği olan R_{xi} verileri, küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru olacak şekilde sıralamaya tabi tutulur. Gözlem serisi $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektörü olmak üzere; hipotezlere göre farklılık göstermektedir. İki yönlü test ile tanımlanan H_0 hipotezine göre x_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) değerleri eş olasılıklı dağılımlardır. H_1 hipotezine göre ise x_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) sayısal değerleri zaman serisinde artış ya da azalış göstermektedir. Spearman'ın Rho Testi istatistiği (r_s), formül (6)'daki gibi hesaplanmaktadır (Gümüş & Yenigün, 2006).

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

İki parametrenin aynı değerlere sahip olduğu durumlarda, bu verilerin ortalaması alınmaktadır. Eğer aynı değerde olan üç gözlem varsa; gözlem değerleri sıralamaları 6, 7, 8 olan 3 gözlem, ($6+7+8=21$) ve 21 sayısının 3 gözleme bölümünden elde edilen 7 değeri, bu 3 gözlemin sırası kabul edilmektedir. Bir sonraki gözlem değerinin sırası 9 olur ve gözlem değerlerinin sıralamaları bu şekilde olabilir.

$n>30$ olması durumunda r_s dağılımı normale yaklaşacağından dolayı normal dağılım tablosu kullanılmaktadır. Bunun için için r_s ' nin test istatistiği (Z), formül (7)'de görüldüğü gibi hesaplanır.

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (7)$$

Eğer z değeri, α anlamlılık düzeyinde elde edilen sayılar veri $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük ise, H_0 hipotezi reddedilir ve belirli eğilimin olmadığı sonucuna ulaşılır. (Çeribaşı vd., 2014).

SSP SENARYOLARI

IPCC AR6'ya kadar olan süreçte, enerji modelleme topluluğu, farklı sosyoekonomik varsayımlar tarafından yönlendirilen yeni bir dizi emisyon senaryosu geliştirdi, bunlar "Ortak Sosyoekonomik Yollar'dır (SSP'ler). Bu SSP senaryolarının bir kısmı, CMIP6 için iklim modellerini yönlendirmek üzere seçilmiştir. SSP 2.6, SSP 4.5, SSP 7.0 ve SSP 8,5 olarak adlandırılan senaryolar tercih edilmiştir. SSP senaryo verileri ise Worldclime sitesinden temin edilmiş olup ArcGis programından çalışma alanına göre kesilip düzenlenerek bantlar okunur hale getirilmiştir.

SSP 2.6 hafifi iklim değişikliği, SSP 7.0 Yüksek sera gazları emisyon senaryosu ve SSP 8.5 şiddetli iklim değişikliğini ifade etmektedir. SSP 2.6 bu senaryoya göre 2041-2060 yıllarında 1,7 °C ve 2081-2100 yıllarında ise 1,8 °C sıcaklık artış olacağı tahmin edilmektedir. SSP 7.0 senaryosudur. SSP 7.0 iklim değişikliği senaryolarına göre yüksek sera gazı emisyon baz almaktadır. Fosil yakıtların

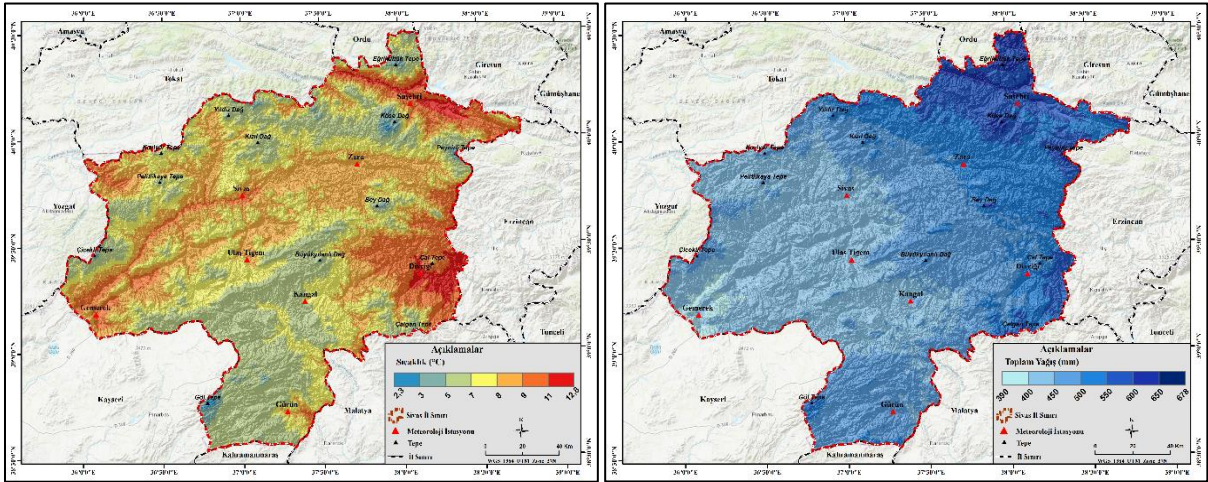
yakılması sonucunda 2021-2040 yıllarında 1.2 ile 1,8°C ve 2041-2060 1.8 ile 2,6 °C ve 2080-2100 yıllarında ise 2.8 ile 4,6 arasında sıcaklık artış olacağı tahmin edilmektedir. SSP 8.5 senaryo ise çok yüksek sera gazı emisyonu olacağı ve karbon emisyon 2075'e kadar üçe katlanacağı öngörmektedir. Bu senaryo ise 2041-2060 yıllarında 2,4 °C ve 2081- 2100 yıllarında ise 4,4 °C sıcaklık artış olacağı tahmin etmektedir (Özdemir, vd. 2020).

