



Antalya Bölümünde sıcaklık ve yağış indislerinin değişim analizleri¹

Variation analyses of temperature and precipitation indices in Antalya Region²

Barış Durmuş^{a*}  İhsan Bulut^b  Barbaros Gönençgil^c 

^a Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Antalya, Türkiye.

^b Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Antalya, Türkiye.

^c İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye.

ORCID: B.D. 0000-0001-6556-493X; İ.B. 0000-0002-4873-3479; B.G. 0000-0001-6535-4481

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 13.10.2021

Kabul/Accepted: 03.12.2021

Anahtar Kelimeler:

İklim değişikliği
İklim indisleri
Ekstrem hava olayları
Akdeniz Bölgesi

Keywords:

Climate change
Climate indices
Extreme weather events
Mediterranean Region

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(B. Durmuş) barisdurmusdr@gmail.com

DOI: 10.17211/tcd.1009270



Atf/Citation:

Durmuş, B., Bulut, İ., & Gönençgil, B. (2021). Antalya Bölümünde sıcaklık ve yağış indislerinin değişim analizleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 91-108. <https://doi.org/10.17211/tcd.1009270>

ÖZ / ABSTRACT

İklim değişiminden en çok etkilenen alanlardan biri olan Akdeniz havzasında, özellikle yaz dönemlerinde küresel ortalamanın üzerinde sıcaklık artışları yaşanmaktadır. Artan sıcaklıklar ile birlikte ekstrem hava olaylarının şiddetinde ve sıklığında artışlar meydana gelmektedir. Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi-Antalya Bölümü için temin edilen istasyon günlük verilerinde, 1980-2019 yılları arasındaki sıcaklık ve yağış ekstremlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. RH test ile homojenlikteki kırılma tarihleri tespit edilen sıcaklık ve yağış verilerine, WMO ve CLIVAR'ın belirlediği iklim indislerinden 17 sıcaklık ve 6 yağış indisi uygulanmıştır. Ekstrem değerlerdeki eğilimler, parametrik olmayan Kendall temelli Sen Eğilim testi ile belirlenmiş ve analizler, R tabanlı ClimPACT yazılımı ile incelenmiştir. Yıllık bazda incelenen iklim indislerindeki değişim gün, derece, yüzde, mm, mm/gün ve olay cinsinden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; bölge iklimindeki kırılma tarihleri 1990 ve 2010'ların ilk yıllarında meydana gelmiş; maksimum sıcaklık ortalama değerleri genel olarak 2.4 °C artarken, minimum sıcaklık ortalaması özellikle Alanya ve Fethiye gibi kıyı kesimlerde 4°C artmıştır. Bölgedeki donlu ve buzlu günler azalma eğilimindeyken, tarımsal açıdan önemli olan gelişme sezonu uzunluğu artış eğilimi göstermiştir. Yağış ekstremleri açısından Teke yarımadasının, Akdeniz'e bakan kıyı (özellikle Demre) ve yüksek kesimlerinde (Elmalı) anlamlı artış eğilimleri belirlenirken, toplam yağışa en fazla katkıyı uç yağış değerlerinin sağladığı tespit edilmiştir. Bölgedeki yerleşme, tarımsal alanlar ve su kaynakları üzerinde oldukça etkili olan bu değişimler, gerekli adaptasyon ve altyapı çalışmalarının yapılmasını zorunlu kılmıştır.

The Mediterranean basin which is one of the area that most affected by climate change, temperature increases are experienced above the global average, especially in summer periods. Increases in severity and frequency of extreme weather events occur with increasing temperatures. In this study, changes in temperature and precipitation extremes between 1980-2011 were analyzed on daily data that obtained for the Mediterranean Region-Antalya Area. 17 temperature and 6 precipitation climate indices that identified by WMO and CLIVAR were applied to the temperature and precipitation data that the changepoint dates in homogeneity were determined by RH test. Trends in extreme values were determined by the non-parametric Kendall-based Sen Trend test and analyzes were examined with R-based ClimPACT software. The change in climate indices which are analyzed yearly, were evaluated in day, degree, percent, mm, mm/day and event. According to the obtained results, the changepoints dates for the regional climate occurred in the early years of 1990 and 2010; while the average maximum temperature values increased by 2.4 °C in general, the minimum temperature average increased by 4 °C, especially in coastal areas such as Alanya and Fethiye. While the frost and ice days tended to decrease in the region, the length of the growing season which is important in terms of agriculture, tends to increase. In terms of precipitation extremes, increasing trends were determined in the coastal (especially Kale-Demre) and high areas (Elmalı) of the Teke peninsula where overlooking the Mediterranean Sea and it was determined that extreme precipitation values contribute the most to the total precipitation. These changes which have a significant impact on settlements, agricultural areas and water resources in the region, have required the necessary adaptation and infrastructural works to be carried out.

