



Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Van Yüzüncü Yıl University
The Journal of Social Sciences Institute
Yıl / Year: 2021 - Sayı / Issue: 54
Sayfa/Page: 515-536
ISSN: 1302-6879



Şanlıurfa İlinin Yağış-Sıcaklık Eğilimleri Precipitation-Temperature Trends of Şanlıurfa Province

• Neşe DUMAN*
Mustafa Recep İRCAN**

* Doç. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi,
Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü,
Çankırı/Türkiye.
Assoc. Prof., Çankırı Karatekin University,
Faculty of Literature, Department of
Geography, Çankırı /Turkey.
neseduman@karatekin.edu.tr
ORCID: 0000-0002-5398-8388

** Yüksek Lisans Mezunu, Çankırı
Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler
Enstitüsü, Çankırı/Türkiye.
Graduate Student, Çankırı Karatekin
University, Institute of Social Sciences,
Department of Geography,
Çankırı/Turkey
mustafarecepircan@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3787-7688



Makale Bilgisi | Article Information

Makale Türü / Article Type:

Araştırma Makalesi/ Research Article

Geliş Tarihi / Date Received:

03/07/2021

Kabul Tarihi / Date Accepted:

20/10/2021

Yayın Tarihi / Date Published:

31/12/2021

Atf: Duman, N. & İrcan, M. R. (2021).
Şanlıurfa İlinin Yağış-Sıcaklık Eğilimleri.
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal
Bilimler Enstitüsü Dergisi, 54, 515-536

Citation: Duman, N. & İrcan, M. R.
(2021). Precipitation-Temperature
Trends of Şanlıurfa Province. Van
Yüzüncü Yıl University the Journal of
Social Sciences Institute, 54, 515-536

Öz

Makro iklim özelliği itibarıyla büyük çoğunluğu Akdeniz İklim sahası içerisinde yer alan Türkiye, insan kaynaklı iklim değişikliğinden olumsuz bir şekilde etkilenecek sahalardan birinde yer almaktadır. İklim değişikliği sonucu yaşanan ekstrem hava olayları, küresel ısınma, kuraklıklar, seller vb. birçok durum ülkemizin karşı karşıya kaldığı en önemli sorunlardan biridir. Ortalama sıcaklıklardaki ve yağışlardaki artma/azalma eğilimleri, bu konuda hazırlanan/hazırlanacak çalışmaların önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, makro iklim sahası itibarıyla Akdeniz iklim bölgesinde yer alan Şanlıurfa ilinin yağış ve sıcaklık eğilimleri analiz edilmiştir. 1965-2019 yılları arasında ölçümlerinin yapıldığı yağış-sıcaklık verileri Mann-Kendall ve Sen Slope yöntemiyle yıllık ve mevsimlik olarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular araştırma sahasındaki Akçakale ve Ceylanpınar istasyonlarının yağış eğilimlerinde anlamlı azalmaların yaşandığını (Azalmaların anlamlılık düzeyi: Akçakale'de 0.05; Ceylanpınar'da 0.01'dir); Şanlıurfa merkez ve Birecik istasyonlarında ise anlamlı olmayan azalmaların yaşandığını; Siverek istasyonunda ise anlamlı olmayan artışların yaşandığını ortaya koymaktadır. Sıcaklık eğilimlerinde ise araştırma sahasındaki tüm istasyonların 0.001 anlamlılık düzeyinde artışların yaşandığını göstermektedir. Özellikle araştırma sahasında son yıllarda azalan yağış eğilimine karşın artan sıcaklık eğilimi dikkat çekicidir.

Anahtar Kelimeler: Mann-Kendall trend analizi, yağış, sıcaklık, Şanlıurfa.

Abstract

Turkey, most of which is located in the Mediterranean climate zone due to its macro climate, is located in one of the areas that will negatively be affected by human-induced climate change. Extreme weather events are experienced as a result of climate change, global warming, droughts, floods, etc. Many situations are one of the most important problems faced by our country. Increase/decrease tendencies in average temperatures and precipitation reveal the importance of the studies on this subject. In this study, the precipitation and temperature trends of Şanlıurfa province, which is located in the Mediterranean climate region in terms of macroclimate in the Southeastern Anatolia Region of Turkey, have been analyzed. The precipitation-temperature data measured between 1965-2019 were analyzed annually and seasonally using the Mann-Kendall and Sen Slope method. The findings obtained show that there was a significant decrease in the precipitation tendencies of Akçakale and Ceylanpınar stations in the research area (Significance level of the decreases: 0.05 in Akçakale; 0.01 in Ceylanpınar). On the other hand, insignificant decreases were experienced in Şanlıurfa centre and Birecik stations; It reveals that insignificant increases were experienced at Siverek station. It is to show that there was an increase of 0.001 significance level in all stations in the research area in temperature trends. Especially in the research area, despite the decreasing precipitation trend in recent years, the increasing temperature tendency is remarkable.

Keywords: Mann-Kendall trend analysis, precipitation, temperature, Şanlıurfa.

Giriş

Yağış, sıcaklık, basınç gibi elemanlar iklimin temel öğeleri arasında yer almaktadır. Özellikle küresel iklim varyasyonlarının belirlenmesiyle zamansal ve mekânsal değişikliklerin iklim değişikliği perspektifinde incelenmesinde yağış ve sıcaklık önemli bir yere sahiptir. Nitekim birçok araştırmacı (Bahadır, 2011; Lazaro vd., 2001; Tatlı, 2017; Tecer ve Cerit, 2009; Tosiç ve Ukaseviç, 2005; Türkeş, 1996; Türkeş vd., 2002; Xoplaki vd., 2004) yağış ve sıcaklıklarda meydana gelen değişkenlikleri bu yönüyle incelemiştir.

İklim, dünyanın 4,5 milyar yıllık tarihi boyunca birçok kez değişiklikler göstermiştir. (Gönençgil ve İçel, 2010). Geçmişte doğal ve yavaş gelişen iklim sistemi, sanayi devrimi sonrası insan kaynaklı artan sera etkisine bağlı olarak yeryüzünün uzun dalgalı ısınım yoluyla soğuma etkinliğini zayıflatıp daha fazla ısıtma eğilimindeki bir pozitif ısınım zorlamanın oluşmasına neden olur. Bu durum, “Yerküre/atmosfer ortak sisteminin enerji dengesine yapılan pozitif katkı” olan Radyatif zorlanmış sera etkisi olarak adlandırılır (Türkeş, 2008: 31). Radyatif zorlanmış sera etkisi, atmosferdeki doğal sera gazlarının etkisinin kuvvetlenerek yeryüzünde ve atmosferin alt

katmanlarında (alt ve orta troposfer) saptanan sıcaklık artışıyla ekstrem hava olaylarının (aşırı sıcaklar/soğuklar, seller, kuraklıklar vb.) yaşanmasına neden olmaktadır.

