



1970-2020 Yılları Arasında Antakya Kahramanmaraş Grabeninde Ekstrem Sıcaklıkların Trend Analizi

Kübra Aydın¹, Murat Karabulut²

^{1*} Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Avşar Kampüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş, (ORCID: 0000-0003-0656-4133), kbrnda4246@gmail.com

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Avşar Kampüsü, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş (ORCID: 0000-0002-1456-6908), mkarabulutksu@gmail.com

(İlk Geliş Tarihi 26 Mayıs 2023 ve Kabul Tarihi 10 Eylül 2023)

(DOI: 10.5281/zenodo.10254598)

ATIF/REFERENCE: Aydın, K. & Karabulut, M. (2023). 1970-2020 Yılları Arasında Antakya Kahramanmaraş Grabeninde Ekstrem Sıcaklıkların Trend Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (52), 46-63.

Öz

İklim sisteminde geçmişten günümüze küresel boyutta uzun veya kısa süreli değişimler meydana gelmiştir. Öncesinde doğal nedenlerle yavaş bir şekilde gerçekleşen bu değişimler, 19. yüzyılda yoğun sanayileşme hareketlerinin başlamasıyla birlikte ekolojik dengede bozulmalara neden olmuştur. Çalışma alanını da içerisine alan Doğu Akdeniz Havzası iklim değişiminden en çok etkilenen alanlar arasında yer almaktadır. Havza'da özellikle yazın sıcaklıklar ortalamaların üzerine çıkarak ekstrem hava olaylarında artışlar yaşanmaktadır. Bu çalışmada, Antakya- Kahramanmaraş grabeni üzerinde 1970-2020 yılları arasını kapsayan 4 istasyona ait günlük maksimum ve minimum sıcaklıkları kullanılmıştır. Sıcaklık ekstremlerinde meydana gelen değişimleri incelemek için R tabanlı RClimdex isimli bir program ve Mann Kendall trend analizi tekniği uygulanmıştır. RClimdex programı kullanılarak WMO (Dünya Meteoroloji Organizasyonu) ve CLIVAR (Okyanus-Atmosfer Sisteminin Değişkenlik ve Öngörülebilirliği)'in önerdiği 15 adet iklim indisi üretilmiştir. Seçilen istasyonların sonuçlarına göre; soğuk ekstrem indislerde azalma eğilimi belirlenirken sıcak ekstremlerde istatistiksel olarak anlamlı artışlar yaşanmıştır. Sıcak gün ve sıcak gecelerde istasyonların tamamında %95 anlamlılık düzeyinde artışlar görülmüştür. Donlu gün sayıları ve soğuk devre süresi indislerinde ise azalmalar gözlenmiştir. Sıcak günlerdeki artışlar nedeniyle sahada gündüz ölçülen sıcaklıklarda önemli yükselmeler gerçekleşirken; sıcak gecelerde meydana gelen artışlarda gece ölçülen sıcaklıklarda dikkate değer yükselmeler tespit edilmiştir. Antakya- Kahramanmaraş grabeninde ekstrem sıcaklık rejiminde meydana gelen değişimlerin doğal çevre ve ekosistemi üzerinde, bölgeye has etkilerinin olabileceği ön görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antakya-Kahramanmaraş, İklim İndisleri, Ekstrem sıcaklık, Mann Kendall

Trend Analysis of Extreme Temperatures in Antakya Kahramanmaraş Graben between 1970-2020

Abstract

In the climate system, long or short-term changes have occurred on a global scale from past to present. These changes, which took place slowly due to natural reasons, caused deterioration in the ecological balance with the beginning of intensive industrialization movements in the 19th century. The Eastern Mediterranean basin, which includes the study area, is among the areas most affected by climate change. Especially in summer, temperatures rise above the average and there is an increase in extreme weather events. In this study, the daily maximum and minimum temperatures of 4 stations on the Antakya- Kahramanmaraş graben covering the years 1970-2020 were used. A program called RClimdex, an R-based software, and Mann Kendall trend analysis technique were applied to examine the changes in temperature extremes. Using the RClimdex program, 15 climate indices recommended by WMO (World Meteorological Organization) and CLIVAR (Variability and Predictability of the Ocean-Atmosphere System) were produced. According to the results of the selected stations; while a decreasing trend was determined in cold extreme indices, statistically significant increases were experienced in hot extremes. Increases at the 95% significance level were observed in all stations during hot days and hot nights. On the other hand, decreases were observed in the number of frost days and cold period indices. Due to the increases in hot days, significant increases occurred in the temperatures measured during the day in the field while significant increases were observed in the temperatures measured at night in the increases that occurred during the hot nights. It is predicted that changes in the extreme temperature regime in the Antakya-Kahramanmaraş graben may have region-specific effects on the natural environment and ecosystem*

Keywords: Antakya-Kahramanmaraş, Climate Indices, Extreme Temperature, Mann Kendall

* Kübra AYDIN: kbrnda4246@gmail.com

1. Giriş

Kompleks bir yapıya sahip olan iklim, yeryüzünde fiziki ve beşerî birçok faktörden etkilenmektedir. 19. yüzyılın ortalarında sanayi devrimiyle artış gösteren sera gazları önemli iklim elemanlarından biri olan sıcaklıklar üzerinde değişimlere sebep olmuştur (Kadioğlu, 1997). Ekstrem sıcaklıklar neticesinde geçmişte uzun süreli sıcak ve soğuk dönemler yaşanırken (Vincent vd., 2005), son yüzyılda küresel ortalama yüzey sıcaklıkları şiddetlenerek artış trendi içerisine girmiştir (Jones vd., 2012). İklimde meydana bu değişimler ekstrem hava olaylarının sıklığı, zamanlaması, yoğunluğu ve süresini değiştirerek gelecekte afet niteliğinde olaylarla sonuçlanabilmektedir (Zhang vd., 2019). IPCC'nin raporunda, 21. yüzyıldan sonra kuraklık, sel ve taşkın gibi ekstrem olayların kısa periyotlarla gerçekleşerek şiddetlendiği tespit edilmiştir (IPCC, 2001). Seneviratne ve diğerlerine göre (2012), ortaya çıkan ekstrem hava olayların devamlılığı halinde doğal çevre ve insan faaliyetleri üzerinde doğrudan olumsuz etkilerin gerçekleşeceği belirtilmiştir. Bu nedenle değişen iklim dinamiklerine karşı uyum sağlayarak önlem almak için ekstrem sıcaklıkların nasıl değiştiğini ve gelecekteki durumunu bilmek önem arz etmektedir.

Son yıllarda küresel ve bölgesel ölçekte iklim ve iklim değişikliği çalışmalarında artışlar yaşanarak daha güncel sonuçlar elde edilmiştir. Alexander vd., (2006)'nin küresel ölçekte 16 sıcaklık indisi kullanarak yaptıkları analizlerde küresel ölçekte minimum sıcaklıklar kullanılarak elde edilen indislerin 20. yüzyılın sonunda belirginleşen ısınmadan dolayı 1951-2003 periyodunda değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada global ölçekte 1901-2010 periyodu için HadEX2 grid veri setinden elde edilen sıcaklık ekstremlerinde artışların olduğu ortaya konulmuştur (Donat vd., 2016). Araştırmacılar geçtiğimiz yüzyıl boyunca dünyanın birçok bölgesinde soğuk ekstrem indislerinin frekans ve yoğunluklarının azalırken sıcak ekstrem indislerde artışların olduğu ve 1980 yılından sonraki on yılda, ortalama olarak en güçlü ısınma eğilimlerinin yaşandığını tespit etmiştir (Donat vd., 2016).

Dünya üzerinde meydana gelen ısınma eğilimi, eşit bir dağılım göstermeyerek orta ve yüksek enlemlerde yer alan ülkelerde daha fazla etkiye sahiptir (Karabulut, 2012). Bu nedenle son yıllarda Doğu Akdeniz Havzası ve çevresindeki ülkeler için uzun yıllar sıcaklık ve yağış elemanlarının değişim ve eğilimleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Türkeş vd., 2007; Türkeş ve Tatlı, 2011; Karabulut, 2015; Topuz, 2017; Aydın ve Karabulut, 2021). Küresel iklim değişiminin en önemli göstergelerinden biri olan ekstrem sıcaklıklarda iklim senaryoları ve gözlem verilerine dayanılarak Doğu Akdeniz Havzası'nda artışların olduğu tespit edilmiştir (Kanber vd., 2007; Türkeş, 2009; Gönençgil ve İçel, 2010). Türkiye coğrafi konumu itibarıyla küresel sıcaklıklardaki ekstremlerden önemli ölçüde etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. Çalışma alanının da içerisinde olduğu Akdeniz Havzası'nda ise ısınma trendlerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir (Türkeş, 2010).