¹ Bu çalışma "İklim Değişikliği Kapsamında Antalya Bölümündeki Meteorolojik Kökenli Ekstrem Hadiselerin Tarım Alanları Üzerindeki Etkileri" adlı doktora tez çalışmasının ilk sonuçlarından üretilmiştir.

² This study was produced from the first results of the PhD thesis named "The Effects of Meteorological-origin Extreme Events on Agricultural Fields in Antalya Region within the Scope of Climate Change".

Extended Abstract

Introduction

From the formation of the earth until nowadays, climate dynamics have tended to change continuously. Anthropogenic activities such as industrialization, increase in population, urbanization, using fossil fuel caused noticeably global warming from the beginning of the 20th century. Increasing temperature averages cause changes in severity and frequency of extreme events especially. Increasing natural disasters due to the increase in extreme weather events directly affect the socio-economic structure, ecological systems and natural resources of the regions. The most reliable pieces of evidence for the climate change can be identified in increasing or decreasing trends in extreme events rather than averages. Hence, analyzing the dynamics of extreme events helps us to understand the dimensions and effects of climate change. Variations in the climate dynamics can be clearly determined by various climatic indices identified by WMO and CLIVAR. Changes in climate which have a strong pressure on social life and sectors such as agriculture, economy, tourism, industry, are particularly effective in the Mediterranean basin. Accordingly, in this study, it is aimed to identify the differences that temperature and precipitation extremes have shown in the coastal and interior regions, lowland and high areas in Antalya Region (SW Turkey).

Data and Methods

Daily average, maximum and minimum temperature and daily precipitation data of 18 stations in the Antalya Region were procured from the Turkish State Meteorological Service (MGM). Firstly the dataset that including the period between 1980-2019 was checked for quality control process and detected errors were corrected. The change points were determined on the obtained debugged dataset with PMF test statistics in the RHtest software. Change points can occur in station datasets due to station displacement, mechanical modify, environmental change or natural variability. The stations that have common change points have not been removed from the dataset because of the demanded stations have not been displaced before. Following these procedures, 23 climate indices were calculated for the daily temperature and precipitation data series of each station in the R-based RCLIMPACT software. For the analysis of dataset trends, non-parametric Kendall-based Sen's Slope test methods were applied. Annual changes in the indices trends between 1980 and 2019 were calculated as day, degree, percent, mm, mm/day. Ultimately, obtained change values were mapped for the region with Kriging and Inverse Distance Weighting interpolation methods in ArcGIS 10.4 software.

Results and Discussion

Common dates for change points were identified in the homogeneity analysis of stations in the study area. Generally, the change point dates that were determined on the datasets for the region in the 1990s and early 2010s were interpreted as a result of natural variability, because there was no displacement for stations. It was also determined in the study area that the minimum temperatures increasing faster than the maximum temperature as in previous studies. While the average maximum temperature increased by 2.4°C in general between 1980-2019, the minimum temperature averages showed statistically significant increases up to 4°C especially at stations

(Alanya, Fethiye) in the coastal areas. These results have been seen as the most serious consequence of the climate crisis in terms of the study for the region. The difference between the maximum and minimum temperature has decreased, especially in coastal areas. In addition, increasing temperatures in the region have reduces the cool days-nights and increased the hot days and nights in general. The reduction of frost days, ice days, cold spell duration and extension of the growing season have created positive results in short term, such as more than one harvest and more product variety throughout the year. However, severe evaporation and drought conditions will negatively affect agricultural water sources in the long term. In this case, agricultural adaptation will become extremely important, otherwise regional food security will be at risk. The extreme precipitation indices showed increasing trends especially in the coastal and high areas of the Teke peninsula where overlooking the Mediterranean Sea. Also, it was determined that extreme precipitation values contribute the most to the total precipitation. Therefore in these regions, particularly Demre, Fethiye, Dalaman, Köyceğiz and Elmalı, it is important to improve the infrastructural investments. The most important reasons for the increases in precipitation are the frontal systems formed in the Mediterranean Sea, orographic systems, and increasing sea surface temperatures. Increasing temperatures with anthropogenic activities leading more extreme weather events and it causes severe pressure on the physical and human systems. Perceptible changes in the severity and frequency of extreme weather events require us to make a stride about adaptation and mitigation initiatives. Adapting to the new normals of climate conditions is vitally important for our socio-economic and natural environment.