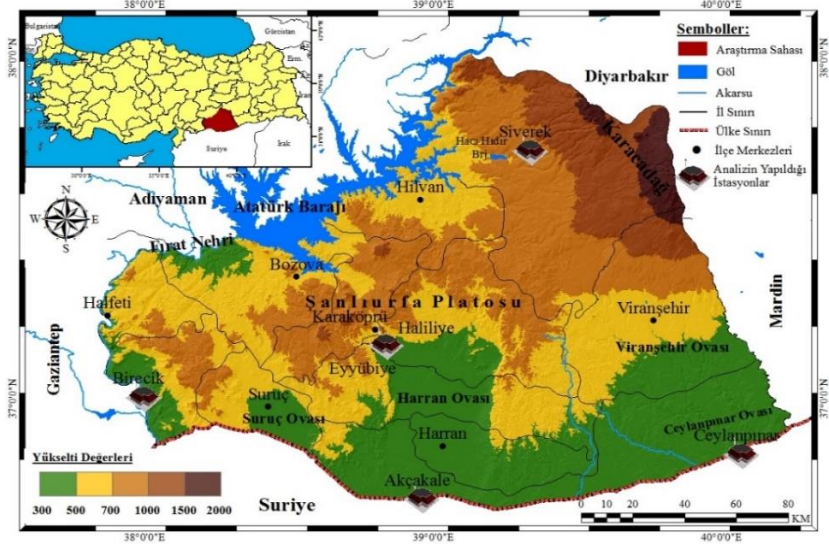
İklim değişikliğine bağlı olarak yağış ve sıcaklık parametrelerinde meydana gelen değişimler, iklimin genel yapısının anlaşılması açısından önemli ipuçları vermektedir. Bu nedenle iklim değişikliğiyle ilgili hazırlanan çalışmalarda yağış ve sıcaklık eğilimlerine odaklanılmıştır (Coşkun, 2020: 522). İklim değişikliğiyle yeryüzündeki ortalama yüzey sıcaklığında gözlenen ısınma eğiliminin yeryüzündeki dağılışı aynı olmamakla beraber, 40°K-70°K enlemleri arasındaki sahaların uzun süreli ısınma eğilimini daha fazla gerçekleştireceği ön görülmektedir. Yani iklim değişiminin en büyük etkileri Türkiye'nin de içinde bulunduğu orta enlemler ve yüksek enlemlerde ortaya çıkacaktır (Cosun ve Karabulut, 2009: 42; Kızılelma vd., 2015: 2). Akdeniz havzası, gerek Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 2007; 2012; 2013) raporlarında gerekse yayımlanan birçok çalışmada iklim değişikliği etkilerine karşı hassas olan alanlardan biri olarak ifade edilmektedir (Acar, 2018; Maheras vd., 2006; Kuglitsch vd., 2010; WMO, 2016). Bu etkileri itibarıyla Türkiye'nin güneydoğusunda yer alan Şanlıurfa ili bu değişimden etkilenecek hassas ve kırılgan sahada yer almaktadır (Türkeş, 2017; Türkeş, 2020). Özellikle saha Türkiye'deki yağış azlığına bağlı olarak kuraklık ve çölleşme; ani yağışlara bağlı olarak yaşanan sel gibi doğa olaylarından zarar görebilecek alanlardan birini oluşturmaktadır. İklim parametrelerinde görülen ya da görülecek ekstrem değişiklikler bölgedeki su kaynaklarını, tarımsal verimi ve arazi degradasyonu gibi önemli birçok problemlerin yaşanmasına neden olabilir.

Bu çalışmada, Şanlıurfa ilinde yer alan 5 meteoroloji istasyonunun aylık yağış ve ortalama sıcaklık verileri kullanılarak yıllık-mevsimlik eğilimleri incelenmiş ve eğilim olup olmadığını belirlemek hedeflenmiştir. Çalışmanın veri ve yöntem bölümünde araştırma sahasının bulunduğu konuma ve çalışmada kullanılan metodolojiye yer verilmiştir. Bulgular kısmında analiz sonucunda elde edilen bulgular açıklanmıştır. Tartışma bölümünde çalışmada elde edilen bulgular ile ilgili literatürdeki çalışmalar tartışılmıştır. Sonuç kısmında ise bulguların genel değerlendirilmesi yapılmıştır.

1. Veri ve Yöntem

Şanlıurfa ili Türkiye'nin 37°49'12"- 40°10'00" doğu boylamları ile 36°41'28"- 37°57'50" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). Çalışmada Şanlıurfa ilindeki Merkez, Akçakale,

Birecik, Ceylanpınar ve Siverek istasyonlarının yağış ve sıcaklık değerinin ne yönde eğilim gösterdiğinin belirlenmesi için Mann-Kendall ve Sen Slope yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 1. Araştırma sahasının lokasyonu ve meteoroloji istasyonları.

Yapılan analizde Şanlıurfa Meteoroloji İl Müdürlüğünden alınan 1965-2019 yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. Türkiye’de meteorolojik değişkenlerin ölçümüne Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren başlanmasına (Yılmaz ve Çiçek, 2016: 3975) rağmen, araştırma sahasında bulunan bazı istasyonların (Halfeti, Harran ve Suruç) son zamanlarda kurulmuş olması, bazı istasyonların (Bozova, Hilvan ve Viranşehir) yıllar arası birçok yılda ölçüm eksikliğinin bulunması nedeniyle kullanılan yöntemden bu istasyonlar (Bozova, Halfeti, Harran, Hilvan, Suruç ve Viranşehir) muaf tutulmuştur. Yapılan analizlerde 30 yılın üstünde sürekli ölçümlerin yapıldığı Şanlıurfa merkez, Akçakale, Birecik, Ceylanpınar ve Siverek istasyonlarının yağış ve sıcaklık eğilimleri analiz edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırma sahasındaki istasyonların bilgileri.

İstasyonlar	İstasyon No.	Enlem (Kuzey)	Boylam (Doğu)	Yükselti (Metre)	Ölçüm Aralığı
Merkez	17270	37° 09'	38° 47'	550	1965-2019
Akçakale	17980	36° 43'	38° 56'	365	1965-2019

Birecik	17966	37° 00'	37° 58'	347	1965-2019
Ceylanpınar	17968	36° 50'	40° 01'	360	1965-2019
Siverek	17912	37° 45'	39° 19'	801	1965-2019

Mann-Kendall Testi

Mann-Kendall testi ile Sen'in eğim tahminleri, azalan-artan yağış-sıcaklık eğilimlerinin istatistiksel anlamlılık düzeylerini belirlemek için kullanılır. Kendall'in tau istatistiği olarak da bilinen bu test, hidro-meteorolojik zaman serileri içerisindeki trendlerin tespit edilmesinde sıklıkla kullanılan bir analizdir (Zhang vd., 2001; Yue vd., 2002).

Mann Kendall S testi istatistiği Formül 1'deki şekliyle belirlenir. Bu eşitlikteki $(x_j - x_k)$ değeri ise Formül 2 ile hesaplanır:

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

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

x_j ile x_k 'daki değerler j ve k yıllarındaki yıllık değerleri; n : veri sayısını; sgn : işaret fonksiyonunu ifade etmektedir.