2.1. Araştırma Etiği

Etik ilkeleri göz önünde bulundurularak hazırlanan bu çalışmada literatür taraması neticesinde doğrudan ve dolaylı olarak yapılan alıntıların atıflarına yer verilmiştir. Bu atıfların tamamına kaynakça kısmında vurgu yapılmıştır.

3. Bulgular

Sivas, Ulaş Tigem, Suşehri, Kangal, Zara, Divriği, Gemerek ve Gürün istasyonlarında ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin Sivas ilindeki dağılışı incelendiğinde en sıcak alanın Divriği, en soğuk alanın ise Kangal olduğu görülmektedir. Yıllık sıcaklıkların Divriği’de 11-12,8°C Kangal’da 3-5°C arasında olduğu görülmektedir. Toplam yağış değerlerinde ise ilin kuzeyinde fazla olduğu görülmektedir. Suşehri ilçesi 650-678 mm ile en fazla yağış alan istasyon olurken en az yağışı ise 390-400 mm arasında Gemerek ilçesi aldığı görülmektedir (Şekil 2). Genel hatları ile Sivas ilinde 2023 yılına kadar sıcaklık ve yağış değerinin dağılışı bu şekilde olduğu tespit edilmiştir. İstasyonlarda ölçümlenen sıcaklık ve yağış değerlerinin eğilim yönlerin ise Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Sivas ilinde ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerlerinin dağılışı 2023 yılı

Tablo 2. Mann-Kendall ve Spearman Rho Testi analizine göre Sivas ilinin sıcaklık ortalaması ve toplam yağış verilerinin sonuçları (1970-2023)

Metod	Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho's									
	Yıllık		İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
Periyot	Sıc.	Yağ.	Sıc.	Yağ.	Sıc.	Yağ.	Sıc.	Yağ.	Sıc.	Yağ.
Sivas	2,6*	1,58	2,3*	0,93	2,7*	0,30	1,10	1,04	1,30	0,58
Ulaş Tigem	1,50	-2,38	1,30	-1,90	1,70	-0,80	1,62	-0,80	1,10	0,05
Suşehri	2,3*	-2,78	1,20	-1,81	2,2*	-0,74	1,70	-1,06	1,90	-3,20*
Kangal	2,4*	-2,13	2,00*	-1,19	3,3*	0,98	1,52	-0,26	0,50	-2,57*
Zara	2,8*	-2,29	1,98*	-1,38	3,0*	0,13	1,38	0,42	1,22	-2,71*
Divriği	4,25*	-1,50	3,2*	-1,71	5,22*	-0,15	2,65*	-1,33	1,98*	-1,07
Gemerek	2,6*	-0,03	2,56*	-0,28	4,5*	0,86	2,55*	-0,07	1,25	0,67