1. Giriş

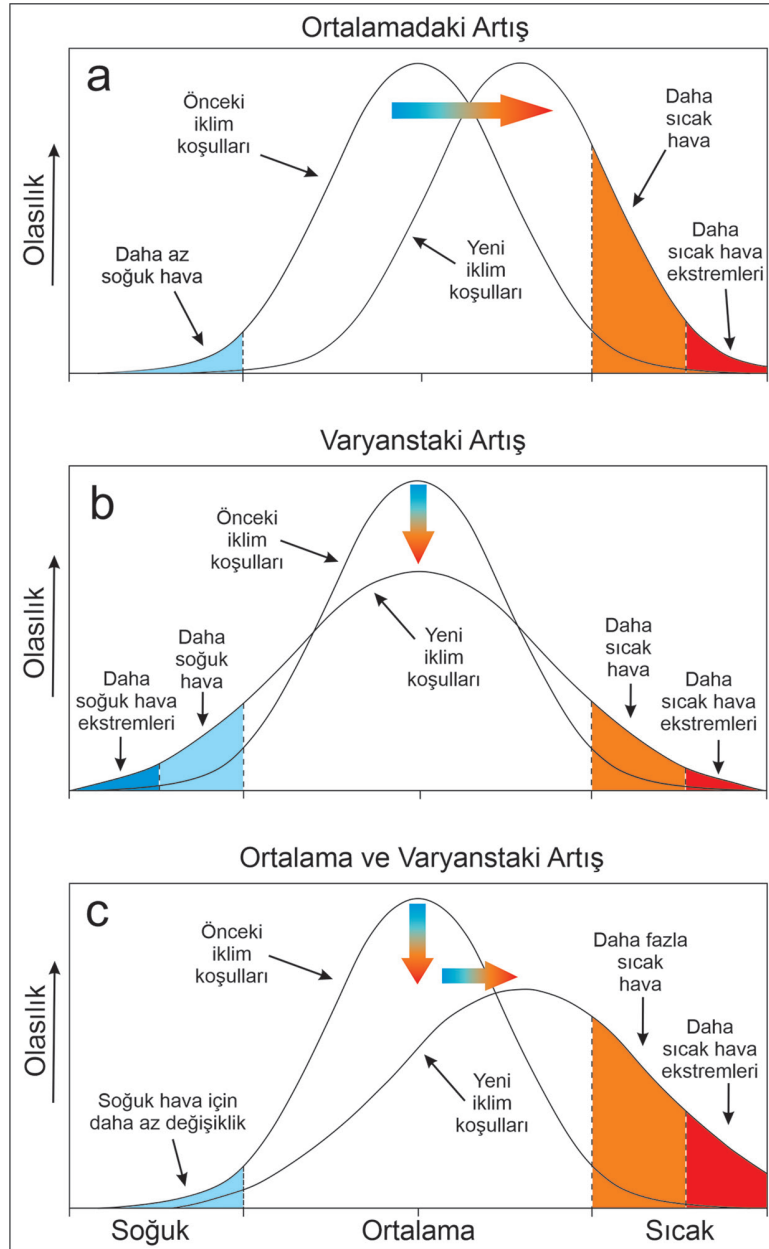
İklim, Yerkürenin oluşumundan bugüne jeolojik devirler boyunca ve birtakım doğal süreçler sonucunda, farklı alan ve zaman ölçeklerinde sürekli değişme eğiliminde olmuştur (Gönençgil, 2008; Türkeş, 2013). Milyonlarca yıldan on yıllara kadar olan süreçlerle ifade edilen iklimdeki bu doğal değişebilirlik, son yüzyıllarda antropojenik faaliyetlerin baskısı altına girmiştir (Johns vd., 2003; Rosenzweig vd., 2008; Türkeş, 2008; Anderson vd., 2012; Abatzoglou & Williams, 2016). 19. yüzyıl ortalarından itibaren başlayan sanayileşme faaliyetleri ve fosil yakıt kullanımı, endüstriyel dönem öncesine göre, atmosferik sera gazlarının yoğunluğunda artışa sebep olmuş ve 20. yüzyıldan itibaren etkisi hissedilen küresel bir ısınmaya yol açmıştır (IPCC, 2001; Höök & Tang, 2013). Diğer yandan nüfus artışları, şehirleşme, ormansızlaşma ve arazi kullanımındaki yoğun değişimler, küresel ve yerel ortalama ve uç sıcaklık değerlerinin artmasında önemli bir rol oynamaktadır (IPCC, 2019). Endüstriyel dönem öncesine göre küresel açıdan yaklaşık 1°C (0.8 - 1.2°C arası) artmış olan sıcaklık (IPCC, 2018), Akdeniz Havzasında yaklaşık 1,5°C artışa ulaşmıştır (MedECC, 2020). Akdeniz Havzası, son yıllarda özellikle sıcak mevsimde %25-30'u aşan yağış düşüşleri ve normal 4-5°C aşabilen sıcaklıklara sahip, sıcak hava dalgalarının sıklığına sahip bir sıcak bölge (hotspot) haline gelmiştir (Giorgi, 2006).