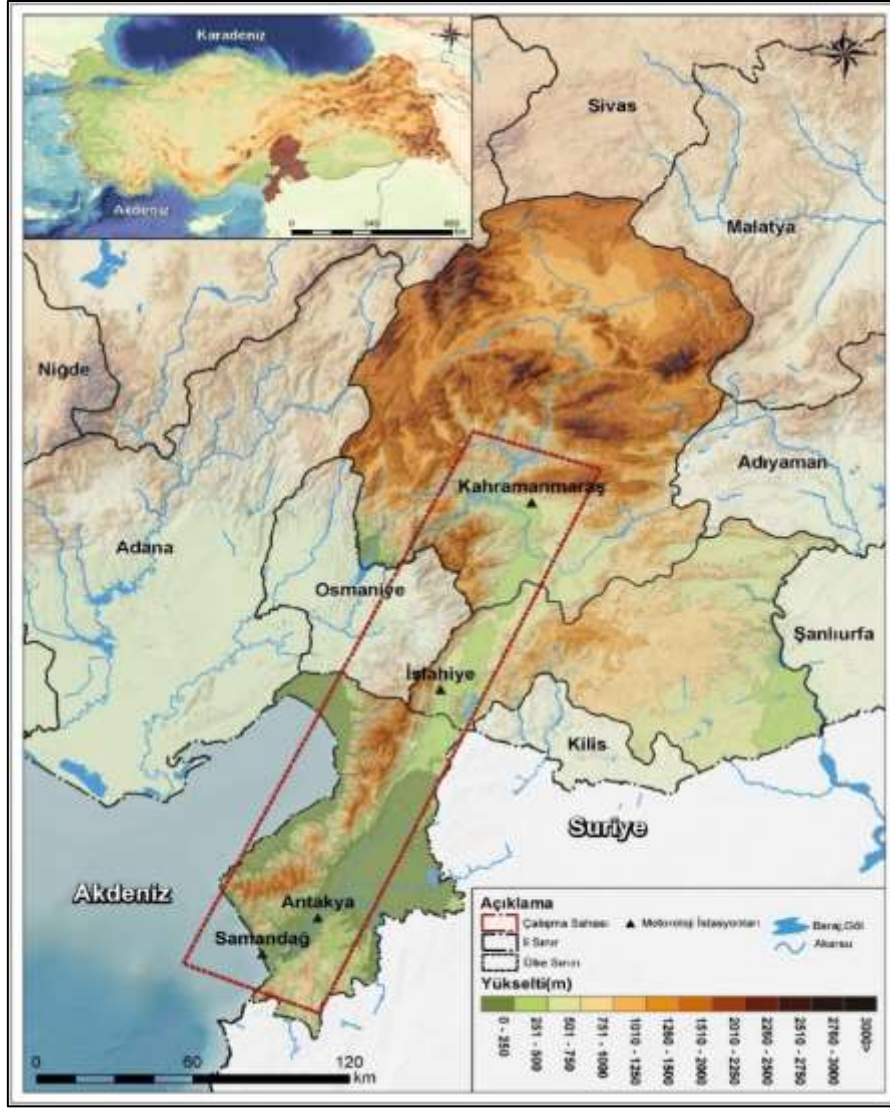
Küresel iklim değişikliği ile birlikte Avrupa'da ekstrem olayların geleceği üzerine Bartholy ve Pongrácz (2007), tarafından yapılan bir çalışmada Karpat Havzası'nda 1961-2001 döneminde ekstrem sıcaklık indislerinde önemli bir ısınma eğilimi belirlenirken, sıcak günler, sıcak geceler ve yaz günleri indislerinin diğer sıcaklık indislerine göre daha fazla artış gösterdiği ifade edilmiştir. Havzada 1970'lerin ortalarına kadar sıcaklık indislerinde bir soğuma dönemi, 20. yüzyılın son çeyreğinden sonra ise ısınma eğilimi olduğu ortaya konulmuştur (Bartholy ve Pongrácz, 2007). Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu Orta Doğu ve Kafkaslarda yer alan 15 ülkenin günlük maksimum sıcaklıkların minimumu, günlük maksimum sıcaklıkların maksimumu, günlük minimum sıcaklıkların maksimumu, günlük minimum sıcaklıkların minimumu, yaz günü ve tropik geceler ile günlük sıcaklığın yüzde 90'ı aştığı günlerin sayısı olan ekstrem sıcaklık indislerinde istatistiksel olarak önemli artış eğilimleri bulunmuştur (Zhang vd., 2005). Doğu Akdeniz'de sıcak hava dalgası trendleri %8 daha fazla gerçekleşmiş ve alanı geçmiş on yılla kıyasla daha fazla etkileyerek Türkiye'nin batı ve güneybatısında anlamlı değişiklikler gözlemlenmiştir (Kuglitsch vd., 2010). Türkiye'nin sıcaklık ekstremlerinde meydana gelen değişimi belirleyen ve geleceğe yönelik tahmin modellerinin de oluşturduğu çalışmalar mevcuttur (Türkeş vd., 2002; Ünal vd., 2013; Turp vd., 2014; Aykır, 2017).

Türkiye'de ekstrem sıcaklık indislerinden tropikal gece, sıcak gün ve gece ile yaz günü sayılarında 1960-2010 döneminde artış yaşanırken, serin gün ve serin gece, donlu gün sayılarının azalma eğilimleri gösterdiği ve maksimum ve minimum sıcaklıkları etkileyen bir ısınma trendinin olduğu tespit edilmiştir (Şensoy vd., 2013). İç Anadolu bölgesinde bulunan Konya iline ait 16 ekstrem sıcaklık indisindeki eğilim ve değişimlerin incelendiği çalışmada, ekstrem maksimum sıcaklık indis değerlerinde artışlar yaşanırken ekstrem minimum sıcaklık indislerinde azalma trendleri gözlenmiştir (Aydın ve Karabulut, 2022). Akdeniz Bölgesi Antalya Bölümü'nde minimum sıcaklık ortalamasının kıyı kesimlerde artış eğilimindeyken donlu ve buzlu günler sayısında azalmalar belirlenmiştir (Durmuş vd., 2021). Kızılelma vd. (2015) tarafından Antakya- Kahramanmaraş grabeninde ekstrem sıcaklık indislerinden olan yaz günü ve tropikal gün sayılarının incelendiği çalışmada ise yaz ve tropikal gün sayılarında istatistiksel olarak önemli artışlar ortaya konulmuştur.

Çalışmada Antakya- Kahramanmaraş Grabeninde, ekstrem sıcaklıklarda gerçekleşen değişiklikleri belirlemek amacıyla 4 meteoroloji istasyona ait günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar kullanılarak 15 sıcaklık indisi elde edilmiştir. Bu indislerdeki eğilimler; sıcak ekstrem indisler, soğuk ekstrem indisler ve diğer indisler olarak incelenmiştir. Değişen sıcaklıklar ile ortaya çıkacak olan koşulların ve gelecekteki eğilimlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Ekstrem sıcaklıkların uzun periyotlardaki değişiminin daha iyi anlaşılması, yalnızca iklim değişikliğinin tespitinde değil aynı zamanda afet risk yönetiminin geliştirilmesine de katkı sağlayacaktır.

2. Materyal ve Metot

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan Antakya-Kahramanmaraş Grabeni, 180 km uzunluk ve 3-30 km genişliği ile 10.400 km²'lik alan kaplamaktadır. Graben alanı, Ölü Deniz ve Doğu Anadolu Fayları'nın kontrolünde özel koşullarda gelişim gösteren uzun bir tektonik süreç neticesinde oluşmuştur (Korkmaz, 2008; Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu (Figure 1. Location of study area)

Genellikle topografik olarak yükseltilerden meydana gelen Antakya-Kahramanmaraş grabenin çevresi, bulunduğu konum itibarıyla morfolojik açıdan geniş bir vadi içerisinde yer almaktadır. Çalışma sahasındaki Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yaygın olarak bulunan birimler arasındadır (Çelik ve Karabulut, 2014). Graben alanında göl ve bataklıkların oluşmasında Kuaterner'deki akarsu kapmaları ve Neojen sonrası faylanmayla oluşan çökmeler önemli rol oynamıştır (Korkmaz, 2008). Antakya-Kahramanmaraş Grabeni hem yerel hem de global ölçekte birçok faktörden etkilenerek karmaşık bir iklim karakterine sahiptir. Çalışma alanı üzerinde etkili olan basınç merkezlerindeki değişimler nedeniyle genel olarak bölgenin, yaz mevsiminde Muson alçak basıncının etkisinde kalarak sıcakları artarken kışın Sibiryaya yüksek basıncının etkili olmasıyla sıcaklık değerleri azalmaktadır (Koçman, 1993; Kızılelma vd., 2015).

Thorntwaite iklim sınıflandırma metoduna göre (Thorntwaite, 1948), bölgede nemli (Antakya) ile yarı nemli (Kahramanmaraş) arasında değişen Akdeniz iklim koşulları hüküm sürmektedir (Şekil 2). Graben sahasında yağış miktarı yıl boyunca eşit dağılışı göstermeyerek ağırlıklı kış mevsiminde düşmekte ve serin nemli kışlar yaşanmaktadır. Yazın ise genellikle yaz kuraklığı içerisinde kendine özgü iklim rejimine sahiptir. Çalışma alanında ortalama yıllık yağış miktarı global rüzgâr sisteminden, doğal coğrafya ve topografyadan etkilenmektedir (Karabulut, 2015; Şekil 2).

Bölgenin iklimi, kuru, ılık-sıcak yazlar ve ılık ve yağışlı kışlarla temsil edilmektedir. Sahip olduğu coğrafi konum nedeniyle bölgede, yıllık ve mevsimlik olarak ekstrem sıcaklıklar yaşanarak iklimsel değişikliklere maruz kalmaktadır. Çalışma sınırları içerisinde kuzeyde Kahramanmaraş, orta kesimde İslahiye, güneyde ise Samandağ ve Antakya istasyonu yer almaktadır (Şekil 1). Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) verilerine göre 1970-2020 arasındaki 51 yıllık ortalama sıcaklıklar Samandağ'da 19,21°C, Antakya'da 18,3°C, İslahiye'de 17,16°C ve Kahramanmaraş'ta 17°C'dir. Güneyden kuzeye doğru karasallığın artması sonucunda sıcaklık değerlerinde de düşüşler görülmektedir.

Antakya-Kahramanmaraş Grabeninde, ekstrem sıcaklıkların eğilimini incelemek amacıyla Kahramanmaraş, İslahiye, Antakya ve Samandağ meteoroloji istasyonlarına ait 1970-2020 yılları arasındaki günlük minimum ve günlük maksimum sıcaklık verileri MGM'den talep edilmiştir (Tablo, 1). Bu istasyonların çalışmada kullanılmasında uzun yıllarda devamlı veri aralığına sahip olması etkili olmuştur. Veri serilerindeki homojenlik seviyesini belirlemek için serinin ortalama değerine göre değişimi ölçerek parametrik dağılım göstermeyen Thom testi kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre verilerin homojen karakterde olduğu ortaya konulmuştur.

WMO'ya bağı İklım Değişikliği Belirleme ve İndis Uzman Grubu (ETCCDMI) tarafından global iklim değişikliğinin yol açtı etkiyi belirleyebileceğimiz, 27 adet temel indis tanımlamıştır (Alexander vd., 2006). Yapılan bu çalışma ile ekstrem iklim olaylarına odaklı ETCCDMI tarafından tanımlanan 15 sıcaklık indisi hesap edilmiştir (Tablo 2). Hesaplama işlemi, R tabanlı yazılım olan RClimdex isimli paket programı içerisine 1970-2020 yılları arasındaki günlük maksimum ve minimum sıcaklıkların girilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Ekstrem sıcaklık indisleri; sıcak ekstrem indisler, soğuk ekstrem indisler ve diğer indisler olarak 3 başlık altında incelenmiştir (Tablo 2).

Çalışma alanında yer alan istasyonlarda 1970-2020 periyodunda kullanılan iklim indislerinin anlamlı artış veya azalış yönündeki olası değişim ve eğilimlerini tespit etmek ve istatistiksel olarak önemini belirlemek amacıyla parametrik dağılış göstermeyen Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı kullanılmıştır. Bu metot verilerde herhangi bir düzene uyma zorunluluğu aramayarak verilerin byklğinden ziyade sıralarını esas almaktadır (Karabulut ve Topuz, 2019). Mann-Kendall sıra ilişki istatistiği tau (τ) hesaplanmasında aşağıdaki eşitliklerde belirtilen denklemler kullanılmaktadır. Hesaplanan xi elemanlı orijinal gözlem serisinin yerine, onların kkkten büyüğe doğru dizilmesiyle elde edilen sıra numaralarından oluşan ki dizileri baz alınmaktadır. İkinici olarak ise P istatistiği eşitlik (1)'de hesap edilmektedir.