Eğer veri sayısı 10'dan büyükse ($n > 10$ ise) S ortalama ile varyansla yaklaşık olarak normal dağılır. Bu durumda ise Z testi kullanılır. Bunun için ilk olarak, S 'nin varyansı, bağların mevcut olabileceğini hesaba katan Formül 3'deki denklemlerle hesaplanır:

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right] \quad [3]$$

Formül 3'deki q bağlı grupların sayısını; t_p ile p^{th} ise gruptaki veri değerlerinin sayısını ifade etmektedir.

Test istatistiği olan Z değeri Formül 1'deki S ile Formül 3'deki $\text{Var}(S)$ kullanılarak Formül 4'deki denklemlerle elde edilir:

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

Elde edilen Z 'nin pozitif değeri artan, negatif değeri ise azalan gidişin olduğunu gösterir. Değerlerin anlamlılık seviyeleri (α) ise 0,001; 0,01 ve 0,05'tir (Salmi vd., 2002). Bu metot eksik verilerin varlığına izin verdiği için ve verilerin belirli bir dağılıma uyma zorunluluğu aramadığı için kullanışlıdır (Yu vd., 1993).

1.1.Sen'in Trend Eğim Metodu

Zaman serisi içerisinde lineer bir trend mevcut ise gerçek eğilimi tahmin etmek için Sen'in parametrik olmayan metodu kullanılır. Bu durum eğilimin doğrusal olduğunun varsayılabilirdiği durumlarda kullanılabilir (Salmi vd., 2002). Lineer model $f(t) = Q_t + B$ olarak açıklanır.

Burada j ve k zamanındaki veriler x_j ve x_k olmak üzere ($j > k$ olmak şartı ile);

$$N = \frac{n(n - 1)}{2} \quad [5]$$

n : Zaman periyotlarının sayısını ifade etmektedir. Q_i ($i= 1,2, \dots, n$) değeri Formül 6'deki denklemle elde edilir.

$$Q_i = \frac{(x_j - x_k)}{j - k} \quad (j = 1, 2, \dots, N) \quad [6]$$

Elde edilen Q_i değeri küçükten büyüğe doğru sıralanır. N adet Q_i değerlerinin medyanı, Sen'in eğim estimatörünü yani lineer eğim parametresini tahmin etmektedir. N sayısının tek olması durumunda Formül 7; çift olması durumunda ise Formül 8 kullanılır:

$$Q = Q_{(N+1)/2} \quad [7]$$

$$Q = \left\{ \frac{1}{2} [Q_{N/2} + Q_{(N+2)/2}] \right\} \quad [8]$$

1.2.Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı

Mann-Kendall (M-K), tau'nun (τ) hesaplanmasında, çözümlemesi yapılan x_i gözlemleri, orijinal dizisi yerine küçükten büyüğe dizilmesi sonucunda oluşan sıra numaralarındaki **ki** dizileri üzerine oluşturur. Yani öncelikle her terimin kaçınıcı sırada yer aldığını bulur ve buna göre sıralı dizi **ki** elde edilir. Daha sonrasında P

istatistiği hesaplanır. Elde edilen **ki** dizilerindeki birinci terimin değeri ikinci terimin değerinden N 'inci terime kadar dizide bulunan tüm terimlerin değerleriyle karşılaştırılır. k_1 'i aşan terimlerin sayısı bulunarak n_1 olarak gösterilir. Aynı işlem ikinci terim değeri ile ondan sonraki terimler terimler arasında yapılır ve k_2 'yi aşan sonraki terimlerin sayısı n_2 olarak gösterilir. Yapılan işlemler k_{n-1} 'e kadar dizideki her terim için yapılır. n_i 'lerin toplamı Formül 9'da gösterilen P istatistiğinin elde edilmesini sağlar (Türkeş vd., 2007: 62; Türkeş, 2011: 86).

$$P = \sum_{i=1}^n r_i \quad [9]$$

Mann-Kendall örneklem değeri (τ) N ve P 'den yararlanılarak Formül 10'daki gibi hesaplanır:

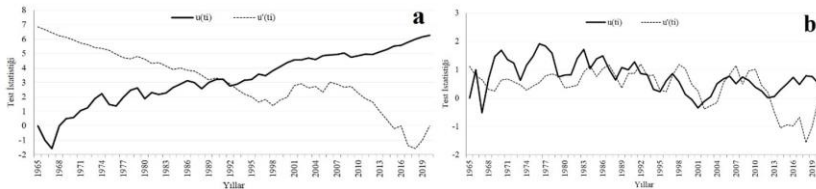
$$\tau = \frac{4P}{N(N-1)} - 1 \quad [10]$$

Tau (τ)'nun anlamlılık sınaması (τ_t), Formül 11'teki gibi hesaplanır:

$$\tau_{(t)} = 0 \mp t_g \sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}} \quad [11]$$

Burada t_g normal dağılımda istenilen anlamlılık düzeyine karşılık gelen değeri oluşturmaktadır. Uygulamalarda t_g için %95 güven aralıklarına karşılık gelen 1.960 kritik değeri kullanılabilir. Bu değer 0'dan büyük olması durumunda artan, 0'dan küçük olması durumunda ise azalan yönde bir eğilimin olduğu söylenebilir (Mann, 1945; Kendall, 1975; Türkeş vd., 2007: 62; Türkeş, 2011: 86).

Mann-Kendall $u(t)$ değerinin anlamlı olması durumunda $u(t)$ sıfırdan büyük ise artan sıfırdan küçük ise azalan yönde bir eğilimin olduğu kabul edilebilir. M-K sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerinde temel bir kural olarak her iki eğrinin de birkaç kez üst üste gelişi dizide herhangi bir eğilimin bulunmadığını; her iki eğrinin birbirini kesip ayrıldıktan sonraki nokta artma/azalma eğiliminin başladığı nokta ya da değişkenlik noktası olarak kabul edilir (Şekil 2) (Sneyers, 1990; Türkeş, 1996; Türkeş vd., 2002a)



Şekil 2. $u(t)$ - $u'(t)$ grafiğinde eğilimin olması (a) olmaması (b) durumu.

Çalışmadaki Mann-Kendall Sen Slope trend analizi Finlandiya Meteoroloji Enstitüsü tarafından hazırlanan MAKENSES Excel paket programı kullanılarak analizler yapılmıştır (Salmi vd., 2002).

2. Bulgular

Çalışmada Şanlıurfa ilindeki Şanlıurfa merkez, Akçakale, Birecik, Ceylanpınar ve Siverek istasyonlarının Mann-Kendall (MK), Sen Slope (S) yöntemleriyle yağış ve sıcaklık trend analizi yapılmıştır. Analizler mevsimlik ve yıllık olarak gerçekleştirilip yağış ve sıcaklıklarda istatistiksel olarak anlamlı artma/azalma eğiliminin olup olmadığı değerlendirilmiştir. Buna göre elde edilen Z değerinin kritik anlamlılık düzeyi %95 güven aralığında yorumlanmıştır. Z değeri +1.96'ya eşit ya da büyük ise anlamlı artan; -1.96'ya eşit ya da küçük ise anlamlı azalan trend olduğu kabul edilmiştir. Bu değer ± 1.96 değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan eğilimin olduğu kabul edilmiştir.