Artan küresel sıcaklıklar, hidrolojik döngüde değişimler, aşırı iklim olayları, kuraklık, orman yangınları, sel ve taşkın gibi afetlerin sayısında, sıklığında ve şiddetinde artışlara sebep olmaktadır (Trenberth, 1999; Meehl vd., 2000; Easterling vd., 2000;

Türkeş, 2008). Ekstrem olaylardaki artışlara bağlı olarak, başta temel ihtiyaçlarımızın karşılandığı tarım sektörü olmak üzere diğer sosyo-ekonomik sektörler, ekolojik sistemler ve doğal kaynaklar doğrudan etkilenmektedir. Son yıllarda iklime bağlı gerçekleşen şiddetli hava olayları ile birlikte yaşam kayıpları ve giderek artan ekonomik zararlar meydana gelmektedir. Uluslararası Afet Veri Tabanı (EM-DAT) 2018 yılı raporlarında dünya genelinde 61.7 milyon insanın, ekstrem hava olaylarından etkilendiği belirtilmiştir. Akdeniz Havzası sıcaklık değerleri, küresel ortalama dan daha hızlı artmaktadır. Yaklaşık 250 milyon kişiye ev sahipliği yapan kıyı bölgeleri; aşırı kuraklık, taşkın, sel, erozyon, salinizasyon ve gıda sıkıntısı gibi tehlikeler ile karşı karşıyadır (IPCC, 2021). Güney ve Doğu Akdeniz ülkelerinde 80 milyon kişi aşırı su kıtlığından etkilenirken, 2050 yılına kadar su talebinin ikiye hatta üçe katlanması öngörülmektedir (MedECC, 2020). Ayrıca EM-DAT verilerine göre Akdeniz'i çevreleyen ülkelerde 1900 yılından bu yana sel ve taşkınlar, 85 milyar Euro zarara sebep olmuştur (Gaume vd., 2016). Ek olarak Akdeniz Havzasında iklim değişikliğine bağlı orman yangınlarında artış beklenmektedir (Ruffault vd., 2020).

Değişen iklimde, ekstrem olaylardaki değişkenlik ve eğilimler, ortalama değerlerden daha duyarlı ve belirgin olmaktadır (Katz & Barbara, 1992; Easterling vd., 2000). IPCC (2001) araştırmasına göre; (1) atmosferik CO₂ konsantrasyonu 1000-1750 yılları arasında 280 ppm iken, 2000 yılında %31±4 artış ile 368 ppm olarak ölçüldüğü (CarbonTracker-CH₄'e göre 2021 yılı atmosferik CO₂ konsantrasyonu 410 ppm olarak ölçülmüştür), (2) Kuzey Yarı Küre yüzey sıcaklığı 20. yüzyılda geçtiğimiz 1000 yıla göre daha sıcak, 1990'ların en sıcak on yıl olduğu (IPCC, 2021'e göre son 10 yıl, 1850-1900 ortalamasından 0.99°C daha sıcaktır), (3) Günlük sıcaklık farkının 1950-2000 yılları arasında azaldığı, gece minimum sıcaklıklarının gündüz maksimum sıcaklıklara oranla iki kat arttığı, (4) Sıcak günlerin arttığı, soğuk ve donlu günlerin neredeyse tüm arazilerde azaldığı, (5) Orta ve kutba yakın kuzey enlemlerinde aşırı yağış olaylarının arttığı ve son olarak (6) alansal olarak değişkenlik gösterse de kuraklık frekans ve şiddetinin arttığını belirtmişlerdir.