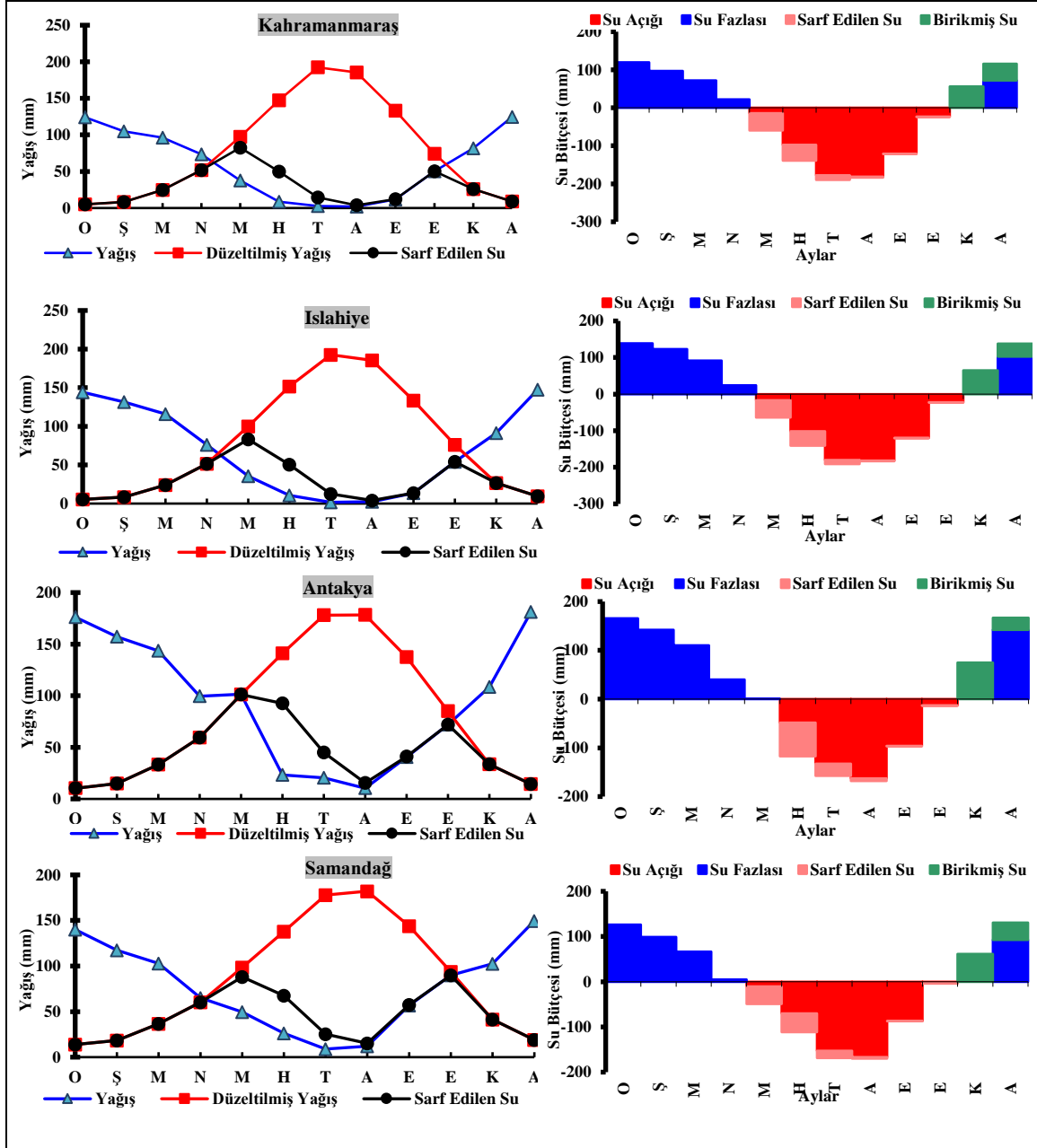
$$P = \sum_{i=1}^n ni \quad (1)$$

τ değeri, N ve P değerlerinden yararlanılarak eşitlik (2)'de,

$$\tau = \frac{4P}{N(N-1)} - 1 \quad (2)$$

$$\tau_t = 0 \pm t_a \frac{(4N+10)}{9N(N-1)} \quad (3)$$

τ 'nun anlamlılık sınaması ise yukardaki eşitlik (3) ile hesaplanmaktadır (Erlat ve Yavaşlı, 2011). Yapılan çalışmada değerler normal dağılım olarak iki yanlı şeklinde $\alpha=0,05$ anlamlılık seviyesinde ve güven aralığı ± 1.96 ise değişimler istatistiksel olarak önemsiz hipotezi olarak ifade edilmektedir. Ancak güven aralığı ± 1.96 dışında ise %95 güven aralığında anlamlı artış veya azalışların olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanına ait 4 meteoroloji istasyonunun yağış, potansiyel evapotranspirasyon, güncel evapotranspirasyon ve su bütçesi (Figure 2. Precipitation, potential evapotranspiration, current evapotranspiration and water budget of 4 meteorological stations in the study area)

Tablo 1. Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonları ve coğrafi özellikleri (Table 1. Meteorological stations and their geographical properties used in study)

İstasyon Adı	Enlem	Boylam	Yükselti (m)	Veri Aralığı
<i>Kahramanmaraş</i>	37.5760	36.9150	572	1970-2020
<i>Islahiye</i>	36.9585	36.5882	470	1970-2020
<i>Antakya</i>	36.2368	36.1329	104	1970-2020
<i>Samandağ</i>	36.0814	35.9492	4	1970-2020

Tablo 2. Çalışmada kullanılan ekstrem sıcaklık indisleri ve tanımlamaları listesi (Table 2. Ekstrem temperature indices and their descriptions used in study)

Kategori	ID	İndis Adı	İndis Tanımı	Birim
Sıcak Ekstrem İndisler	TX90p	Sıcak günler	Günlük maksimum sıcaklığının > 90 persantil içinde kaldığı gün sayısı	%
	TN90p	Sıcak geceler	Günlük minimum sıcaklığının > 90 persantil içinde kaldığı gün sayısı	%
	SU25	Yaz günleri	Günlük maksimum sıcaklığının > 25 °C olduğu günler (TX > 25 °C)	gün
	TR20	Tropikal geceler	Minimum sıcaklık > 20 °C olduğu günler	gün
	WSDI	Sıcak devre süresi indikatörü	Tmax > normalinin %90 olduğu en az 5 ardışık gün sayısı	gün
	TXx	Max Tmax	Maksimum sıcaklıkların maksimumu	°C
	TXn	Min Tmax	Minimum sıcaklıkların maksimumu	°C
Soğuk Ekstrem İndisler	TX10p	Serin günler	Günlük maksimum sıcaklığının <10 persantil içinde kaldığı gün sayısı	%
	TN10p	Serin geceler	Günlük minimum sıcaklığının <10 persantil içinde kaldığı gün sayısı	%
	FDO	Donlu günler	Günlük minimum sıcaklığının <0 °C olduğu günler (TN < 0 °C)	gün
	CSDI	Soğuk devre süresi indikatörü	Tmin < normalinin %10 olduğu en az 6 ardışık gün sayısı	gün
	TNx	Max Tmin	Maksimum sıcaklıkların minimumu	°C
	TNn	Min Tmin	Minimum sıcaklıkların minimumu	°C
	DTR	Günlük sıcaklık aralığı	Günlük maksimum ve minimum sıcaklıkların aylık ortalama farkı	°C
Diğer İndisler	GSL	Gelişme sezonu uzunluğu	T > 5 °C olan ilk 6 gün ile T < 5 °C olan ilk 6 gün arasındaki günler toplamı	gün

3. Araştırma Sonuçları

Ekstrem sıcaklık değerleri, seçilen herhangi bir istasyona ait maksimum ve minimum sıcaklıkların istatistiksel dağılımdan farklı olan değerlerin belirlenmesi ile ortaya konulabilir. Bu çalışmada, Antakya-Kahramanmaraş grabeninde ETCCDMI tarafından belirlenen ekstrem sıcaklık indislerindeki değişim ve eğilimleri tespit etmek amacıyla 1970-2020 yıllarına ait günlük maksimum ve minimum sıcaklık verileri kullanılmıştır.

3.1. Sıcak Ekstremler

Sıcak ekstrem indislere ait trendler; yüzde tabanlı iki indis olan sıcak gün ve sıcak geceler ile günlük maksimum sıcaklıkların maksimumu, yaz günü, tropik gece, sıcak devre süresi indikatörü, günlük maksimum sıcaklıkların minimumu indisleri için hesap edilmiştir. Genel olarak çalışma alanındaki sıcak ekstrem indislerde pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı eğilimler belirlenmiştir.

Sıcak geceler indisi günlük minimum sıcaklığın %90'ın üzerindeki günleri ifade etmektedir. Çalışma alanında bulunan 4 istasyona ait sıcak gecelerde, istatistiksel olarak önemli artışlar yaşanırken en fazla artış Samandağ (%24) istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 3). Bu istasyonu Kahramanmaraş (%18) ve Antakya (%17) istasyonları takip ederken İslahiye %6 ile azalış oranına sahip olan tek istasyondur (Tablo 3). Sıcak günler indisi, günlük maksimum sıcaklığın %90'ın üzerinde kalan günlerdir. Seçilen istasyonların hepsinde istatistiksel olarak %95 güven aralığında anlamlı artış eğilimleri saptanmıştır (Şekil 3a). Sıcak günlerde İslahiye, Kahramanmaraş ve Samandağ istasyonlarında artış oranlarının sırasıyla %13, %12 ve %12 olduğu belirlenirken Antakya istasyonunda artış oranı %10'un altında kalmıştır (Şekil 3a).

Yaz günü indisi, 21 gün ile Samandağ istasyonunda en yüksek değerde iken İslahiye' de (14 gün) en az artış oranına sahiptir (Tablo 3). Günlük minimum sıcaklığın 20°C'nin üzerinde olduğu günlerin sayısı olan Tropikal geceler indisinde en yüksek değere 43 gün ile Kahramanmaraş istasyonu sahip iken İslahiye (11 gün) istasyonundaki düşük gün sayısı dikkat çekmektedir (Tablo 3). Çalışma alanındaki 4 istasyonun hem yaz günü hem de tropikal gece indisleri istatistiksel olarak anlamlı artışlar göstermiştir (Şekil 4c; Şekil 4g).