2.1. Yağış Dizilerindeki Eğilimler

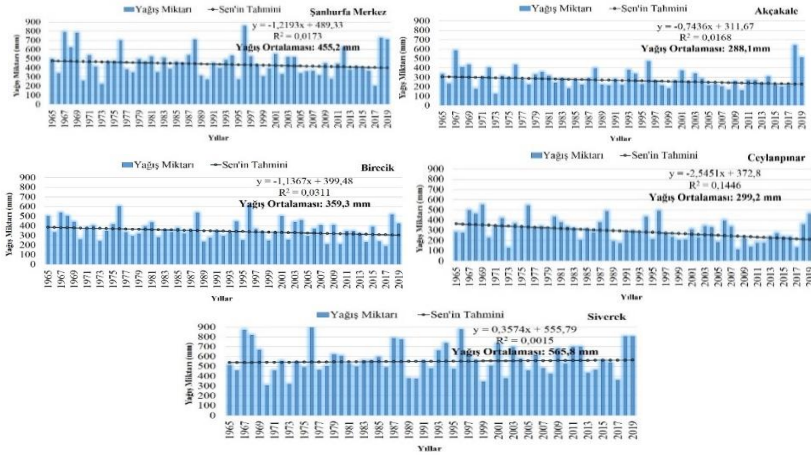
Şanlıurfa ilindeki istasyonların uzun yıllık (1965-2019) ortalama yağış değerleri güneydeki Akçakale (228,1mm) ve Ceylanpınar (299,2mm) istasyonlarından kuzeydeki Siverek (455,2mm) istasyonuna doğru artmaktadır. Yapılan eğilim sonuçlarına göre Siverek istasyonundaki yağışlarda anlamlı olmayan artışlar görülürken, diğer istasyonlarda anlamlı olan/olmayan azalma eğilimlerinin varlığı görülmektedir.

Şekil 3'teki grafiklerde yağış değerlerinin Sen'in tahminine göre eğilimleri görülmektedir. Yağıştaki azalma eğilimin en fazla olduğu istasyonun azalma trendiyle Ceylanpınar'da olduğu (-2,5mm/yıl); en az olduğu istasyonun ise Akçakale (-0,7mm/yıl) olduğu görülmektedir. Diğer istasyonlardaki azalma eğilimleri Şanlıurfa merkezde -1,2mm/yıl; Birecik'te -1,1 mm/yıl'dır. Araştırma sahasında tek artma eğilimine sahip olan Siverek istasyonundaki artma eğilimi ise 0,4 mm/yıl'dır (Şekil 3).

Mann-Kendall (M-K) Sen Slope Testi (S) sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir. Mann Kendall (Z değeri) yıllık ortalama yağış miktarı sonuçlarına göre: Akçakale ve Ceylanpınar istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı azalmaların varlığı kabul edilirken (Akçakale'de azalma eğilimi 0.05 düzeyinde anlamlı; Ceylanpınar'da 0.01 düzeyinde anlamlı azalmalar görülmektedir); Merkez ve Birecik istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalmaların;

Siverek istasyonunda ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artışların yaşandığı görülmektedir (Tablo 2).

M-K mevsimlik yağış eğilimlerinde ilkbahar ve kış mevsimlerinde Ceylanpınar'da istatistiksel olarak anlamlı azalmaların yaşandığı (İlkbahar mevsimindeki azalma 0.05; yaz mevsimindeki azalma 0.01 düzeyinde anlamlıdır) görülürken aynı mevsimlerde diğer istasyonlarda anlamlı olmayan azalmaların yaşandığı; yaz mevsiminde tüm istasyonlarda anlamlı olmayan artışların yaşandığı; sonbahar mevsiminde ise Şanlıurfa merkez, Akçakale ve Birecik'te anlamlı olmayan artışların; Birecik ve Ceylanpınar'da ise anlamlı olmayan azalmaların yaşandığı görülmektedir (Tablo 2).



Şekil 3. Araştırma sahasındaki istasyonların yağış eğilimleri (1965-2019).

Tablo 2. Araştırma sahasındaki istasyonların Mann-Kendall, Sen Slope yağış eğilimleri.

İstasyonlar		Yıllık	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Merkez	Mann-Kendall	-1,09	-1,09	1,05	0,04	-0,89
	Sen'in Tahmini	-1,39	-0,67	0,03	0,04	-0,97
Akçakale	Mann-Kendall	-2,00*	-0,90	0,62	0,45	-1,68
	Sen'in Tahmini	-1,44	-0,47	0,00	0,09	-0,91
Birecik	Mann-Kendall	-1,65	-0,94	0,57	-0,86	-0,85
	Sen'in Tahmini	-1,34	-0,50	0,01	-0,27	-0,55
Ceylanpınar	Mann-Kendall	-2,92**	-2,00*	0,72	-1,14	-2,89**

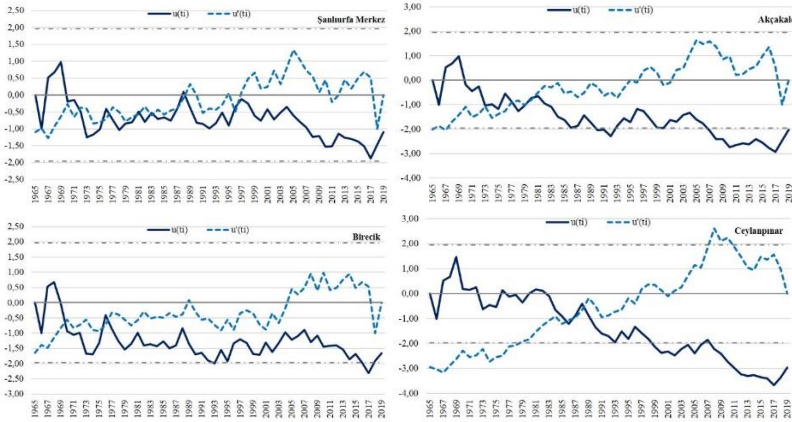
Şanlıurfa İlinin Yağış-Sıcaklık Eğilimleri

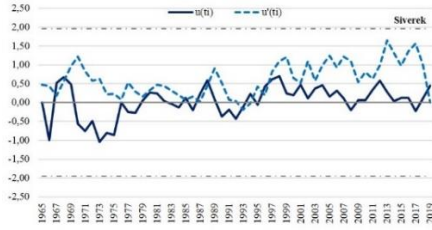
Siverek	Sen'in Tahmini	-2,68	-1,00	0,00	-0,30	-1,42
	Mann-Kendall	0,45	-0,70	1,66	0,57	-0,10
	Sen'in Tahmini	0,51	-0,46	0,12	0,26	-0,18

*: 0.05: düzeyinde; **:0.01 düzeyinde; ***:0.001 düzeyinde anlamlıdır.