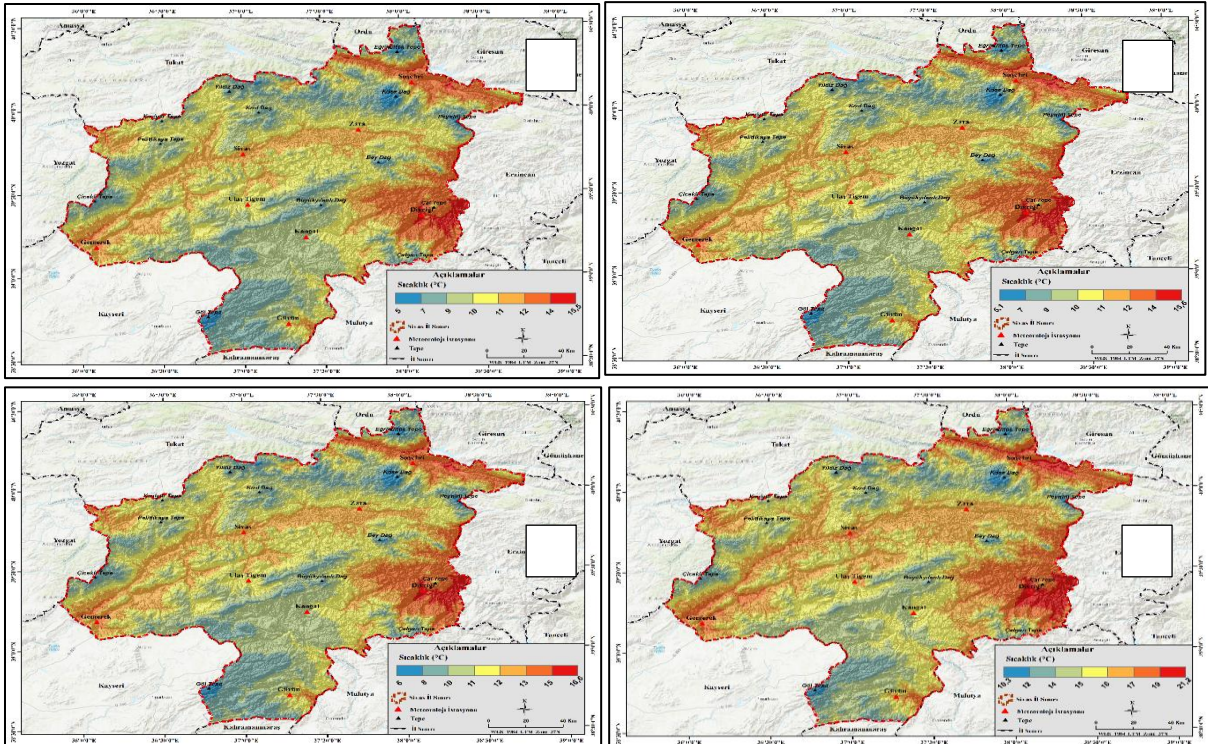
Gürün 1,95 -1,67 1,20 -0,50 **3,15*** -0,20 1,56 -0,60 1,33 -0,40

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesi belirtmektedir.