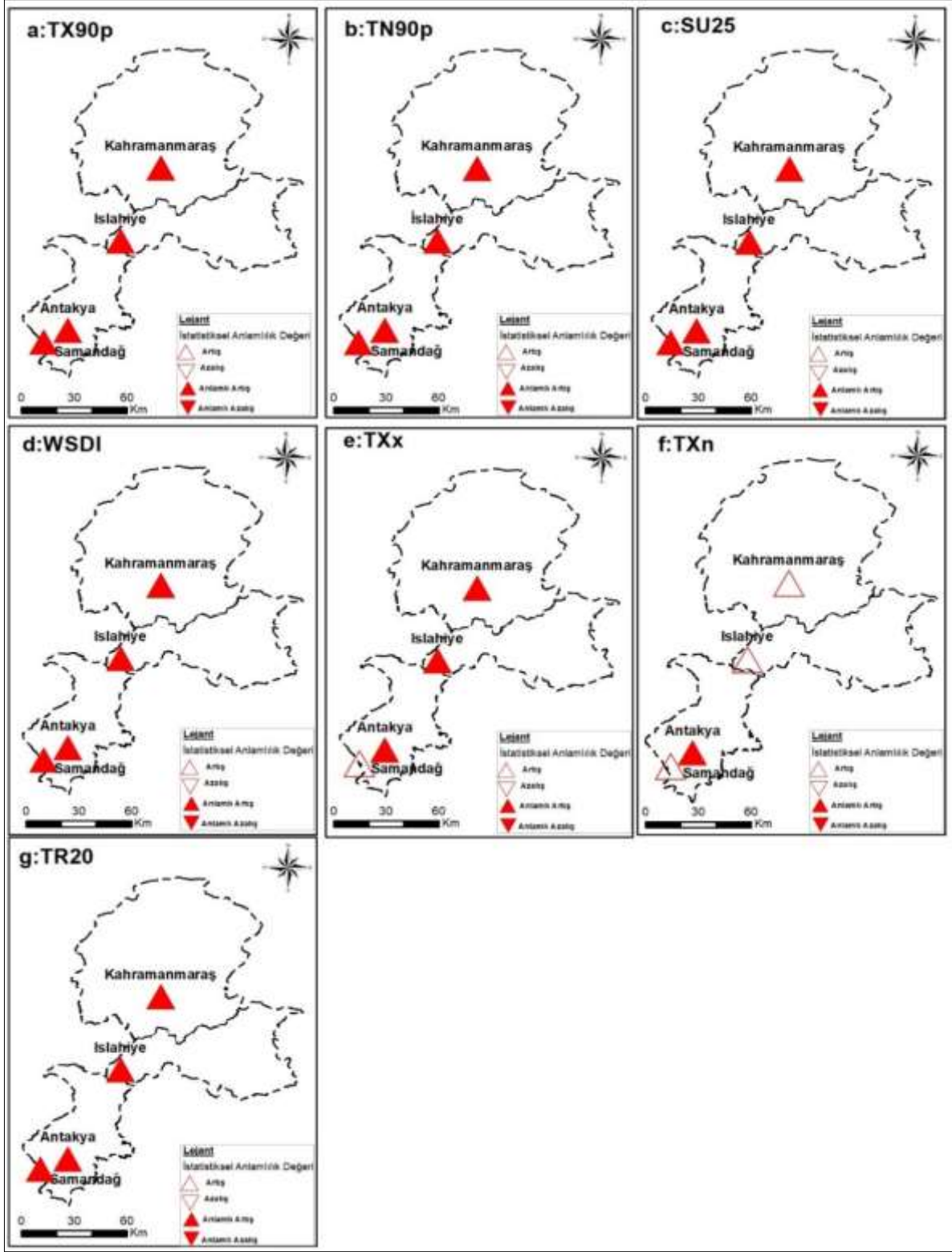
Günlük maksimum sıcaklığın %90'ın üstünde olduğu en az 6 ardışık gün sayısı sıcak devre süresi göstergesidir. Bu indis istasyonların tamamında istatistiksel olarak anlamlı artışlar göstermektedir (Şekil 3d). En yüksek sıcak devre süresi göstergesi indis

değerine 51 yılda 23,2 gün ile Islahiye istasyonu sahiptir (Tablo 3). Antakya istasyonu (7 gün) diğer istasyonlara göre en düşük gün sayısına sahiptir (Tablo 3).

Günlük maksimum sıcaklıkların maksimumu indisinde 4 istasyonda da %95 güven aralığında anlamlı artışlar vardır (Şekil 4e). Genel olarak günlük maksimum sıcaklıkların maksimumu indisindeki eğilim incelendiğinde, Samandağ (0,65°C) haricinde diğer istasyonlarda %95 anlamlılık seviyesinde artışların olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca çalışma sahasındaki istasyonların günlük maksimum sıcaklıkların maksimumu oranlarında kuzeyden güneye doğru değerlerde azalmalar gerçekleşmektedir. Günlük maksimum sıcaklıkların minimumu indisinde ise Antakya istasyonu dışındaki diğer istasyonların indis değerleri istatistiksel olarak önemsizdir (Tablo 3).

Tablo 3. Sıcak ekstrem indislere ait sen Slope değerleri (Eğilim değerleri anlamlı (%95) olan indisler, kalın punto ile gösterilmiştir) (Table 3. Sen Slope values of hot extreme indices (Indices with significant (%95) trend values are shown as bold).))

İstasyonlar	SU25	TR20	WSDI	TN90p	TX90p	TXx	TXn
	Slope						
	Gün	Yüzde (%)			Sıcaklık (°C)		
Kahramanmaraş	0.356	0.866	0.310	0.361	0.237	0.064	0.017
Islahiye	0.288	0.233	0.464	0.116	0.258	0.062	0.016
Antakya	0.352	0.418	0.146	0.337	0.117	0.045	0.049
Samandağ	0.430	0.452	0.327	0.489	0.288	0.013	0.013



Şekil 3. Sıcak ekstrem indislere ait trend analiz sonuçları a. Sıcak günler (TX90p)(%) b. Sıcak geceler (TN90p)(%) c. Yaz günleri (SU25)(gün) d. Sıcak devre süresi göstergesi (WSDI)(gün) e. Günlük maksimum sıcaklıkların maksimumu (TXx)(°C) f. Günlük minimum sıcaklıkların maksimumu (TXn)(°C) g. Tropikal geceler (TR20)(gün) (Figure 3. Trend analysis results of hot extreme indices a. Warm days (TX90p)(%) b. Warm nights (TN90p)(%) c. Summer days (SU25)(day) d. Warm spell duration indicator (WSDI)(days) e. Monthly maximum value of daily maximum temp (TXx)(°C) f. Monthly minimum value of daily maximum temp (TXn)(°C) g. Tropical nights (TR20)(day))

3.2. Soğuk Ekstremler

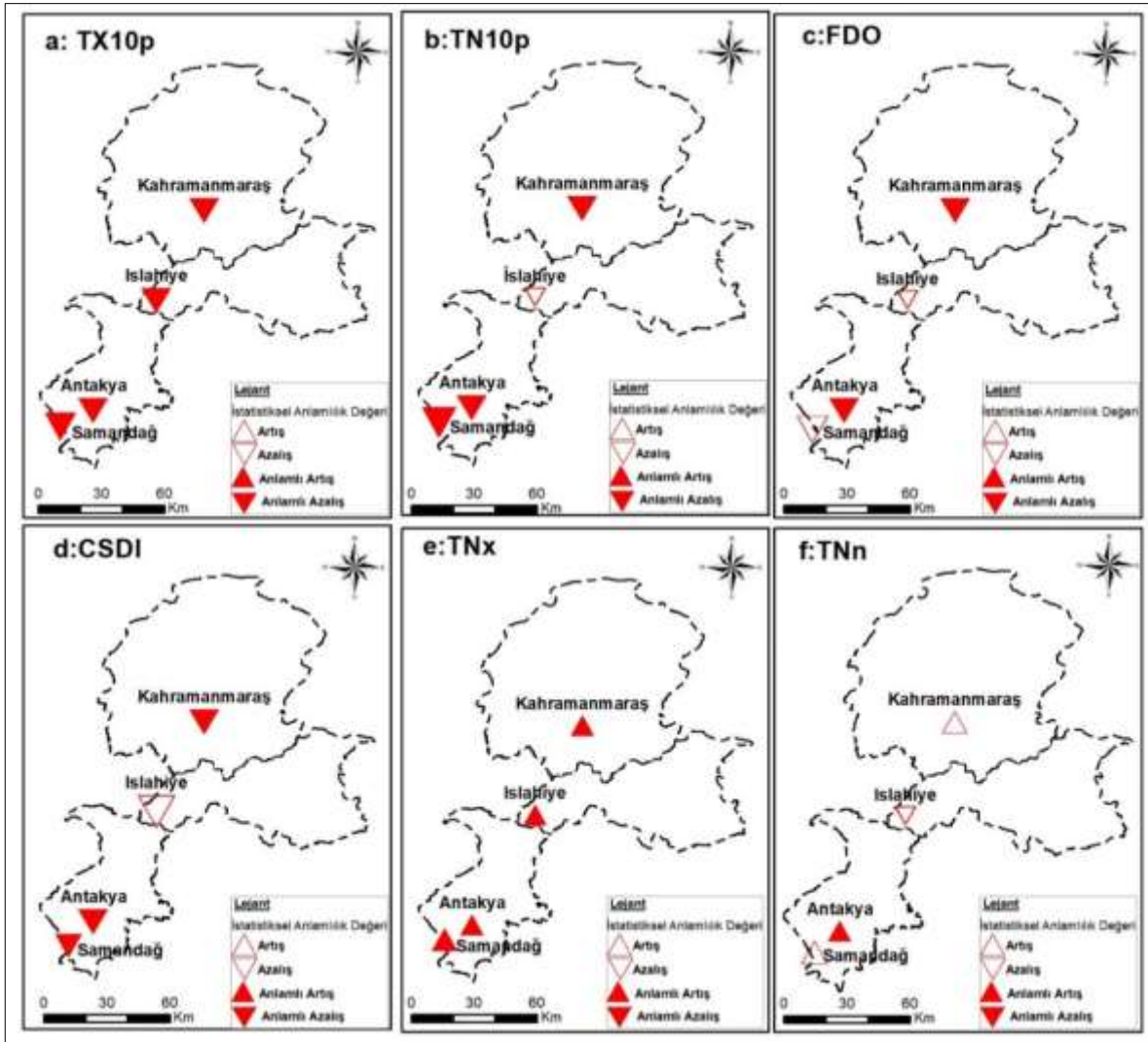
Soğuk ekstrem indislere ait trendler; yüzde tabanlı iki indis olan serin gün ve serin geceler, donlu günler, soğuk devre süresi indikatörü, günlük minimum sıcaklıkların minimumu ile günlük minimum sıcaklıkların minimumu indisleri için hesap edilmiştir. Genel olarak indislerde negatif yönde eğilimler belirlenmiştir.