IPCC, 2001'den Türkçeleştirilen diyagramlara göre; ortalama sıcaklık ve varyanstaki değişimler, ekstrem olayların gerçek-



Şekil 1. Ortalama ve varyanstaki değişikliklerin ekstrem sıcaklıklar üzerindeki etkisini gösteren diyagramlar (IPCC, 2001'den Türkçeleştirilmiştir).
Figure 1. Diagrams showing the effect of changes in mean and variance on extreme temperatures (translated from IPCC, 2001 to Turkish).

leşme olasılığı ve frekansı üzerinde son derece etkilidir (Şekil 1). Sıcaklık ortalamalarındaki artış (Şekil 1a), daha az donlu ve soğuk günler ve daha fazla ekstrem sıcaklığı beraberinde getirirken, varyanstaki artış hem sıcak hem soğuk ekstremlerin gerçekleşme olasılığını artırabilmektedir (Şekil 1b). Ortalama ve varyansta meydana gelebilecek toplu değişim (Şekil 1c), sıcaklık değerlerindeki aşırı olayların frekansını önemli ölçüde arttıracaktır.

Küresel iklim değişikliği ile ekstrem değerlerde meydana gelen değişimleri konu alan çalışmalara bakıldığında; Klein Tank & Können (2003), ısınma süreci olarak belirttikleri 1946-1999 yılları arasında kullanılan tüm istasyonlarda ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. 1976-99 arasında bir önceki döneme göre sıcak ve soğuk karakterli ekstrem hava olaylarının sayısında iki kattan daha fazla bir artış olduğu belirtilmiştir. Beniston vd. (2007) tarafından Avrupa'daki ekstrem olayların geleceği üzerine yapılan çalışmada; bölgesel yüzey ısınmalarının, Avrupa'da ısı dalgası sıklığı, yoğunluğu ve süresinde artışlar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bölgenin gelecek projeksiyonuna göre; 21. yy sonlarına doğru Orta Avrupa'nın, Güney Avrupa'da olduğu gibi aynı sayıda sıcak günler yaşayacak, yoğun kış yağışları Orta ve Kuzey Avrupa'da artacak fakat Güney'de azalacak, Akdeniz kuraklıkları daha erken başlayacak ve uzun sürecektir.

Zhang vd. (2005) tarafından gerçekleştirilen ve Orta Doğu ve Kafkaslar'da 15 ülkeyi kapsayan çalışmada; ekstrem sıcaklıkların, istatistiksel olarak anlamlı ve mekansal olarak tutarlı artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. Kuglitsch vd. (2010) tarafından Doğu Akdeniz Bölgesi için yapılan çalışmada; sıcak hava dalgası eğilimlerinin %8 daha fazla gerçekleştiği, Türkiye'nin batı ve güneybatısı için anlamlı değişiklikler gözlemlendiği belirtilmiştir.

Ülkemiz özelinde, Türkeş vd. (2002) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre yıllık, kış ve ilkbahar ortalama sıcaklıkları ülkenin güneyinde artma eğilimindeyken, yaz ve sonbahar ortalama sıcaklıkları kuzey ve iç kesimlerde azalma eğilimi göstermiştir. İlkbahar ve yaz minimum sıcaklıkları artarken, günlük sıcaklık farkında kuvvetli azalmalar gözlemlenmiştir. Türkeş vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye ve Akdeniz genelinde özellikle kış mevsimindeki yağışlarda belirgin bir azalma gözlemlenirken, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde bir artış olduğu belirtilmiştir.

Şensoy vd. (2013) tarafından yapılan çalışma sonuçlarına göre, yaz günleri sayısı, tropik geceler, sıcak devre süresi maksimum ve minimum sıcaklık, sıcak günler ve geceler indisleri Türkiye'nin her yerinde artma eğilimindeyken, soğuk günler ve geceler, buzlu günler, donlu günler ve soğuk devre süresi azalma eğiliminde olmuştur. Gelişme sezonu uzunluğu ise kıyı bölgeleri hariç ülkenin her yerinde artma eğilimi göstermiştir. Yıllık toplam yağış indisleri Ege ve İç Anadolu'da azalma eğilimindeyken, aşırı yağış indisleri özellikle Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde artış eğilimi göstermiştir.

Acar Deniz ve Gönençgil (2015) tarafından Türkiye'deki 97 istasyon üzerinde yapılan Mann-Kendall eğilim analizleri sonucunda; 1970-2006 çalışma periyodu arasında sıcak ve aşırı sıcak günlerde artış eğilimi belirlenirken, soğuk ve aşırı soğuk günlerde anlamlı azalış eğilimleri gözlemlenmiştir. Ayrıca Ak-

deniz kıyı kesimlerindeki ekstrem sıcaklıklarda anlamlı artışlar olduğu belirlenmiştir. Acar vd. (2018) tarafından Türkiye geneli için yapılan çalışma sonuçlarına göre, yaz mevsiminde sıcak günler artarken, kış aylarında özellikle Akdeniz ve Marmara Bölgesi kıyı kesimlerinde soğuk günler azalma eğilimi göstermiştir. Aşırı sıcak günlerin sıklığı 2000 yılından sonra, aşırı soğuk günlerin sıklığı 2005 yılından sonra artarken, 2010 yılı çalışma periyodunun en sıcak yılı olarak belirlenmiştir.