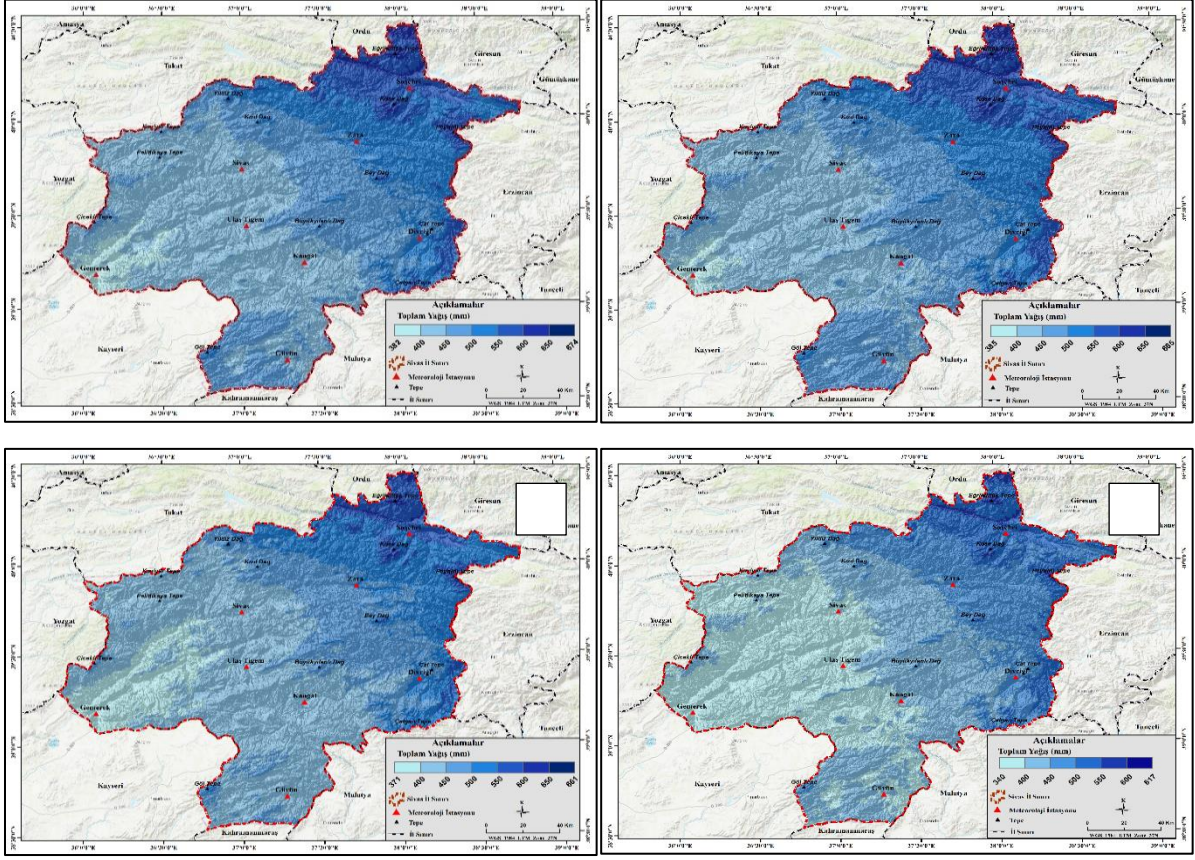
Genel bir değerlendirme ile araştırma alanının bir kısmını oluşturan Ulaş Tigem, Suşehri, Kangal ve Zara'da yıllık yağış toplamalarında anlamlı düzeyde azalma eğilimleri gerçekleşmiştir. Dolayısıyla çalışma sahasında büyük oranda olmasa da kısmi olarak yağış verilerinin değişiklik gösterdiği yorumu yapılabilir. Mevsimsel olarak incelendiğinde; ilkbahar mevsiminde yağışların azalma eğilimi gösterdiği istasyonlar Ulaş Tigem, Suşehri, Zara ve Divriği iken, azalma eğiliminin en azaldığı istasyon Gemerek'tir. Fakat bu azalma trendleri istatistiki açıdan hiçbir istasyonda ciddi seviyede değildir. Bununla birlikte bu mevsimde Sivas'ta yağış oranlarında bir artma eğilimi görülmektedir. Yazın yağış değerleri incelendiğinde bu mevsimde anlamlı ve belirgin olarak oransal bir azalma trendi görülmektedir. Ulaş Tigem, Suşehri, Gürün ve Divriği'de istatistiki açıdan önemli olamayan azalış eğilimleri görülmüştür. Sonbahar mevsiminde yağış oranlarının azaldığı istasyonlar Ulaş Tigem, Suşehri, Divriği, Kangal ve Gemerek'tir. Fakat bu azalmalar anlamlılık göstermemektedir. Bu mevsimde Sivas ve Zara gibi istasyonlarda artışlar görülmektedir ama bu istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Kış mevsiminde Suşehri, Kangal ve Zara'da anlamlı azalışlar görülürken, Sivas, Gemerek ve Tigem' de anlamlı olmayan artışların olduğu görülmüştür.

SSP İklim Senaryolarına Göre Sivas İlinde Sıcaklık ve Yağışların Dağılışı (2041- 2060 - 2100)

Sivas ilinin sıcaklık değişimleri incelendiğinde 2023 yılında 2,3 ile 12,8°C olurken yağışlar ise 390-678 mm arasında olduğu görülmektedir. Gelecek yılları temsil eden senaryolara göre ise değişimlerim şu şekilde olması ön görülmektedir. SSP 2,6'ya göre 2041-2060 yıllarında 5 ile 15,5 °C, 2061-2100 yılında ise 5,1-15,6°C arasında olacağı ön görülmektedir. SSP 8,5 göre sıcaklık değişimleri incelendiğinde 2041-2060 yıllarında 6 ile 16,6 °C, 2061-2100 yılında ise 10,3- 21,2°C arasında olacağı ön görülmektedir. Yağıştaki değişimler incelendiğinde SSP 2,6'ya göre 2041-2060 yıllarında 382-674 mm, 2061-2100 yılında ise 385-685mm arasında olacağı ön görülmektedir. SSP 8,5'a göre yağışlar 2041-2060 yıllarında 371-661 mm, 2061-2100 yılında ise 340-617 mm arasında olacağı ön görülmektedir (Şekil 3 ve Şekil 4).