Günlük maksimum sıcaklığın %10'un altında kaldığı günler olan serin günler ve günlük minimum sıcaklığın %10'un altında kaldığı günler olan serin geceler indislerinde istasyonların tamamında istatistiksel açıdan anlamlı düşüşler tespit edilmiştir (Şekil 4a; Şekil 4b). Serin günlerde en fazla düşüşün olduğu istasyon Antakya (%12) olurken, serin gecelerde ise Kahramanmaraş (%16) istasyonu olmuştur (Tablo 4). Çalışma alanı sahip olduğu konum gereği küresel ve bölgesel sıcaklıklarda meydana gelen değişikliklerden etkilenmesi sebebiyle serin gün ve gece indislerinde azalmalar gerçekleşmiştir (Şekil 4a; Şekil 4b). Günlük minimum sıcaklığın 0°C'nin altında olduğu günler sayısı olan donlu günler indisinde Kahramanmaraş (21 gün) ve Antakya (9 gün) dışındaki istasyonlar istatistiksel olarak önemsizdir (Şekil 4c).

Günlük minimum sıcaklığın %10'un altında olduğu en az 6 ardışık gün sayısı olan soğuk devre süresi göstergesinde, Islahiye hariç diğer tüm istasyonlarda %95 güven aralığında anlamlı azalış eğilimleri tespit edilmiştir (Şekil 6b). Antakya ve Kahramanmaraş istasyonlarında 51 yılda 9 gün diğer istasyonlara göre daha fazla azalış oranı gözlenmiştir (Tablo 4). Azalış eğilimi en az olan istasyon ise 2 gün ile Islahiye olarak belirlenmiştir (Tablo 4). 51 yılda 2,25°C ile en yüksek günlük minimum sıcaklıkların maksimumu değerine sahip istasyondur (Tablo 4). Çalışma alanındaki 4 istasyona ait günlük minimum sıcaklıkların maksimumu indis değerlerinde %95 güven aralığında anlamlı artışlar gerçekleşmiştir (Şekil 4e). Günlük minimum sıcaklıkların minimumu indislerinde ise Antakya istasyonu dışındaki diğer istasyonların indis değerleri istatistiksel olarak önemsizdir (Şekil 4f). Antakya istasyonuna ait günlük minimum sıcaklıkların minimumu indisindeki artış 51 yılda 2,55°C'dir (Tablo 4).

Tablo 4. Soğuk ekstrem indislere ait sen Slope değerleri (Eğilim değerleri anlamlı (%95) olan indisler, kalın punto ile gösterilmiştir) (Table 4. Sen Slope values of cold extreme indices (Indices with significant (%95) trend values are shown as bold))

İstasyonlar	FDO	CSDI	TN10p	TX10p	TNx	TNn
	Slope					
	Gün	Yüzde (%)		Sıcaklık (°C)		
Kahramanmaraş	-0.420	-0.184	-0.312	-0.172	0.043	0.028
Islahiye	-0.039	-0.043	-0.064	-0.180	0.026	-0.012
Antakya	-0.176	-0.191	-0.241	-0.249	0.045	0.051
Samandağ	-0.002	-0.126	-0.168	-0.194	0.037	0.012



Şekil 4. Soğuk ekstrem indislere ait trend analiz sonuçları a. Serin günler (TX10p)(%) b. Serin geceler (TN10p)(%) c. Donlu günler (FDO)(gün) d. Soğuk devre süresi göstergesi (CSDI)(gün) e. Günlük minimum sıcaklıkların maksimumu (TNx)(°C) f. Günlük minimum sıcaklıkların minimumu (TNn)(°C) (Figure 4. Trend analysis results of cold extreme indices a. Cool days (TX10p)(%) b. Cool nights (TN10p)(%) c. Frost days (FDO)(day) d. Cold spell duration indicator (CSDI)(days) e. Monthly maximum value of daily minimum temp (TNx)(°C) f. Monthly minimum value of daily minimum temp (TNn)(°C))

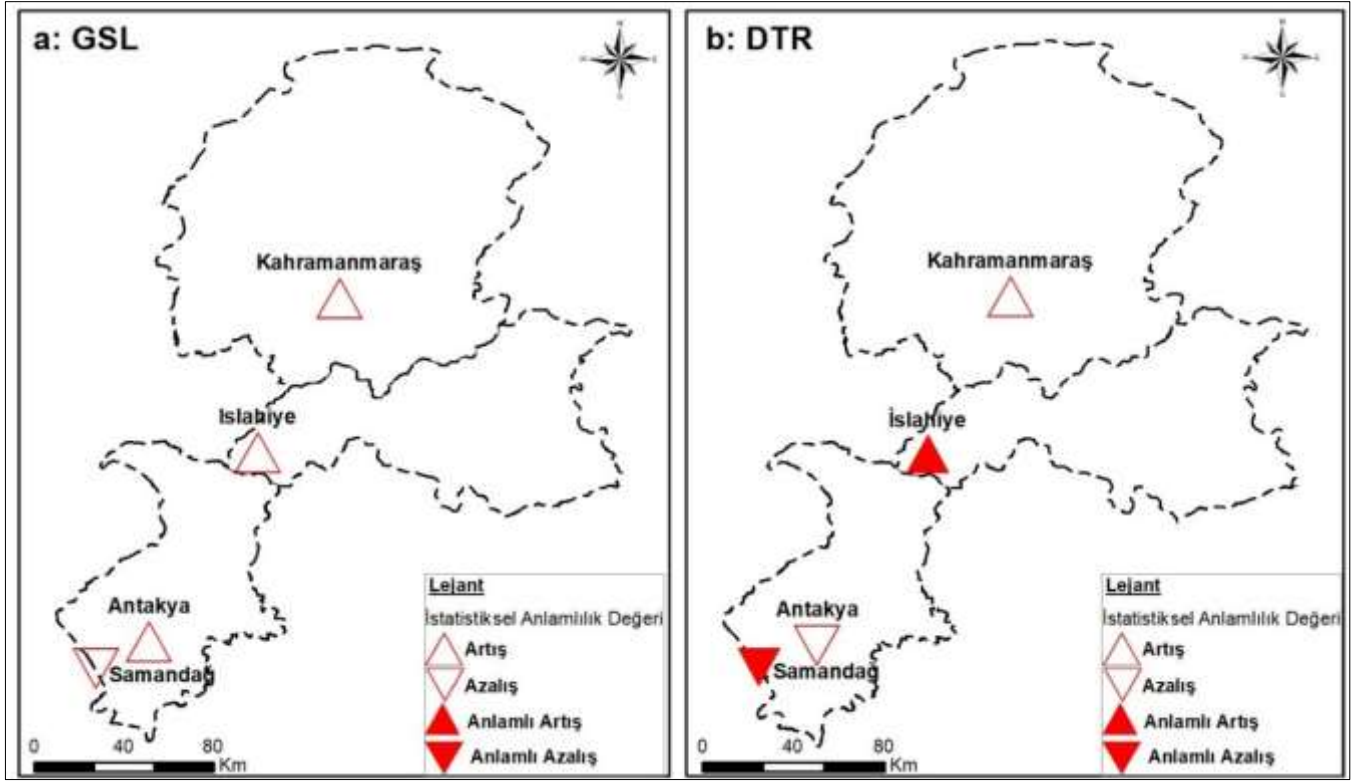
3.2. Diğer Ekstremler

Gelişme sezonu uzunluğu indisi günlük ortalama sıcaklığın 5°C'yi aştığı ilk 6 gün ile günlük ortalama sıcaklığın 5°C'nin altında kaldığı ilk 6 gün arasındaki gün sayısını ifade etmektedir. Çalışma alanında yer alan 4 istasyona ait gelişme sezonu uzunluğu değerleri istatistiksel olarak önemsiz trendler göstermiştir (Şekil 5a).

Maksimum ve minimum sıcaklıklarda meydana gelen değişimi gösteren günlük sıcaklık farkı indisi Kahramanmaraş ve Antakya istasyonlarında istatistiksel olarak önemsiz değerler göstermiştir (Şekil 5b). Işlahiye (1,7°C) istasyonunda %95 güven aralığında anlamlı artış eğilimi vardır (Tablo 5). Samandağ (-0,35°C) istasyonuna ait günlük sıcaklık farkı indisinde ise istatistiksel olarak anlamlı azalmaların olduğu ortaya konulmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Soğuk ekstrem indislere ait sen Slope değerleri (Eğilim değerleri anlamlı (%95) olan indisler, kalın punto ile gösterilmiştir) (Table 5. Sen Slope values of cold extreme indices (Indices with significant (%95) trend values are shown as bold)

İstasyonlar	GSL	DTR
	Slope	
	Gün	Sıcaklık (°C)
Kahramanmaraş	0.357	0
Işlahiye	0.259	0.034
Antakya	0.104	-0.007
Samandağ	-0.003	-0.007



Şekil 5. Diğer ekstrem sıcaklık indislerine ait trend analiz sonuçları a. Gelişme sezonu uzunluğu (GSL)(gün) b. Günlük sıcaklık farkı (DTR)(°C) (Figure 5. Trend analysis results of other extreme temperature indices a. Growing season length (GSL)(days) b. Diurnal temperature range (DTR)(°C))

3.3. Ekstrem Sıcaklık İndislerindeki Değişim ve Eğilimler

Çalışma alanındaki 4 istasyona ait ekstrem sıcaklık indis değerlerinin ortalamaları kullanılarak elde edilen Mann-Kendall eğilim analizi sonuçlarına göre saha genelinde sıcak günler, sıcak geceler, maksimum sıcaklıkların maksimumu, minimum sıcaklıkların maksimumu, yaz günleri, tropikal geceler, sıcak devre süresi indikatörü indislerinde %95 güven aralığında anlamlı artış eğilimleri belirlenmiştir. Serin günler, serin geceler ve soğuk devre süresi indikatörü indislerin %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı azalma eğilimleri vardır (Tablo 6).