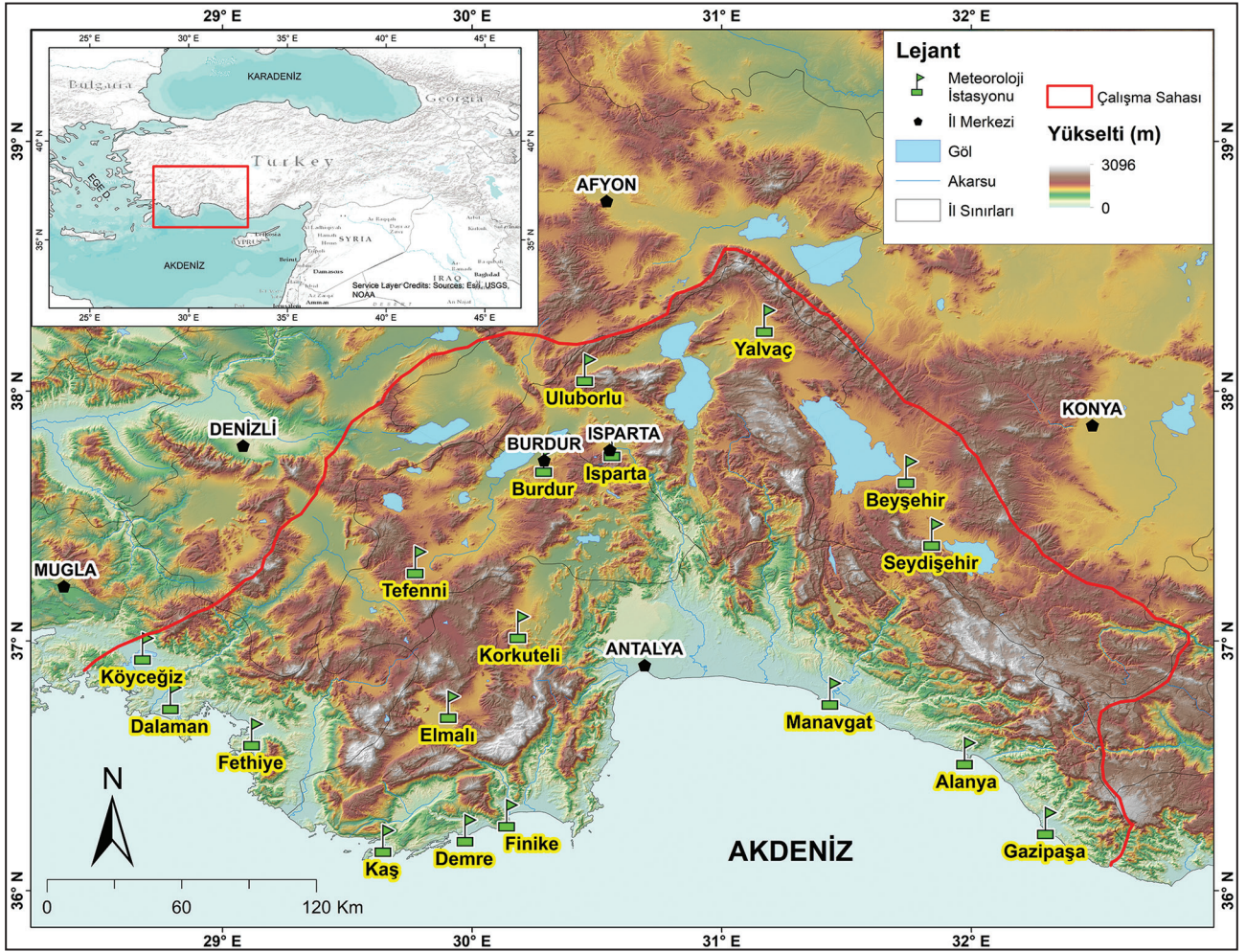
Gönençgil ve İçel (2010) tarafından Doğu Akdeniz kıyılarında yapılan çalışmada, yıllık yağış ile toplam yağışlı gün sayılarında kış ve ilkbahar mevsimlerinde azalma eğilimi belirlenmiştir. Doğu Akdeniz ve ülkemiz özelinde yapılan diğer çalışmalarda da genel olarak sıcaklık indislerinde belirgin ve anlamlı artışlar gözlemlenmiştir (Kostopoulou & Jones, 2005; Erlat & Yavaşlı, 2011; Karabulut, 2012; Acar Deniz & Gönençgil, 2017; Abbassia & Toros, 2018; Dün & Gönençgil, 2021).