Sen Slope Testi sonuçlarına göre yıllık yağış eğilimleri, Siverek istasyonu dışında sahadaki tüm istasyonlarda pozitif eğilim; İlkbahar ve kış mevsimi yağışlarında tüm istasyonlarda negatif eğilim; yaz mevsiminde pozitif eğilim (Ceylanpınar ve Akçakale istasyonlarında bu mevsimde eğilim yoktur); sonbaharda ise Birecik ve Ceylanpınar'da negatif eğilim, Şanlıurfa merkez, Akçakale ve Siverek'te pozitif eğilim göstermektedir (Tablo 2).

Yıllık yağış miktarlarında gözlenen değişim, M-K $u(t)$ ve $u'(t)$ çizimlerine dayanan değerlendirmelerle ortaya konulmuştur. Bu değerlendirmelere göre yağışlardaki azalma Akçakale istasyonunda %5 anlamlı iken; Ceylanpınar istasyonunda %1 düzeyinde anlamlıdır. Bu iki istasyondaki azalmalardan Ceylanpınar istasyonunda son 20 yıldaki azalmalardan ilk 10 yılda görüleni %5 düzeyinde anlamlı iken geriye kalan diğer 10 yıldaki yağışlar ise %1 düzeyinde anlamlıdır. Akçakale istasyonunda son 10 yıldaki yağışlar %5 düzeyinde anlamlı azalmalar göstermektedir (Şekil 4).



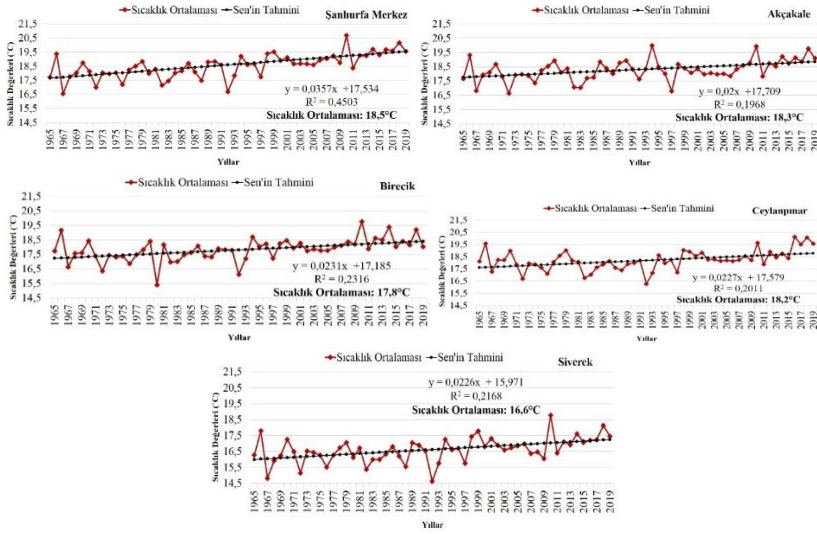


Şekil 4. Araştırma sahasındaki istasyonların Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlenmesinden elde edilen yıllık $u(t)$ - $u'(t)$ yağış dizilerindeki eğilimler (---) normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki $\pm 1,96$ değerini göstermektedir).

2.2. Sıcaklık Dizilerindeki Eğilimler:

Araştırma sahasındaki istasyonların uzun yıllık ortalama sıcaklıkları (1965-2019) güneydeki Akçakale ($18,3^{\circ}\text{C}$), Ceylanpınar ($18,2^{\circ}\text{C}$) istasyonları ile Şanlıurfa merkezden ($18,5^{\circ}\text{C}$) kuzeydeki Siverek ($16,6^{\circ}\text{C}$) istasyonuna doğru azalmaktadır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen trend denklemi eğilimlerine göre sıcaklıklar anlamlı artış eğilimindedir. Uzun yıllık ortalama sıcaklıklarda yaşanan artış eğiliminin en fazla olduğu istasyon Şanlıurfa merkez ($0,04^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$)'dir. Diğer istasyonlardaki artış eğilimi ise (Akçakale, Birecik, Ceylanpınar ve Siverek'te) $0,02^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ 'dir (Şekil 5). Şanlıurfa merkezdeki sıcaklık eğiliminin, tropikal kökenli hava kütlelerinin daha çok etkisinde kalan güneydeki Akçakale ve Ceylanpınar istasyonlarından daha yüksek eğilim göstermesi, iklim değişikliğine bağlı olarak tropikal kökenli hava kütlelerinin sıklığı yanında şüphesiz ki Şanlıurfa merkezdeki şehrsel ısı adasıyla da ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Nitekim bu durum Şanlıurfa merkezdeki uzun yıllık ortalama sıcaklıkların ($18,5^{\circ}\text{C}$); yükseltisi daha az ve olan Şanlıurfa merkeze göre, Akçakale ($18,3^{\circ}\text{C}$) ve Ceylanpınar ($18,2^{\circ}\text{C}$) istasyonlarındaki sıcaklıklardan daha yüksek değer göstermesi, sahadaki kentsel ısı adasıyla ilişkili olarak artışların yaşanabileceğini ortaya koymaktadır (Şekil 5).

Şanlıurfa İlinin Yağış-Sıcaklık Eğilimleri



Şekil 5. Araştırma sahasındaki istasyonların sıcaklık eğilimleri (1965-2019).

Uzun yıllık ortalama sıcaklıkların Mann-Kendall (M-K) Sen Slope Testi sonuçlarına göre; artış (pozitif) eğilimi görülmektedir. Bu artışlar yıllık ve yaz sıcaklık ortalamalarında 0.001 düzeyinde anlamlıdır (Sadece Ceylanpınar'da yaz mevsimindeki sıcaklık ortalamaları 0.01 düzeyinde anlamlıdır). Kış mevsimindeki sıcaklıklar Şanlıurfa merkez, Birecik ve Siverek istasyonlarında 0.01 düzeyinde anlamlı iken; Akçakale'de 0.05 düzeyinde anlamlıdır. Sonbahar mevsimindeki sıcaklıklar, Şanlıurfa merkez istasyonunda 0.001 düzeyinde; Ceylanpınar istasyonunda 0.05 düzeyinde anlamlıdır. İlkbahar mevsimindeki artışlar ise Şanlıurfa merkez istasyonunda 0.001 düzeyinde; Birecik istasyonunda 0.01 düzeyinde; Ceylanpınar ve Siverek istasyonlarında 0.05 düzeyinde anlamlıdır (Tablo 3). Sen Slope eğilim sonuçlarına göre; bütün istasyonlarda yıllık/mevsimlik sıcaklıklarda artış eğilimi hâkimdir. Artış eğilimleri 0,01 °C/yıl ile 0,05 °C/yıl arasında değişmektedir. Artış eğiliminin en yüksek olduğu istasyon (0,03°C/yıl ile 0,05°C/yıl arasında değişen artış eğilimiyle) Şanlıurfa merkez iken; en az olduğu istasyon Akçakale (0,02°C/yıl ile 0,01°C/yıl arasında değişen artış eğilimiyle)'dir (Tablo 3).