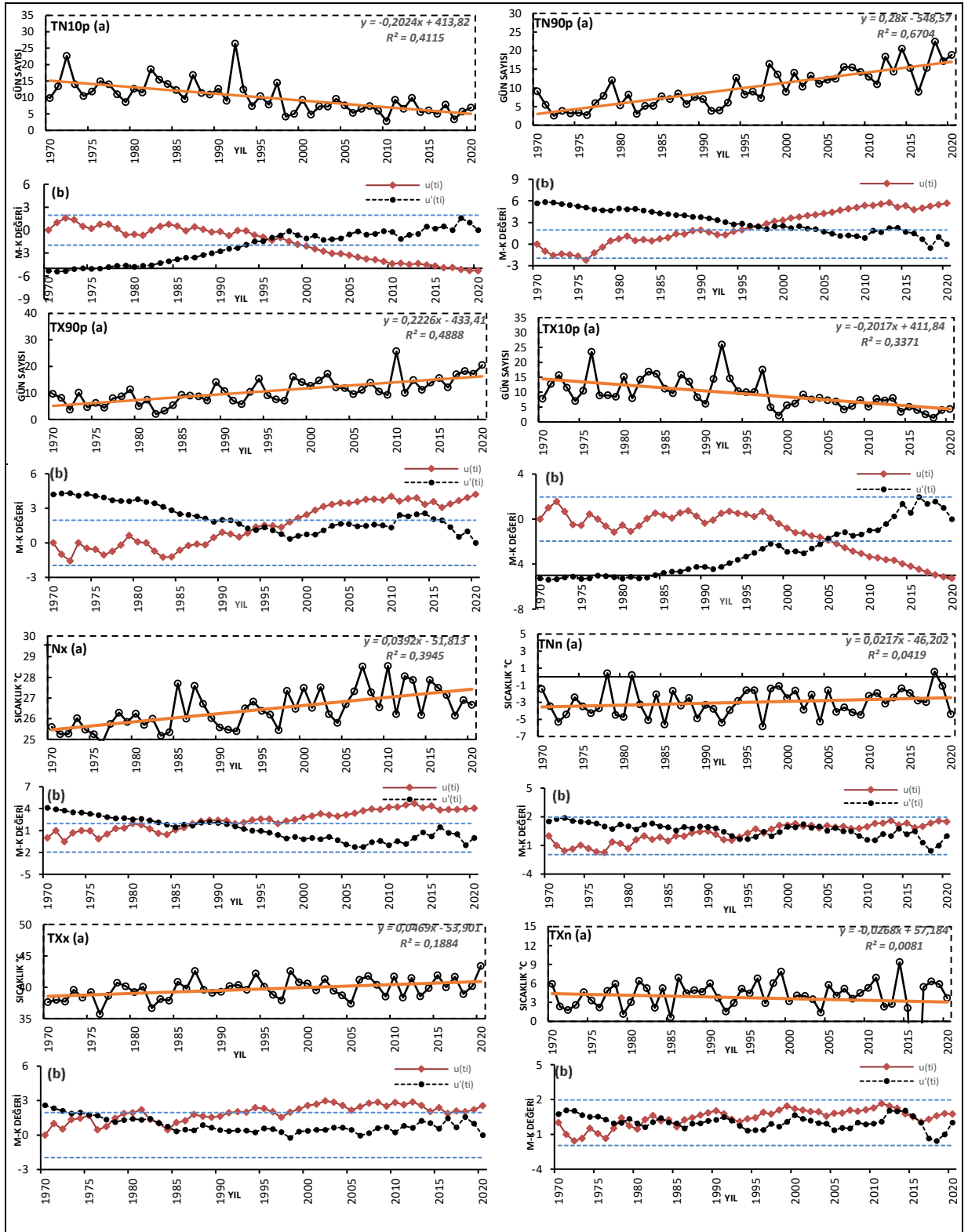
Tablo 6. Ekstrem Sıcaklık İndislerinin Mann Kendall-tau değerleri (Table 6. Mann Kendall-tau values of Extreme Temperature Indices)

Kategori	İndisler	M-K u(t) değeri	Trend
Sıcak Ekstrem İndisler	Sıcak geceler	6,49	%95 güven aralığında ARTIŞ eğilimi var
	Yaz günleri	4,18	%95 güven aralığında ARTIŞ eğilimi var
	Tropikal geceler	6,34	%95 güven aralığında ARTIŞ eğilimi var
	Sıcak devre süresi indikatörü	2,72	%95 güven aralığında ARTIŞ eğilimi var
	Max Tmax	2,95	%95 güven aralığında ARTIŞ eğilimi var
Soğuk Ekstrem İndisler	Min Tmax	1,13	%95 güven aralığında artış ya da azalış yok
	Serin günler	-5,32	%95 güven aralığında AZALIŞ eğilimi var
	Serin geceler	5	%95 güven aralığında AZALIŞ eğilimi var
	Donlu günler	-1,73	%95 güven aralığında artış ya da azalış yok
	Soğuk devre süresi indikatörü	-3,24	%95 güven aralığında AZALIŞ eğilimi var
Diğer İndisler	Max Tmin	4,54	%95 güven aralığında ARTIŞ eğilimi var
	Min Tmin	1,5	%95 güven aralığında artış ya da azalış yok
	Günlük sıcaklık aralığı	1,58	%95 güven aralığında artış ya da azalış yok
	Gelişme sezonu uzunluğu	1,13	%95 güven aralığında artış ya da azalış yok

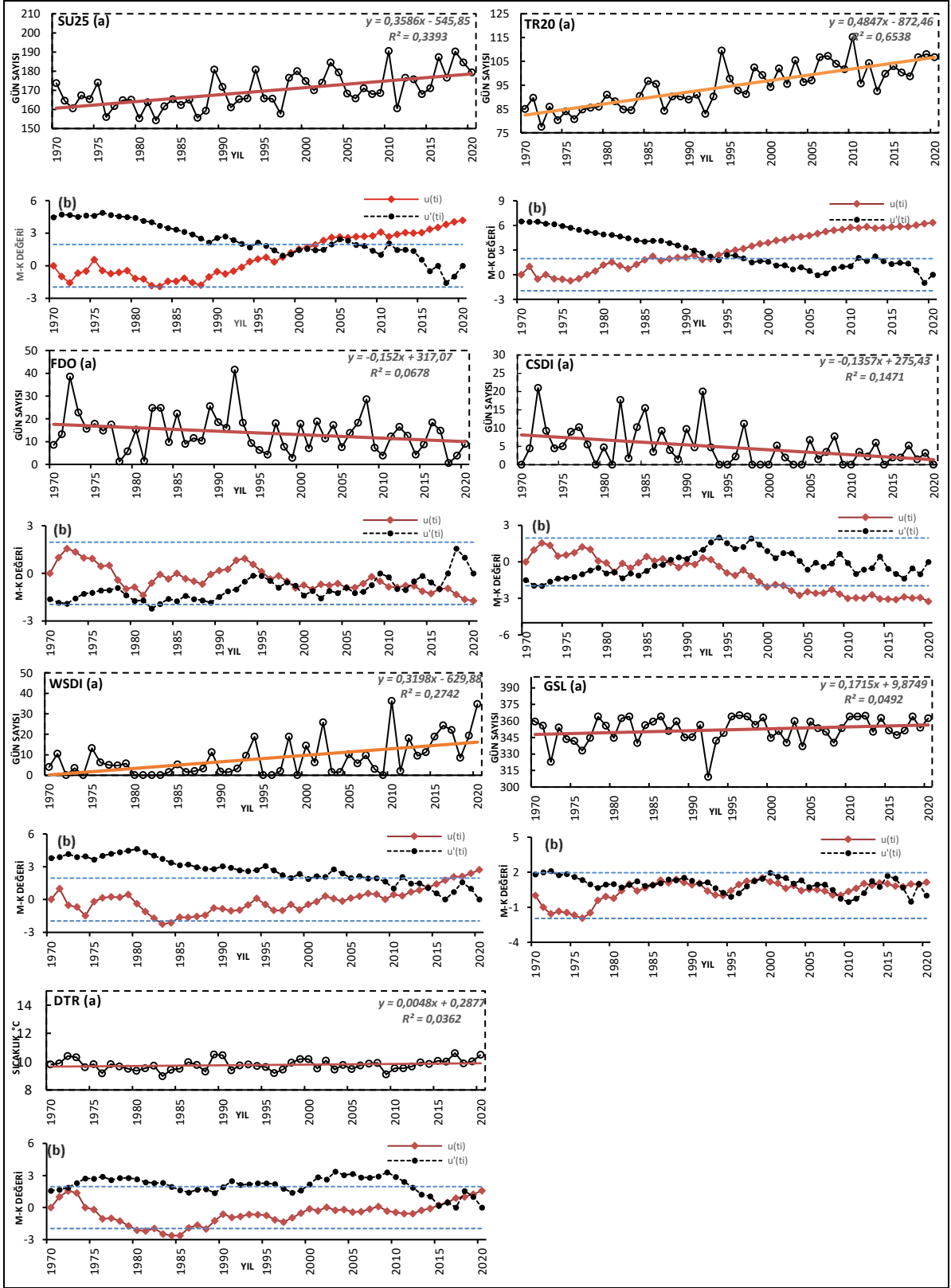
Çalışma alanındaki serin gün ve serin gece sayılarında istatistiksel olarak anlamlı azalma eğilimleri tespit edilmiştir. Serin gecelerde 2000-2020 ve serin günlerde 2005-2020 periyotlarında $u(t)$ eğrisi %95 anlamlılık seviyesinde -1,96 seviyesinin altına düşerek negatif trend belirlenmiştir (Şekil 6). Antakya Kahramanmaraş grabeninde sıcak gece sayılarına ait $u(t)-u'(t)$ grafikleri incelendiğinde $u(t)$ eğrisi 1995-2020 yıllarında +1,96 seviyesinin üzerine çıkarak %95 güven aralığında pozitif trend göstermiştir. Trendlerin başlangıç yılı ise 1976'dır (Şekil 6). Sıcak gün sayılarında, $u(t)-u'(t)$ grafiklerine ait $u(t)$ eğrisinin 1998 yılında itibaren +1,96 seviyesine ulaşmış üzerinde seyrederek %95 güven aralığında pozitif trend içerisine girdiği ortaya konulmuştur. Minimum sıcaklıkların maksimumu ile maksimum sıcaklıkların maksimumu indislerinde genel olarak 1998 yılından sonra $u(t)$ eğrilerin %95 güven aralığında anlamlı pozitif trendler vardır. Minimum sıcaklıkların minimumu ve maksimum sıcaklıkların minimumu indislerinde ise istatistiksel olarak önemsiz eğilimler tespit edilmiştir (Şekil 6).

Graben sahasında son 51 yılda değişim eğilimi içerisinde olan ekstrem sıcaklık indislerinden yaz günleri ve tropik gecelerdeki artışlar dikkat çekmektedir. Sahada yaz günü ve tropik günlere ait değerlerde 1985 yılından sonra dikkate değer artış trendleri belirlenmiştir (Şekil 7). Mann-Kendall trend analizi sonuçlarına göre $u(t)-u'(t)$ grafiklerine ait $u(t)$ eğrisi incelendiğinde tropik günlerde 1995-2020 yılları arasında, yaz günlerinde ise 2002-2020 yıllarında +1,96 seviyesinin üzerinde %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend gözlenmiştir (Şekil 7).