Şekil 3. SSP İklim senaryolarına göre Sivas ilinde sıcaklıkların dağılışı **A:** SSP 2,6 (2041-2060) **B:** SSP 2,6 (2061-2100), **C:** SSP 8,5 (2041-2060), **D:** SSP 8,5 (2061-2100)



Şekil 4. SSP İklim senaryolarına göre Sivas ilinde yağışların dağılışı **A:** SSP 2,6 (2041-2060) **B:** SSP 2,6 (2061-2100), **C:** SSP 8,5 (2041-2060), **D:** SSP 8,5 (2061-2100)

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu araştırma Sivas ilinin sıcaklık ortalamalarının ve toplam yağış parametrelerinin trend analizini yapmak, uzun yıllar periyodunda SSP senaryolarına göre meydana gelmesi muhtemel değişimlerin ön görülmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada 8 istasyonun (Sivas, Ulaş Tigem, Suşehri, Kangal, Zara, Divriği, Gemerek ve Gürün) ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin yıllık ile mevsimsel verileri analiz edilmiştir. Eğilim yönleri belirlendikten sonra gelecek yıllarda (2041-2060-2100) bölgede yaşanması muhtemel sıcaklık ve toplam yağış verileri haritalandırılarak çalışma nihai sonuca ulaşılmıştır. Mann Kendall ve Spearman Rho test sonuçları istatistiksel olarak sonuçları ve analizleri aşağıda verilmiştir.

4.1. Ortalama Sıcaklık Eğilimlerinin Yıllık ve Mevsimlik Değişimleri

Sivas ili genelinde yıl içerisinde sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir artış eğilimi görülmekte olup özellikle Sivas, Suşehri, Kangal, Zara, Divriği ve Gemerek istasyonlarında bu anlamlı artış mevcut iken Ulaş Tigem ve Gürün istasyonlarında anlamlı olmayan bir artış görülmemektedir. Araştırma sahası istasyonları içerisinde mevsimlik sıcaklıkların eğilimleri irdelendiğinde ilkbahar mevsiminde Ulaş Tigem, Suşehri ve Gürün istasyonları dışında diğer tüm istasyonlarda anlamlı bir artış görülmektedir. Yaz mevsiminde Ulaş Tigem istasyonu dışında diğer tüm istasyonlarda anlamlı bir artış görülmektedir. Sonbahar mevsiminde anlamlı artış gösteren istasyonlar Divriği ve Gemerek istasyonudur. Kış mevsiminde ise tek anlamlı artış gösteren istasyon Divriği istasyonudur. Doğal ve beşeri coğrafya özelliklerinin şehrin kuruluşunda etkisi olması, istasyon seçimi ve veri kalitesi gibi özellikler bu

durumun ortaya çıkmasında etkili olabilir. Bu çalışmalar doğrultusunda uzun yıllar artması tahmin edilen ortalama sıcaklık eğilimleri küresel ısınma ile ileriki süreçlerde küresel iklim değişimlerinin bariz olarak etkisini göstereceği yorumu yapılabilir.

4.2. Toplam Yağış Eğilimlerinin Yıllık ve Mevsimlik Değişimleri

Sivas ilinde genel olarak yıllık toplam yağışların uzun yıllar içerisindeki trendi incelendiğinde; Ulaş Tigem, Suşehri, Kangal ve Zara istasyonlarında anlamlı azalış görülürken Sivas istasyonunda anlamlı olmayan artış, Divriği, Gemerek ve Gürün istasyonlarında anlamlı olmayan bir azalış görülmektedir. Mevsimlere göre yağış eğilimleri dikkate alındığında; ilkbahar mevsiminde Sivas istasyonunda anlamlı olmayan artış mevcut iken diğer tüm istasyonlarda anlamlı olmayan azalışlar görülmektedir. Yaz mevsiminde Ulaş Tigem, Kangal, Zara ve Gemerek istasyonlarında anlamlı olmayan artış görülürken diğer istasyonlarda anlamlı olmayan azalış görülmektedir. Sonbahar mevsiminde Sivas istasyonu dışındaki tüm istasyonlarda anlamlı olmayan azalışlar görülmektedir. Kış mevsiminde ise Suşehri, Kangal ve Zara istasyonlarında anlamlı azalış, Sivas, Ulaş Tigem ve Gemerek'te anlamlı olmayan artış Divriği ve Güründe anlamlı olmayan azalış görülmektedir.