Yapılan çalışmalarda belirtildiği gibi Yerküre giderek ısınmakta, iklim değişmekte ve buna bağlı iklim parametreleri belirgin şekilde değişkenlik göstermektedir. İklim değişikliğinin en önemli kanıtlarını ortalamalardan ziyade, ekstrem olaylardaki artış veya azalış eğilimlerinde görebilmekteyiz. Şiddeti, sıklığı ve yoğunluğu artan aşırı iklim olaylarının gelişimini belirlemek, iklimdeki değişimin boyutlarını anlamamızı sağlamaktadır. Bu doğrultuda Akdeniz Bölgesi-Antalya Bölümünü kapsayan bu çalışmada, Türkiye geneli ve Doğu Akdeniz için yapılan ekstrem çalışmaları referans alınarak, bölgesel ölçekteki farklılıklar ve benzerlikler araştırılmıştır. Ayrıca sıcaklık ve yağış ekstremlerinin, çalışma sahasının kıyı ve iç kesimleri ile yüksek ve alçak kesimleri arasındaki ilişki ve farklılıkların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Çalışma Sahası

Çalışma sahasını oluşturan Akdeniz Bölgesi-Antalya Bölümü, batıda Muğla-Karaağaç körfezinden başlayarak, güneybatı kuzeydoğu doğrultusunda uzanan Gölge ve Karakuş Dağları boyunca kuzeyde Sultan Dağlarına; doğuda, kuzeybatı güneydoğu yönlü uzanan Sultan Dağlarından Orta Torosların batısına kadar uzanır (Şekil 2). Batı Torosları kapsayan bölümde, oldukça yüksek ve engebeli Teke Yöresi, tektonik ve karstik göllerin bulunduğu Göller Yöresi ve Torosların Akdeniz'e bakan kesimi ni oluşturan Antalya Yöresi bulunmaktadır.

Akdeniz havzasının doğusunda yer alan Türkiye, Subtropikal kuşağın Akdeniz makro iklim bölgesinde yer almakta ve orta enlem gezici basınç merkezlerinin yanında, Akdeniz'de oluşan siklonların etkisi altında bulunmaktadır. Bölge iklimi üzerinde yazın daha çok Azor yüksek basıncı kaynaklı maritim tropikal (mT) hava kütlesi etkili olurken, kışın etkili olan polar hava kütleleri ise bu dönemde kuzey enlemlere kaymaktadır. Yaz mevsiminde bölgenin batısında hakim olan subtropikal yüksek basınç sistemi kuzeye doğru ilerlerken, İntertropikal Konverjans Zonu (ITC) da kuzeye doğru yönelmektedir. Yazın, batı ve kuzeybatı kaynaklı polar hava akımları zaman zaman bölge üzerinde cephe yağışlarına neden olmaktadır. Kışın Azor yüksek basıncının güneye kayması ile birlikte, kuzeydoğudan ülkemize sokulan Sibiry kökenli karasal polar (cP) hava kütleleri etkili olurken, Doğu Avrupa üzerinde gelişen yüksek basınç gradyanı da Akdeniz'e doğru etkili olmaktadır (Koçman, 1993; Erinc,



Şekil 2. Çalışma sahasının konumu.
Figure 2. Location of study area.

1996; Erol, 2014). Akdeniz'e yönelen polar hava akımları ve güneyde bulunan subtropikal hava akımlarının karşılaşması ile Akdeniz Hava Kütleleri ve cephesel sistemler oluşmaktadır. Akdeniz Havzasında oluşan bu sistemler de özellikle Türkiye'nin Ege ve Batı Akdeniz bölgelerinde aşırı yağış ve kuvvetli fırtınaların yaşanmasına sebep olur. Yağış oluşturmaları açısından bu sistem, Atlantik hava sistemlerinden daha etkili olabilmektedir (Tatlı vd., 2004; Sarış vd., 2010).