Donlu günler sayısı günlük minimum sıcaklıkların 0 °C'den düşük olduğu günlerin sayısıdır. Şekil 7' e göre çalışma periyodu boyunca genel olarak donlu günlerde azalış trendi vardır. Ancak meydana gelen azalmalar istatistiksel olarak önemsizdir (Şekil 7). Soğuk devre süresi indikatör indisi, 51 yıllık çalışma periyodunda azalma trendi içerisindedir. İstasyon ortalamalarına ait $u(t)$ grafiklerinde $u(t)$ eğrisi 2000-2020 aralığında %95 güven aralığında negatif trend göstermiştir. Bu trendlerin başlangıcı ise 1992 yılıdır. Sıcak devre süresi indikatör indisinde ise artış eğilimi belirlenirken bu artışlarda 2016 yılından sonra istatistiksel olarak anlamlı pozitif trendler tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki büyüme sezon uzunluğu indisinde Şekil 7'e göre istatistiksel olarak önemsiz bir eğilimi vardır. Maksimum ve minimum sıcaklıklarda meydana gelen değişimin gözlemlendiği günlük sıcaklık fark indisinde 2011 yılından sonra artış eğilimi gözlenirse de bu pozitif trend istatistiksel olarak önemsizdir (Şekil 7).



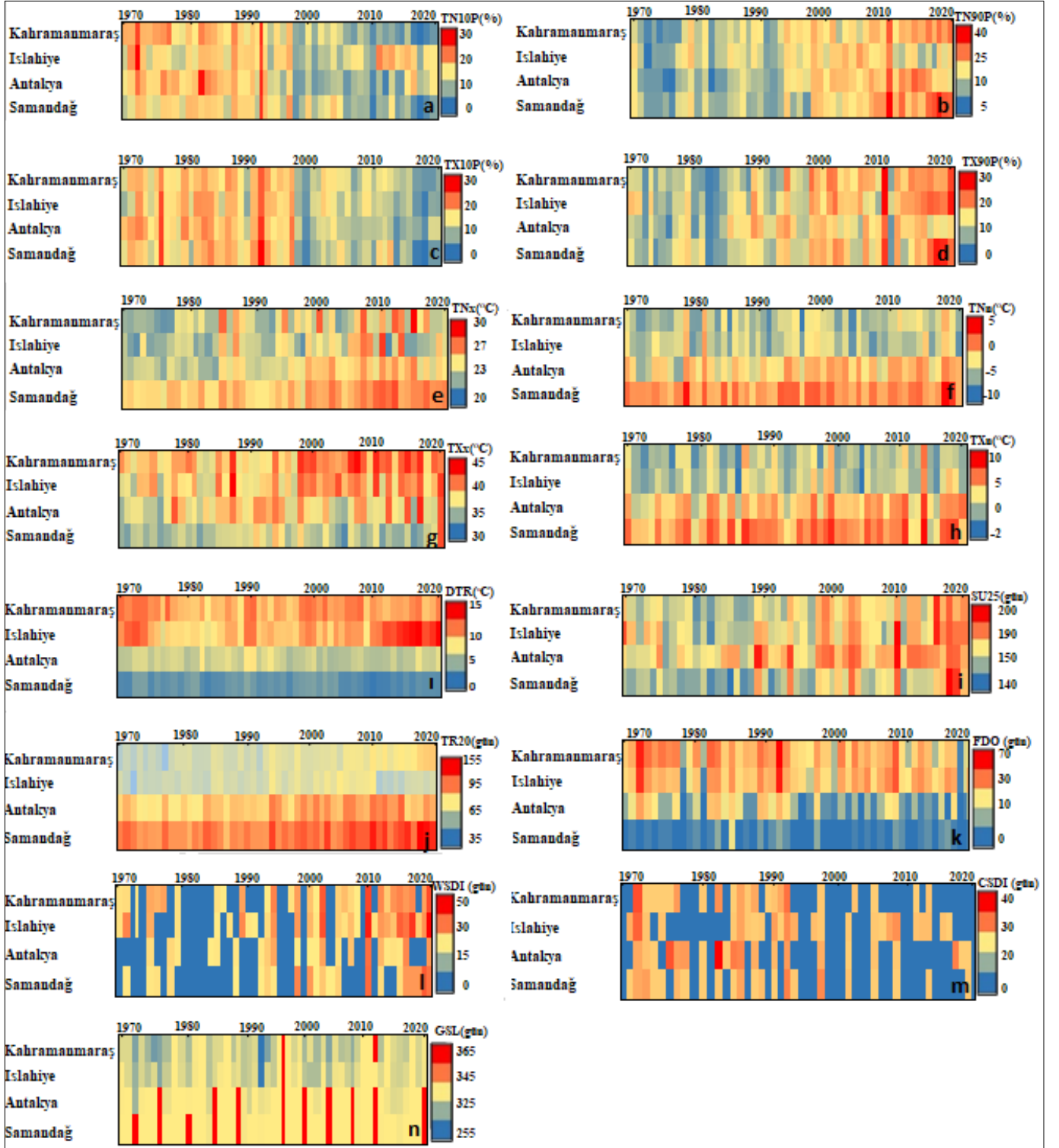
Şekil 6. 1970-2020 yılları arasında a- Doğrusal regresyon analizi ve b- Mann Kendall yöntemi ile ekstrem sıcaklık indislerindeki eğilim ve değişimler (Figure 6. Trends and changes in extreme temperature indices between 1970 and 2020 with a- Linear regression analysis and b- Mann Kendall method)



Şekil 7. 1970-2020 yılları arasında a- Doğrusal regresyon analizi ve b- Mann Kendall yöntemi ile ekstrem sıcaklık indislerindeki eğilim ve değişimler (Figure 7. Trends and changes in extreme temperature indices between 1970 and 2020 with a- Linear regression analysis and b- Mann Kendall method)

İstasyonlara ait sıcaklık indislerinin zamansal değişim desenleri incelendiğinde, 1998 yılından itibaren serin gece ve serin gün indislerinde azalış eğilimi gözlenirken sıcak gece ve sıcak günlerde artışların olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8a; Şekil 8b; Şekil 8c; Şekil 8d). Şekil 8i'ye göre istasyonlara ait yaz günü indisinde 2000 yılından sonra artış trendi belirginleşmiştir. Ayrıca yaz günü indisinde 2010, 2015 ve 2017 yıllarında istasyonlarda gözlenen artışların çok daha net olduğu görülmüştür. Tropik geceler indisinin zamansal değişiminde, Samandağ ve Antakya istasyonlarında meydana gelen artış trendinin Kahramanmaraş ve İslahiye istasyonlarına göre daha belirgin olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 8j). Maksimum sıcaklıkların minimumu, günlük sıcaklık aralığı, minimum sıcaklıkların minimumu ve minimum sıcaklıkların maksimumu indislerinde Antakya ve Samandağ istasyonlarında 51 yıllık zaman dilimi içerisinde

genel olarak artışlar belirleniren Kahramanmaraş ve İslahiye istasyonlarında azalışların olduğu dikkat çekmektedir (Şekil 8a; Şekil 8b; Şekil 8c; Şekil 8d; Şekil 8i). Şekil 8k’de Donlu gün indisi için 1999, 2010 ve 2018 yıllarındaki azalışın bütün istasyonlarda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Genel olarak 2010 yılından başlayarak ilerleyen 10 yıllık periyotta sıcak devre süresinde artışlar yaşanırken soğuk devre süresinde azalmalar gözlenmiştir (Şekil 8l ve Şekil 8m).



Şekil 8. Ekstrem sıcaklık indislerindeki zamansal değişim desenleri a. TN10p (%) b. TN90p (%) c. TX10p(%) d. TX90p (%) e. TNx (°C) f. TNn (°C) g. TXx (°C) h. TXn (°C) i. DTR (°C) j. SU25 (gün) k. TR20 (gün) l. FDO (gün) m. CSDI (gün) n. WSDI (gün) o. GSL (gün) (Figure 8. Temporal change patterns in extreme temperature indices a. TN10p (%) b. TN90p (%) c. TX10p(%) d. TX90p (%) e. TNx (°C) f. TNn (°C) g. TXx (°C) h. TXn (°C) i. DTR (°C) j. SU25 (day) k. TR20 (day) l. FDO (day) m. CSDI (day) n. WSDI (day) o. GSL (day))

4. Sonuç

Küresel iklim değişikliği sonucunda ortaya çıkan ekstrem sıcaklıklar hem global hem de bölgesel ölçekte insanlar ve canlı organizmaları doğrudan etkilemektedir. Bu etkiler sonucunda çevresel, sosyal ve ekonomik olarak ciddi zararlar oluşabilir. Ekstrem ölçekte artış gösteren maksimum günlük gece ve gündüz sıcaklıklarındaki değişimler ile hastalıklar ve günlük ölüm oranları arasında önemli bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Thommen, 2005). Akdeniz Bölgesi üzerinde yapılan tahminlere göre iklim değişikliğiyle birlikte sıcak hava dalgalarının yoğunluğunda ve sıklığında artışların olacağı öngörülmektedir (Fischer ve Schar, 2010; Karabulut ve Topuz, 2019). Antakya Kahramanmaraş Grabeni içerisinde bulunan istasyonlara ait ekstrem sıcaklık trendlerine bakılarak alanın sıcaklıklarında meydana gelen değişiklikler mekânsal ve zamansal açıdan incelenmiştir.

Yapılan bu çalışmanın ana bulguları, Antakya Kahramanmaraş Grabeni ve çevresindeki sıcaklık eğilimlerinin bölgesel ve küresel ölçekte hesaplanan sıcaklık artışlarıyla benzer olduğunu göstermektedir (Frich vd., 2002; Zhang vd., 2005; Alexander vd., 2006; Croitoru ve Piticar, 2013; Karabulut, 2012; Kızılelma vd., 2015; Donat vd., 2016; Abbasnia ve Toros, 2020). Ekstrem sıcaklık indislerinden tropik geceler, yaz günleri ve sıcak devre süresi indikatöründe en güçlü artışların gerçekleştiği belirlenmiştir. Sıcak ekstrem indislerin tamamında (SU25, TN90p, TR20, TX90p, TXn, TXx, WSDI) pozitif yönde artış eğilimi vardır. Sıcak gün ve sıcak gecelerde istasyonların tamamında %95 anlamlılık düzeyinde artışlar ortaya konulmuştur. Sıcak günlerdeki artışlar nedeniyle sahada gündüz ölçülen sıcaklıklarda önemli yükselmeler olduğu belirlenirken sıcak gecelerde meydana gelen artışlarda gece ölçülen sıcaklıklarda dikkate değer yükselmeler tespit edilmiştir. Bu değişimde çalışma sahasının sahip olduğu konum gereği küresel ve bölgesel sıcaklıklardaki değişikliklerden güçlü bir şekilde etkilenmesi önemli rol oynamıştır. Graben sahasında yaz günü ve tropikal gün sayılarında özellikle 1985 yılından sonra istatistiki olarak anlamlı artış eğilimlerinin varlığı sıcak ekstremlerdeki değişim hızının göstergesidir. İstasyonlara ait zamansal değişim desenleri incelendiğinde son 10 yıllık periyotta sıcak devre süresinde artışlar yaşanırken soğuk devre süresinde azalmalar gözlenmiştir.