Türkiye'de iklimle ilgili yapılan çalışmalar detaylı incelendiğinde sıcaklık ortalamalarının artış eğilimlerinin uzun süreçte de devam edeceği ve yağış ortalamalarında azalmaların gerçekleşeceğini ortaya koymaktadır. Bu anlamda Emek (2014) ve Coşkun (2020a; 2020b; 2020c; 2020d; 2020g) yaptığı çalışmalarda; gözlem istasyonu sıcaklıklarında azalan yönde bir eğilim, yağış gözlem istasyonunda ise artan yönde anlamlı olmayan bir eğilim gözlemiştir. Türkeş (2007; 2008) Keskin vd., (2018) çalışmalarında; Türkiye'nin iklim değişimlerinin yaşanabileceği riskli ülkelerden birisi olduğunu, özellikle de ülkemizin iç ve doğu kesiminin iklim değişikliklerine çok duyarlılık gösterdiğini ileri sürmüşlerdir. Kızılelma vd., (2015)'in çalışmasında, İç Anadolu Bölgesinde yer alan meteoroloji istasyonları için yıllık, mevsimlik ve aylık ortalama ve ekstrem sıcaklık trendleri ile yağışlar incelenmiştir. Sonuçlar, maksimum ve minimum sıcaklık trendlerinde çalışma alanı genelinde istatistiksel olarak anlamlı artışların olduğunu vurgulamıştır. Cosun (2008); Aydın & Doğu (2018); Karakuş & Güler (2022)'in çalışmalarında; son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi önemli iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık ve yağış oranlarında meydana gelen dalgalanmaların su kaynaklarının azalması Sivas ilinde de etkili olması sebebiyle benzerlik göstermektedir. Yine bu sonuca ilişkin Dalkılıç (2019)'ın yağış trendiyle ilgili yaptığı çalışmasında son zamanlarda yoğun su kullanımının artması ve bunun beraberinde su kaynaklarının sınırlı olması çalışma sonucunu desteklemektedir.

Araştırma sonucunda Sivas ilinin gelecek yıllarda (2041-2060-2100) bölgede yaşanması muhtemel sıcaklık ve toplam yağış verileri sıcaklık ortalamalarında genel bir artış meydana gelirken yağışlarda azalmaların gerçekleşeceği sonucuna ulaşılmaktadır. Yine hem genel hem de mevsimlere göre sıcaklık ve toplam yağışların istasyonlara göre farklılık göstermesinde yer şekilleri, hava kütlelerinin özellikleri, yerleşim, sanayi ve nüfus gibi faktörlerde belirleyici olduğu yorumu yapılabilir. Bu noktada başlıca öneriler ise şunlardır;

- Gelecekte sıcaklık oranlarındaki artışlar sebebiyle buharlaşmaya bağlı olarak su kaynaklarında ciddi azalmalar ve hatta yer yer kurumalar gerçekleşecektir. Bu durumda içme, kullanma ve tarımsal sulamada sıkıntılar oluşacağından bu anlamda idareli kullanım ve bilinçli harcama yapılmalıdır.
- Sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak gelişen çevre sorunları iklim trendlerinde değişiklik oluşturduğu için bu konuda daha çevreci ve ekolojik önlemler alarak kirliliği en aza indirmek gereklidir.
- Sıcaklık ve yağış oranlarının gelecekteki değişiklikleri göz önünde bulundurularak yapılacak tüm zirai faaliyetler bu doğrultuda planlanmalıdır.

5. Kaynakça

- Ackerman, S. A., & Knox, J. A. (2015). *Meteoroloji atmosferimizi anlamak* (Çeviri Ed. Mikdat Kadioğlu-Sedef Çakır) Nobel.
- Addisu, S., Selassie, Y. G., Fissaha, G., & Gedif, B. (2015). Time series trend analysis of temperature and rainfall in lake Tana Sub-basin, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 4, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40068-015-0051-0>
- Aksoy, B., & Coşkun, M. (2010). Aksu Vadisi Giresun) aşağı kesiminde doğal ortam şartlarının taşkın üzerine etkileri. *Gazi Türkiyat*, 1(7), 135-154.
- Altunay, A. (2016). *Mann-Kendall-sen trend yöntemi ile Türkiye'deki klimatolojik verilerin incelenmesi* (Tez No. 433776) [Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Avşaroğlu, Y. (2019). *Dicle Havzası aylık ortalama akım değerlerinin trend analizi* (Tez No. 551377) [Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Altan Aydın, F., & Doğu, A. F. (2018). Göllerde seviye değişimleri ve nedenleri: Van Gölü örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (41), 183-208.
- Burn, D. H., & Elnur, M. A. H. (2002). Hidrolojik eğilimlerin ve değişkenliğin tespiti. *Hidroloji Dergisi*, 255 (1-4),107-122. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00514-5](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00514-5)
- Cosun, F. (2008). *Kahramanmaraş ili'nde iklim değişikliği trend analizi* (Tez No. 551377). [Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Coşkun, M. (2011). Fundamental pollutants in the European Union (EU) countries and their effects on Turkey. Elsevier, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 19, 467-473. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.156>
- Coşkun, M., & Akbaş, V. (2023). Karadeniz kıyısından iç kesime: Kastamonu çevresinin iklim parametreleri. *The Journal of Social Sciences*, 11(11), 46-86. <https://doi.org/10.16990/SOBIDER.3486>
- Coşkun, M., Gözalan, S., Öztekin, M., & Coşkun, S. (2022). Susurluk Çayı Havzasında tropikal gün-yaz günü sayısındaki eğilimler ve Rcp 8.5 senaryosuna göre modellenmesi. *Journal of Academic Social Science Studies*, 15(89). <https://doi.org/10.29228/JASSS.55617>
- Coşkun, M., Gözalan, S., Öztekin, M., & Dündar, Ö. (2020). Susurluk Çayı Havzasının ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin trend analizi. *The Journal of Social Sciences*, (49), 24-39.
- Coşkun, S. (2020). Aras-Kura Kapalı Havzasının ortalama sıcaklık, yağış ve akım verilerinin trend analizi (Türkiye). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 30(2), 29-42.
- Coşkun, S. (2020a). Tuz Gölü-Konya Kapalı Havzaları'nda ortalama sıcaklık, yağış ve akım verilerinin trend analizi. A. Balcıoğulları (Eds.), *Coğrafya Araştırmaları* içinde (pp. 1-13). Akademisyen.
- Coşkun, S. (2020b). Trend analysis of mean temperatures data in van lake closed basin, Turkey. A. Balcıoğulları (Eds.), *Current Studies in Social Sciences* içinde (pp.43-51). Akademisyen.
- Coşkun, S. (2020c). Tuz Gölü-Konya Kapalı Havzalarının yaz mevsimi ortalama sıcaklık, yağış, buharlaşma ve akım verilerindeki değişimlerin karşılaştırmalı trend analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi (SOBİDER)*, 7 (46),123-138. [https://doi.org/10.29228/SOBİDER.43355](https://doi.org/10.29228/SOBIDER.43355)