Tablo 3. Araştırma sahasındaki istasyonların Mann-Kendall, Sen Slope sıcaklık eğilimleri.

İstasyonlar	Yıllık	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Merkez	Mann-Kendall	5,58***	3,66***	5,63***	3,35***	3,13**
	Sen'in	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03

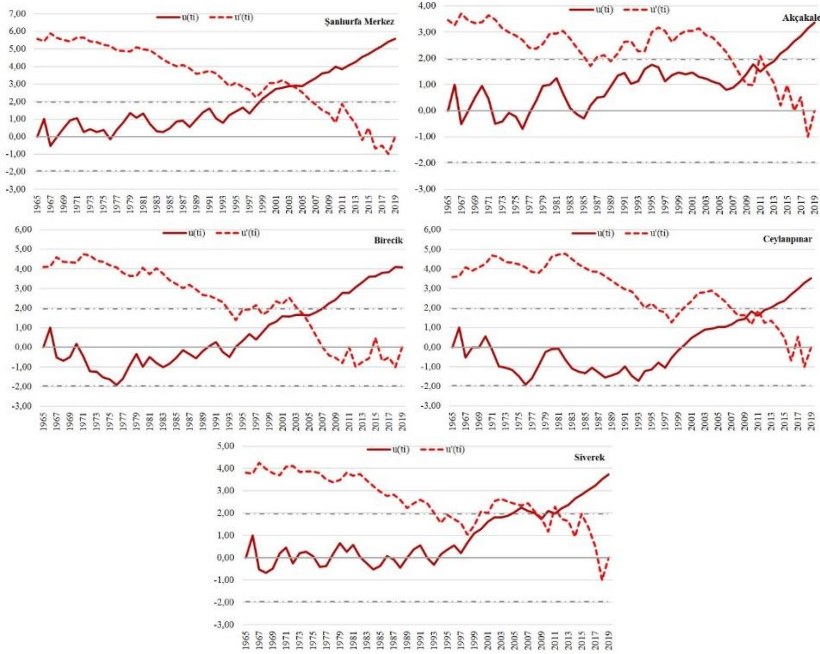
	<i>Tahmini</i>					
Akçakale	Mann-Kendall	3,41***	1,92	3,85***	1,76	2,10*
	<i>Sen'in Tahmini</i>	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
Birecik	Mann-Kendall	4,07***	2,89**	3,36***	1,83	2,77**
	<i>Sen'in Tahmini</i>	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03
Ceylanpınar	Mann-Kendall	3,55***	2,12*	3,26**	2,41*	1,95
	<i>Sen'in Tahmini</i>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Siverek	Mann-Kendall	3,77***	2,36*	3,94***	0,64	2,66**
	<i>Sen'in Tahmini</i>	0,02	0,03	0,03	0,01	0,03

*: 0.05; düzeyinde; **:0.01 düzeyinde; ***:0.001 düzeyinde anlamlıdır.

Türkiye'nin güneydoğusunda bulunan araştırma sahasının gerek güneyindeki tropikal kökenli dolaşimlarla sıkı etkileşim halinde olduğu gerekse şehirselleşen alanlardaki yapılaşmalara bağlı yaşanan şehir ısı adası etkisiyle sıcaklık değerlerinin zaman serisi içerisinde yüksek değerlerde seyretmesine neden olmuştur. Sıcaklıklarda yaşanan bu artış şehirleşmenin en yoğun olduğu Şanlıurfa merkez için özellikle dikkat çekicidir.

Yıllık sıcaklık ortalamalarındaki gözlenen değişimler $u(t)$ ve $u'(t)$ çizimlerine dayanarak değerlendirildiğinde sıcaklık artışlarının uzun süreli sistematik artış eğiliminde olduğu ve %1'i (+3.291) aştığı görülmektedir. Bu istasyonlardaki uzun süreli anlamlı ve kuvvetli ısınma eğilimlerinin Şanlıurfa merkez ve Birecik istasyonlarında 2003 yılından sonra; Akçakale, Ceylanpınar ve Siverek istasyonlarında ise 2010 yılından sonra belirgin bir şekilde yaşandığı görülmektedir (Şekil 6).

Şanlıurfa İlinin Yağış-Sıcaklık Eğilimleri



Şekil 6. Araştırma sahasındaki istasyonların Mann-Kendall sınavasının ardışık çözümlemesinden elde edilen yıllık $u(t)$ - $u'(t)$ yağış dizilerindeki eğilimler ((---) normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki $\pm 1,96$ değerini göstermektedir).

3.Tartışma

Makro iklim koşulları altında incelendiğinde Türkiye'nin büyük bir bölümü subtropikal kuşakta karaların batı kısmında oluşan ve "Akdeniz İklim Tipi" olarak da tanımlanan jenetik bir iklim sahası içerisinde bulunur. Bu sahanın kuzeyinde kutbi (mP/cP); güneyinde ise tropikal hava kütlelerinin (mT/cT) çekirdek sahaları bulunmaktadır (Eriñç, 1996: 295).

Etkili olan bu hava kütleleri değişik denizler ve kara parçalarının takip ederek çeşitli değişikliklere uğrarlar. Ayrıca topoğrafyada kısa mesafedeki hızlı değişim gibi özellikler de Türkiye ikliminde etkili olan en önemli parametrelerden biridir (Kadioğlu, 2007: 90). Gerek planeter gerekse coğrafı faktörlere bağlı olarak Türkiye'de farklı iklim tiplerine sahip çeşitli iklim bölgeleri ortaya çıkmıştır.

Araştırma sahasının içinde bulunduğu alan yaz mevsiminde çok sıcak ve kurak, kış mevsiminde ılık ve yağışlı iklim özelliğine sahiptir. Sahada kış mevsiminde orta enlem siklonlarının güzergâhları

ve sıklığına bağlı olarak yağışların geliştiği görülmekteyken, yaz mevsiminde çoğunlukla Güney ve Güneybatı Asya üzerine yerleşmiş olan Muson alçak basıncının etkisinde kalarak bu dönemde çok sıcak ve kurak iklim koşullarının yaşandığı görülmektedir. Sahaya Akdeniz üzerinden sokulan hava kütleleri yağışa neden olurken, karalar üzerinden hareket eden hava kütleleri kuraklık koşullarının yaşanmasına neden olmaktadır. Kuraklıklar ayrıca, teleconnection (uzakbağlantı) mekanizması, jet akımlarının konumu, siklon güzergâhları, 700 ve 500 hPa yükseklik serilerindeki dalgalanmalar gibi atmosferin termodinamik koşullarındaki değişimlerle de ilgili olduğu söylenebilir (Deniz ve Karaca, 1995; Türkeş, 1998; Xoplaki vd., 2004).