Soğuk ekstremlerin genelinde negatif yönde azalış trendleri tespit edilmiştir. Minimum sıcaklıkların ortalama ve maksimum değerinde (TNn, TNx) pozitif yönde artışlar gerçekleşse de bu artışlar çalışma alanındaki ısınmanın önemli bir göstergesidir. Soğuk ekstremlerden donlu gün sayıları ve soğuk devre süresindeki azalmalarda ise Akdeniz iklim koşullarının hâkimiyeti etkili bir faktör olmuştur. Soğuk devre süresi ve donlu gün sayılarının azalmasıyla tarımsal faaliyetler yıl içinde artarak çeşitlenecektir. Ancak Antakya Kahramanmaraş grabeninde sık görülen buharlaşma ve kuraklık olayları (Karabulut, 2015), sıcak devre süresi ve maksimum sıcaklıkların artış göstermesiyle birlikte şiddetlenerek tarımsal verimlilik ve sulama açısından olumsuz sonuçlar yaratması beklenmektedir.

Yapılan çalışmanın sonuçlarından hareketle sıcaklık rejiminde meydana gelen değişimlerin graben sahasının doğal çevre ve ekosistemi üzerinde, bölgeye has etkilerinin olabileceği ön görülmektedir. Ayrıca ekstrem hava olaylarının artması sonucunda kentsel ve kırsal alanlarda sosyal ve ekonomik açıdan olumsuzluklar gerçekleşebilir. Kuraklık ve sonucunda ortaya çıkan içme ve sulama problemleri, orman yangınlarının sıklığında artışlar, sel ve salgın hastalıklar gibi birçok afet büyüklüğünde olayın gerçekleşme olasılığındaki artışlar örnek olarak gösterilebilir. Bu nedenle ekstrem sıcaklıkların uzun periyotlardaki değişiminin daha iyi anlaşılması, yalnızca iklim değişikliğinin tespitinde değil aynı zamanda afet risk yönetiminin geliştirilmesine de katkı sağlayacaktır. Ortaya çıkacak tehdit ve tehlikelere karşı gerekli önlemler alınarak doğal çevrenin korunması ve toplumsal farkındalıkların oluşturulması gerekmektedir. Çalışmada Antakya Kahramanmaraş Grabeninde ısınma eğiliminin olduğu yönünde sonuçlara ulaşılması gerekli tedbirler alınmasının önemini göstermiştir.

5. Teşekkür

Bu çalışmanın birinci yazarı 100/2000 (Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (RF, IR ve Akustik Sensörler, İleri Düzeyde Veri/Görüntü İşleme de dahil)) öncelikli alan bursiyeridir

6. Özel Not

Bu çalışmanın özeti “Antakya- Kahramanmaraş Grabeninde Ekstrem Sıcaklık İndislerinde Meydana Gelen Değişim ve Eğilimlerin İncelenmesi” başlığıyla TÜCAUM 2022 (12-14 Ekim) Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabında yayınlanmıştır.

Kaynakça

- Abbasnia, M., & Toros, H. (2020). Trend analysis of weather extremes across the coastal and non-coastal areas (case study: Turkey). *Journal of Earth System Science*, 129, 1-13.
- Aykır, D. (2017). Türkiye’de ekstrem sıcaklık indislerinin eğilimlerinde şehirleşmenin etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (69), 47-57.
- Aydın, K. & Karabulut, M. (2021). Türkiye’de sıcaklıklar ile yükselti ve enlem ilişkisi, *Sosyal Bilimler Dergisi/The Journal of Social Sciences*. *Sosyal Bilimler Dergisi / The Journal of Social Science*, Yıl: 8, Sayı: 53, Ağustos 2021, s. 501-519.
- Aydın, K., & Karabulut, M. (2022). Konya’da Ekstrem Sıcaklık İndislerinde Gözlemlenen Eğilim ve Değişimlerin İncelenmesi. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 34(4), 533-549.
- Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G. & Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D5).
- Bartholy, J., & Pongrácz, R. (2007). Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. *Global and Planetary change*, 57(1-2), 83-95.

- Croitoru, A. E., & Piticar, A. (2013). Changes in daily extreme temperatures in the extra-Carpathians regions of Romania. *International Journal of Climatology*, 33(8), 1987-2001.
- Donat, M. G., Alexander, L. V., Herold, N., & Dittus, A. J. (2016). Temperature and precipitation extremes in century-long gridded observations, reanalyses, and atmospheric model simulations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(19), 11-174.
- Durmuş, B., Bulut, İ. & Gönençgil, B. (2021). Antalya Bölümünde sıcaklık ve yağış indislerinin değişim analizleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 91-108.
- Erlat, E ve Yavaşlı, D. (2011). Ege Bölgesi'nde sıcaklık ekstremelerinde gözlenen değişim ve eğilimlerin değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi Cilt: 3, Sayı: 1, 25-37.*
- Fischer, E. M., & Schär, C. (2010). Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves. *Nature geoscience*, 3(6), 398-403.
- Frich, P. A. L. V., Alexander, L. V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Tank, A. K., & Peterson, T. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate research*, 19(3), 193-212.
- Gönençgil, B., İnel, G. (2010) Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler. *Türk Coğrafya Dergisi* (55), 1-12.
- IPCC, (2001). "The Third Assessment Report". The Intergovernmental Panel on Climate Change, 22-47.
- Jones, P. D., Lister, D. H., Osborn, T. J., Harpham, C., Salmon, M., & Morice, C. P. (2012). Hemispheric and large-scale land-surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2010. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 117(D5).
- Kadıoğlu, M. (1997). Trends Surface Air Temperature Data Over Turkey, *International Journal of Climatology*, 17, 511-520
- Kanber, R., Kapur, B. ve Tekin, S. (2007). İklim Değişimi-nin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi. Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.
- Karabulut, M. (2012). Doğu Akdeniz'de ekstrem maksimum ve minimum sıcaklıkların trend analizi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi Özel Sayı*, 37, 44.
- Karabulut, M. (2015). Drought analysis in Antakya-Kahramanmaraş Graben, Turkey. *Journal of Arid Land*, 7, 741-754.
- Karabulut, M. & Topuz, M. (2019). Adana'da tropikal ve yaz günü sayılarındaki değişim ve eğilimler. 2. Uluslararası Akdeniz Sempozyumu, 23-25 Mayıs 2019, Bildiri Tam Metinleri Kitabı, s:108-126.
- Kızılelma, Y., Çelik, M. & Karabulut, M. (2015). İç Anadolu Bölgesi'nde sıcaklık ve yağışların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (64), 1-10.
- Kızılelma, Y., Karabulut, M. & Çetinkaya, S (2015). Antakya-Kahramanmaraş Grabeni tropikal ve yaz günü sayılarındaki değişim ve eğilimler. *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi*, 21-23 Mayıs 2015, Bildiriler Kitabı, s:175-183.
- 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).
- Koçman, A. (1993). Türkiye iklimi (No. 72). Ege Üniversitesi.
- Korkmaz, H. (2008). Antakya-Kahramanmaraş Graben Alanında Kurutulan Sulak Alanların (Amik Gölü, Emen Gölü ve Gâvur Gölü Bataklığı) Modellerinin Oluşturulması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9), 19-37.
- Mehmet, A. Ç., & Karabulut, M. (2014). Antakya-Kahramanmaraş Grabeninde Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) orman alanları ile yağış arasındaki ilişkilerin MODIS verileri (2000-2010) kullanılarak incelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(1), 49-68.
- Seneviratne, S. I., and Coauthors, 2012: Changes in impacts of climate extremes and their impacts on the natural physical environment. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, C. B. Field et al., Eds., Cambridge University Press, 109–230.
- Sensoy, S., Türkoğlu, N., Akçakaya, A., Ekici, M., Demircan, M., Ulupinar, Y., & Demirbaş, H. (2013, April). Trends in Turkey climate indices from 1960 to 2010. In 6th Atmospheric science symposium (Vol. 24, p. 26).
- Thornthwaite C W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38: 55–94.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Demir, İ. (2002). Türkiye'nin günlük ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler. Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı, 11(13), 89-106.
- 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, 57-73.
- Türkeş M, Koç T, Sarış F. 2009. Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey. *International Journal of Climatology*, 29: 1056–1074.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji. Birinci Baskı, Kriter Yayınevi- Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, ISBN: 978-605-5863-39-6, 650 + XXII sayfa, İstanbul.*
- Türkeş, M., & Tatlı, H. (2011). Türkiye yağış bölgelerinin spektral kümeleme tekniğiyle belirlenmesi. In *Proceedings of the National Geographical Congress with International Participation, İstanbul, Turkey (CD-ROM).*
- Turp, M. T., Öztürk, T., Türkeş, M., & Kurnaz, M. L. (2014). RegCM4. 3.5 bölgesel iklim modelini kullanarak Türkiye ve çevresi bölgelerinin yakın gelecekteki hava sıcaklığı ve yağış klimatolojileri için öngörülen değişikliklerin incelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 23(1), 1-24.
- Topuz, M. (2017). Çukurova'da Yağışların Trend Analizi. *Çukurova Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 173-181.
- Thommen, O. (2005). Heat wave 2003 and mortality in Switzerland. *Swiss medical weekly*, 135(1314), 200-205.
- Ünal, Y. S., Tan, E., & Mentés, S. S. (2013). Summer heat waves over western Turkey between 1965 and 2006. *Theoretical and applied climatology*, 112(1), 339-350.
- Vincent, L. A., Peterson, T. C., Barros, V. R., Marino, M. B., Rusticucci, M., Carrasco, G., & Karoly, D. (2005). Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960–2000. *Journal of climate*, 18(23), 5011-5023.
- Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., & Wallis, T. (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110(D22).

Zhang, P., Ren, G., Xu, Y., Wang, X. L., Qin, Y., Sun, X., & Ren, Y. (2019). Observed changes in extreme temperature over the global land based on a newly developed station daily dataset. *Journal of Climate*, 32(24), 8489-8509