- Coşkun, S. (2020d). Van Gölü Kapalı Havzasında yağışların trend analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(2), 521-532. <https://doi.org/10.21923/jesd.685420>
- Coşkun, S. (2020e). Göller Yöresinde sıcaklık, yağış ve akım değerlerinde meydana gelen eğilimler (Akdeniz Bölgesi-Türkiye). *International Social Sciences Studies Journal*, (e-ISSN:2587-1587) 6 (66),3142-3155. <https://doi.org/10.26449/sss.2488>
- Coşkun, S. (2020f). Aras-Kura Kapalı Havzasının ortalama sıcaklık, yağış ve akım verilerinin trend analizi (Türkiye). *Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 30 (2), 29-42. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.713550>
- Coşkun, S. (2020g). Akarçay Kapalı Havzası'nın yaz mevsiminde buharlaşma ve akım verilerinin trend analizi. *Sosyal Bilimler Dergisi / The Journal of Social Science*, 7 (47) 162-177. <https://doi.org/10.29228/SOBIDER.45362>
- Coşkun, S. (2020h). Akarçay Kapalı Havzasının ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin eğilim analizi (Afyonkarahisar-Türkiye). *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies*, 81, 533-547. <https://doi.org/10.29228/JASSS.44156>
- Dalkılıç, H. Y. (2019). Yağışların Trend Analizi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 12(3), 1537-1549. <https://doi.org/10.18185/erzifbed.587610>
- Emek, M.F. (2014). *Doğu Anadolu Bölgesi yıllık ve aylık toplam yağışların trend analizi* (Tez No. 361145) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Erlat, E. (2013). *İklim sistemi ve iklim değişimleri*. Ege Üniversitesi.
- Gözalın, S. (2019). *Yüzey, 850, 700 ve 500 hPa basınç seviyelerinde sıcaklık ile nem parametrelerinin karşılaştırmalı trend analizi: Türkiye Örneği* (Tez No.537717) [Yüksek lisans tezi, Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gözalın, S. (2023). *Akdeniz Bölgesi'nde avokado ağacının yetişebileceği uygun alanların belirlenmesi* (Tez No.537717) [Doktora tezi, Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gümüş, V., & Yenigün, K. (2006). Aşağı Fırat Havzası akımlarının trend analizi ile değerlendirilmesi. *Yıldız Teknik Üniversitesi, Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi*, İstanbul.
- Hirsch, R. M., & Slack, J. R. (1984). A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research*, 20(6), 727-732. <https://doi.org/10.1029/WR020i006p00727>
- Kadioğlu, M. (1997). Trends in surface air temperature data over Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 17(5), 511-520. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199704\)17:5<511::AID-JOC130>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199704)17:5<511::AID-JOC130>3.0.CO;2-0)
- Karabulut, M. ve Cosun, F. (2009). Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi, CBD* 7(1), 65-83. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000095
- Karakuş, C. B. (2017). Hidro-Meteorolojik Parametreler İçin Trend Analizi Yöntemleri. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 3 (2), 22-32.
- Karakuş, C. B., & Güler, Ü. A. (2022). Mann-Kendall trend analizi ile Sivas ilindeki sıcaklık ve yağış trendlerinin belirlenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(3), 534-544. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.1104140>