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde araştırma sahasındaki istasyonların sıcaklık değerlerinde artış eğiliminin olduğu; yağış değerlerinde ise (Siverek dışında) azalma eğiliminin olduğu tespit edilmiştir. Siverek istasyonunun yağış eğiliminin diğer istasyonlardan farklı karakter göstermesi üzerinde bu istasyonun diğer istasyonlardan daha nemli iklim özelliği göstermesi neden olmaktadır. Yağış ve sıcaklık eğilimlerinde dikkat edilmesi gereken temel nokta yağış ve sıcaklık değeri arasında bir negatif korelasyonun olması durumudur. Bu durum sahada yaşanan kuraklıkların sadece yağış azlığına bağlı olarak meydana gelemeyip aynı zamanda artan sıcaklık eğilimleriyle de ilişkili olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır. Nitekim, Yılmaz (2020), çalışmasında araştırma sahasının bulunduğu alanın “Thornthwaite sıcaklık indisinde artış, yağış indisinde ise azalma eğilimleri” tespit etmiş ve sahanın “su fazlası azalan, su noksanı artan” (Yılmaz, 2019) yerler arasında bulunduğunu ifade etmiştir. Elde edilen bulgulardaki gibi araştırma sahasındaki sıcaklıklarda görülen artış (Acar-Deniz ve Gönençgil, 2017; Bahadır, 2011; İçel ve Ataol, 2014; Kadioğlu, 1997; Türkeş vd., 2002b; Türkeş vd., 2005), yağışlarda görülen azalma (Bahadır, 2011; Çiçek ve Duman, 2015; İçel ve Ataol, 2014; Türkeş, 1996; Türkeş, 1998; Türkeş vd., 2005; Türkeş vd., 2007; Türkeş vd., 2009) eğilimleri araştırma sahasının içinde bulunduğu çalışmalarda elde edilen bulgularla ortak özelliklere sahiptir.

Özellikle sıcaklıklarda yaşanan artış eğiliminin son yıllarda yükselip yağış eğiliminin de azalması, İklim değişikliğine bağlı gelişen atmosferik koşullarla ilişkili olabileceği gibi araştırma sahasındaki artan şehirleşmeye bağlı gelişen kentsel ısı adasıyla da ilişkili olduğunu söylemek mümkündür. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013) raporuna göre araştırma sahasının da içinde bulunduğu alanda küresel iklim değişikliğine bağlı olarak

yaşanan küresel ısınmanın evapotranspirasyonu arttırarak bölgenin kuraklıktan etkilenebilirlik riskinin artacağı öngörülmektedir.

Yaşanan iklim değişikliğinin araştırma sahası açısından en önemli tehlikesi ise 30° enlemi civarındaki antisiklon bandının dünyanın ortalama sıcaklığının artmasıyla (kuzey yarım kürede) kuzeye doğru kaymasıdır (Frierson vd., 2007; Quan vd., 2004; Seidel vd., 2007; Johanson ve Fu, 2009). Bu durum araştırma sahasının daha güneydeki Suriye ve Irak iklimine benzer iklim özellikleriyle çölleşme riskiyle karşı karşıya olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç

Türkiye bulunduğu konumu itibarıyla iklim değişikliğinden en çok etkilenecek sahalardan birinde yer almaktadır. İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin en önemli sonuçları arasında ekstrem hava olaylarına (aşırı sıcaklar/soğuklar, seller, kuraklıklar vb.) bağlı olarak iklimin ekoloji üzerinde olumsuz etkiler oluşturması yer almaktadır.

Çalışmadaki bulgular sahadaki artan sıcaklık eğilimiyle azalan yağış eğilimini (Siverek istasyonu istisna) ortaya koymaktadır. Özellikle sahadaki sıcaklık eğilimlerinin tüm istasyonlarda anlamlı olması, yağış değerinin ise güneydeki istasyonlarda anlamlı azalma eğilimi olması bölgedeki kuraklıkların yağış azlığı dışında artan sıcaklıklara bağlı yaşanan evapotranspirasyonla da ilişkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışmadaki analiz sonuçları diğer çalışmalardan elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Özellikle sıcaklıklarda yaşanan artış eğiliminin son yıllarda yükselip yağış eğilimlerinin de azalması, İklim değişikliğine bağlı gelişen atmosferik koşullarla ilişkili olabileceği gibi artan şehirleşmeye bağlı gelişen şehir ısı adasıyla ilişkili olduğunu söylemek mümkündür.

Araştırma sahasının iklim özelliği itibarıyla kurak-yarı kurak iklim özelliğine sahip olması sahada yaşanan/yaşanacak kuraklıklardan olumsuz bir şekilde etkilenmesine neden olmaktadır. Şanlıurfa ilinin Türkiye üzerinde kuraklığın en çok hissedildiği ve en hassas sahalardan birinde yer alması, bölgede daha sık yaşanacak sıcaklık artışı, yağış azalması ve 30° enlemi civarındaki antisiklon bandının kuzeye kaymasıyla sahanın çölleşme süreçlerinden olumsuz bir şekilde etkilenmesine neden olacaktır.

Artan sıcaklık azalan yağış eğilimleri gerek sahadaki tarımsal ürün desenlerini olumsuz etkilemesi gerekse sahadaki su kaynaklarının evapotranspirasyonla varlığını tehlikeye atması açısından önemli riskler oluşturacağı bir gerçektir. Elde edilen bulgular neticesinde öngörülen tarımsal, hidrolojik ve bunlara bağlı

yaşanabilecek sosyoekonomik sorunlar, sahanın sürdürülebilir politikalarla hareket ederek risk odaklı yapısal reformların oluşturulmasını gerekli kılmaktadır.