- Karaosmanoğlu, F., & Günek, H. (2018). Göksu Havzası'nda buharlaşma ve yüzeysel akışın penman ve thourthwaite yöntemlerine göre değerlendirilmesi. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(10),599-614.
- Keskin, M. E., Çakto, İ., Çetin, V., & Bektaş, O. (2018). Doğu Anadolu Bölgesi sıcaklık ve yağış trend analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(2), 294-300. <https://doi.org/10.21923/jesd.397353>
- Kızılelma, Y., Çelik, M. A., & Karabulut, M. (2015). İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağışların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 1-10. <https://doi.org/10.17211/tcd.90494>
- Lazaro, R., Rodrigo, F.S., Gutierrez, L., Domingo, F., & Puigdefabregas, J. (2001). Analysis of a 30-year rainfall record (1967-1997) in semi-arid SE Spain for Implications on Vegetation. *Journal of Arid Environment*, 48, 373- 395. <https://doi.org/10.1006/jare.2000.0755>
- Neyran, C. E. (2007). *Türkiye akarsularında mevsimsel trend analizi* (Tez No.222636) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Nourani, V., Danandeh Mehr, A., & Azad, N. (2018). Trend analysis of hydroclimatological variables in Urmia lake basin using hybrid wavelet Mann–Kendall and Şen tests. *Environmental earth sciences*, 77, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7390-x>
- Özfidaner, M. (2007). *Türkiye yağış verilerinin trend analizi ve nehir akımları üzerine etkisi* (Tez No. 212495) [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Öztekin, M. (2023). *Küre Dağları Milli Parkının vejetasyon ekolojisi ve iklim değişikliği senaryolarına göre değerlendirilmesi (Doğu kayını örneği)* (Tez No. 853853.) [Doktora tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Polat, P., & Sunkar, M. (2017). Rize'nin iklim özellikleri ve Rize çevresinde uzun dönem sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizi, *F.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 27 (1), 1-23. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.346684>
- Rahman, M. A., Yunsheng, L., & Sultana, N. (2017). Analysis And Prediction Of Rainfall Trends Over Bangladesh Using Mann–Kendall, Spearman's Rho Tests And ARIMA Model. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 129 (4), 409-424. <https://doi.org/10.1007/s00703-016-0479-4>
- Soydan, N. G., Gümüş, V., Şimşek, O., Gerger, R., & Ağun, B. (2016). Seyhan Havzası aylık ortalama akım ve yağış verilerinin trend analizi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 7(2), 319-327.
- Sönmez, O., Çeribaşı, G., & Doğan, E. (2016). Short and long term streamflow prediction by different neural network approaches and trend analysis methods: Case study of Sakarya River, Turkey. *Fresen. Environ. Bull*, 25, 565-579.
- Su, L., Miao, C., Kong, D., Duan, Q., Lei, X., Hou, Q., & Li, H. (2018). Longterm trends in global river flow and the causal relationships between river flow and ocean signals. *Journal of Hydrology*, 563, 818-833. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.06.058>
- Şenocak, S., & Emek, M. F. (2019). Trend Analizi yöntemleri kullanılarak Doğu Anadolu Bölgesi aylık yağış miktarlarının değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17,807-822. <https://doi.org/10.31590/ejosat.646266>

- Tayanç, M., Karaca, M., & Yenigün, O. (1997). Annual and seasonal air temperature trend patterns of climate change and urbanization effects in relation to air pollutants in Turkey. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 102(D2), 1909-1919. <https://doi.org/10.1029/96JD02108>
- Tosic, I., & Ukasevic, M. (2005). Analysis of Precipitation Series for Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology*, 80, 67-77. <https://doi.org/10.1007/s00704-004-0076-1>
- Türkeş, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 16(9), 1057-1076. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199609\)16:9<1057::AID-JOC75>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199609)16:9<1057::AID-JOC75>3.0.CO;2-D)
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 26-37.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Demir, İ. (2002). Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999. *International Journal of Climatology*, 22, 947-977. <https://doi.org/10.1002/joc.777>
- Yenigün, K., Gümüş, V., & Şimşek, O. (2013). Seyhan Havzası Gidişlerinin Analizi. *VII. Ulusal Hidroloji Kongresi*, 26, 27.
- Yılmaz, E. (2019). Türkiye’de aylık sıcaklık ve aylık sıcaklık farklarındaki eğilimler ve sıcaklık eğilim grupları (monthly temperature, temperature difference trends and trends groups in Turkey). *International Journal of Human Sciences*, ISSN, 2458-9489. <https://doi.org/10.14687/jhs.v16i2.5561>