Kaynakça

- Acar, Z. (2018). İç Anadolu Bölgesi'nin Ekstrem Sıcaklık Özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 70, 93-99.
- Acar-Deniz, Z. ve Gönençgil, B. (2017). Türkiye'nin Sıcaklık Ekstremlerindeki Değişkenlikler. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, 35, 41-54.
- Bahadır, M. (2011). Güneydoğu Anadolu Proje (GAP) Alanında Sıcaklık ve Yağışın Trend Analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(16), 46-59.
- Cosun, F. ve Karabulut, M. (2009). Kahramanmaraş'ta Ortalama, Minimum ve Maksimum Sıcaklıkların Trend Analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 53, 41-50.
- Coşkun, S. (2020). Van Gölü Kapalı Havzasında Yağışların Trend Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(2), 521-532.
- Çiçek, İ. ve Duman, N. (2015). Seasonal and Annual Precipitation Trends in Turkey. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 10(2), 77-84.
- Deniz, A. ve Karaca, M. (1995). Analysis of Cyclone Tracks Over Turkey. *Journal of ITU*, 53, 59-66
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları*. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Frierson, D. M. W., Lu, J. & Chen, G. (2007) Width of the Hadley Cell in Simple and Comprehensive General Circulation Models. *Geophysical Research Letters*, 34, L18804.
- Gönençgil, B. ve İçel, G. (2010). Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler (1975-2006). *Türk Coğrafya Dergisi*, 55, 1-12.
- İçel, G. ve Ataoğlu, M. (2014). Türkiye'de Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ile Yağışlarda Eğilimler ve NAO Arasındaki İlişkileri (1975-2009). *Türk Coğrafya Dergisi*, 28, 55-68.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. In S. Solomon, Qin, D., M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, & H. L. Miller (Eds.), *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. In C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor & P. M. Midgley (Eds.), *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P. M. Midgley (Eds.). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Johanson, C. M. & Fu, Q. (2009) Hadley Cell Widening: Model Simulations Versus Observations. *Journal of Climate*, 22, 2713-2725.
- Kadioğlu, M. (1997). Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey. *International Journal of Climatology*, 17, 511-520.
- Kadioğlu, M. (2007). *Küresel İklim Değişimi ve Türkiye Bildiğiniz Havaların Sonu*. İstanbul: Güncel Yayıncılık Ltd. Şti.
- Kendall, M. G. (1975). *Rank Correlation Methods*. Oxford, England London: Charles Griffin.
- Kızılelma, Y., Çelik, M. A. ve Karabulut, M. (2015). İç Anadolu Bölgesinde Sıcaklık ve Yağışların Trend Analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 1-10.
- Kuglitsch, F. G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P. M., Zerefos, C. S., Türkeş, M. & Luterbacher, J. (2010). Heat Wave Changes in the Eastern Mediterranean Since 1960. *Geophysical Research Letters*, 37(4), L04802.
- Lazaro, R., Rodrigo, F. S., Gutierrez, L., Domingo, F. & Pungdefabregas, 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.
- Maheras, P., Flocas, H., Tolika, K., Anagnostopoulou, C. & Vafiadis, M. (2006). Circulation Types and Extreme Temperature Changes in Greece. *Climate Research*, 30(2), 161-174. doi:10.3354/ cr030161.

- Mann, H. B. (1945). Non-Parametric Test Against Trend. *Econometrika*, 13, 245-259.
- Quan X. W., Diaz, H. F. & Hoerling, M. P. (2004). Changes in the Tropical Hadley Cell since 1950. The Hadley Circulation: Present, Past, and Future. *Advances in Global Change Research*, 21, 85–120.
- Salmi T., Määttä A., Anttila P., Ruoho-Airola T. & Amnell T. (2002). *Detecting Trends Of Annual Values Of Atmospheric Pollutants By The Mann-Kendall Test And Sen's Slope Estimates -The Excel Template Application Makesens*. Helsinki: Finnish Meteorological Institute Publications on Air Quality No. 31.
- Seidel, D. J., Fu, Q., Randel, W.J. & Reichler, T. J. (2007). Widening of the Tropical Belt in a Changing Climate. *Nature Geoscience*, 1, 21-24.
- Sneyers, R. (1990) *On the Statistical Analysis of Series of Observations*, WMO Technical Note, No. 143, Geneva: World Meteorological Organization (WMO).
- Tatlı, H. (2017). Detection Climate-Change From A Seasonal Perspective Over Turkey. *International 8th Atmospheric Sciences Symposium ATMOS2017, 1-4 November 2017* (s. 636-644). İstanbul, Turkey.
- Tecer, L. H. & Cerit, O. (2009). Temperature Trends and Changes in Rize, Turkey, for the Period 1975 to 2007. *Journal Clean Water Soil and Air*, 37, 1-10.
- Tošić, I. & Unkašević, M. (2005). Analysis of Precipitation Series for Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology*, 80, 67-77.
- Türkeş, M. (1996) Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey, *International Journal of Climatology*, 16, 1057-1076.
- Türkeş, M. (1998) Influence of Geopotential Heights, Cyclone Frequency and Southern Oscillation on Rainfall Variations in Turkey, *International Journal of Climatology*, 18, 649-680.
- Türkeş, M. (2003). Küresel İklim Değişikliği ve Gelecekteki İklimimiz. M. Türkeş (Ed.), *23 Mart Dünya Meteoroloji Günü Kutlaması Gelecekteki İklimimiz Paneli, Bildiriler Kitabı İçinde*, (s. 12-37). Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26-37.

- Türkeş, M. (2017). Türkiye'nin İklimsel Değişkenlik ve Sosyo-Ekolojik Göstergeler Açısından Kuraklıktan Etkilenebilirlik ve Risk Çözümlemesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26(2), 47-70.
- Türkeş, M. (2011). Akhisar ve Manisa Yörelerinin Yağış ve Kuraklık İndisi Dizilerindeki Değişimlerin Hidroklimatolojik ve Zaman Dizisi Çözümlemesi ve Sonuçların Çölleşme Açısından Coğrafi Bireşimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9, 79-99.
- Türkeş, M. (2020). *Climate and Drought in Turkey*. Nilgün B. Harmancıoğlu ve Doğan Altınbilek (Ed.), *Water Resources of Turkey* (s.85-125). Germany: Springer.
- Türkeş, M., Koç, T. ve Sarış, F. (2007). Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(1), 57-73.
- Türkeş, M., Koç, T. ve Sarış, F. (2009). Spatiotemporal Variability of Precipitation Total Series Over Turkey. *International Journal of Climatology*, 29(8), 1056-1074.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. & Kılıç, G. (2002a). Persistence and Periodicity in the Precipitation Series of Turkey and Associations With 500 hpa Geopotential Heights. *Climate Research*, 21, 59-81.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Demir, İ. (2002b). 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.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Yıldırım, Y. E. (2005). GAP Bölgesi'nde Gözlenen Uzun Süreli İklimsel Değişimlerin ve Eğilimlerin Zaman Dizisi Çözümlemeleri. *Ulusal Coğrafya Kongresi 2005 (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına) bildiriler kitabı* içinde (s. 373-384). İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, İstanbul.
- World Meteorological Organization (WMO). (2016). *WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015*. WMO - No. 1167. WMO: Author.
- Xoplaki, E., González-Rouco, J. F., Luterbacher, J. & Wanner, H. (2004). Wet Season Mediterranean Precipitation Variability: Influence of Large-Scale Dynamics and Trends. *Climate Dynamics*, 23, 63-78
- Yılmaz, E. (2019). Türkiye'de Aylık ve Yıllık Su Noksanları ve Su Fazlalarındaki Eğilimler, *Türk Coğrafya Dergisi*, (72), 65-83.
- Yılmaz, E. (2020). Türkiye'de Thornthwaite İklim İndislerindeki Eğilimler. *Coğrafya Dergisi*, (40), 163-185.

- Yılmaz, E. ve Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite İklim Sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973-3994.
- Yu, Y. S., Zou, S. & Whittemore, D. (1993). Non-Parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. *Journal of Hydrology*, 150, 61-80.
- 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, 254-271.
- Zhang, X., Harvey, K. D., Hogg, W. D. & Yuzyk, T. R. (2001). Trends in Canadian Streamflow. *Water Resources Research*, 37(4), 987-998.

Ek Beyan

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