Akdeniz Bölgesi kıyı kuşağında 1000 m'ye kadar asıl Akdeniz ikliminin yazın sıcak ve kurak, kışın ılık ve yağışlı özelliklerini görebiliyoruz, yüksek kesimlerde yazları serin ve nispeten yağışlı, kışları soğuk ve karlı Akdeniz dağ iklimi hakimdir (Atalay & Mortan, 2011). Türkiye'de bölgeler ve yöreler arasında görülen iklim farklılıkları, topografik şartlardaki farklılıkların bir sonucudur (Erinç, 1996). Batı Torosların kıyıya paralel uzanması, kıyı, iç ve yüksek kesimler arasındaki nem ve sıcaklık geçişlerini engellemekle birlikte, kısa mesafelerde iklimi değiştirebilmektedir. Çalışma sahası, Akdeniz ikliminden iç Anadolu'nun karasal iklimine doğru bir geçiş sahasıdır (Sarı, 2009).

Akdeniz Bölgesi kapsamında çalışma sahasının Ocak ayı ortalama sıcaklığı 6.4°C, Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 26.8°C ve yıllık ortalama sıcaklığı 16.3°C'dir. Yağışların çoğu kış mevsiminde gerçekleşirken, ortalama yağış 725 mm civarındadır. Yaz yağışları ise toplam yağış içerisinde %5.7'lik paya sahiptir. Bu yüzden sahada yaz kuraklığı hakimdir (Şensoy vd., 2008).

3. Veri ve Yöntem

3.1. Veri

Antalya Bölümü içerisinde; Antalya, Burdur, Isparta, Muğla'nın güneydoğusu ve Konya il sınırının güneybatısında yer alan ve rasat yıllarında farklılıklar bulunan 18 istasyona ait günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri ile günlük yağış değerleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. İstasyonlara ait sıcaklık verileri, Kaş (1995-2019) ve Kale-Demre (1982-2019) istasyonları hariç, eksiksiz şekilde temin edilirken; yağış değerlerine ait manuel ve otomatik meteoroloji gözlem istasyonu (OMGİ) verileri ayrı şekilde düzenlenmiştir. Sahaya ait yağış verilerinde 1980-2019 yıllarını kapsayan manuel istasyonlar olduğu gibi kullanılırken, 2012 itibarıyla otomatik gözlem yapmaya başlayan istasyonların sadece manuel gözlem verileri (1980-2011) kullanılmıştır. Manuel istasyon ve OMGİ ölçümlerindeki insan kaynaklı hata, hassasiyet farklılıkları (Yılmaz & Darend, 2021), trend analizlerinde kırılmalar ve istatistiksel olarak anlamsız sonuçlar vermesi sebebiyle veri setleri birleştirilmemiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları (* 2012 yılından itibaren otomatik hava istasyonları aracılığıyla yağış verilerinin toplanmaya başladığı istasyonları ifade etmektedir).

Table 1. Meteorological stations used in the study (* indicates stations where precipitation data have started to collect through automated weather stations since 2012).

İstasyon Adı	Sıcaklık Rasat Süresi	Yağış Rasat Süresi	Enlem	Boylam	Yükselti (m)
Alanya	1980-2019	1980-2019	36.5507	31.9803	6
Beyşehir	1980-2019	1980-2019	37.6777	31.7463	1141
Burdur	1980-2019	1980-2019	37.722	30.294	957
Dalaman*	1980-2019	1980-2011	36.7719	28.7986	12
Elmalı*	1980-2019	1980-2011	36.7372	29.9121	1095
Fethiye	1980-2019	1980-2019	36.6268	29.1239	4
Finike	1980-2019	1980-2019	36.3024	30.1458	2
Gazipaşa	1980-2019	1980-2019	36.2715	32.3045	21
Isparta	1980-2019	1980-2019	37.7848	30.5679	997
Kale-Demre*	1982-2019	1982-2011	36.2421	29.979	25
Kaş	1995-2019	1995-2019	36.2002	29.6502	153
Korkuteli*	1980-2019	1980-2011	37.0565	30.191	1017
Köyceğiz*	1980-2019	1980-2011	36.97	28.6869	24
Manavgat*	1980-2019	1980-2011	36.7895	31.441	38
Seydişehir*	1980-2019	1980-2011	37.4267	31.849	1129
Tefenni*	1980-2019	1980-2011	37.3161	29.7792	1142
Uluborlu*	1980-2019	1980-2011	38.086	30.4582	1025
Yalvaç*	1980-2019	1980-2011	38.283	31.1778	1096

İndislerdeki trendler hesaplanmadan önce, ‘.txt’ formatında düzenlenen veriler Kalite Kontrol (QC) sürecinden geçirilmiştir. Eğitim analizinde hatalı sonuçlar verebilecek eksik veya hatalı veriler, tespit edilip düzeltilmiştir. Genel olarak, minimum sıcaklığın maksimum sıcaklıktan fazla ve günlük yağış miktarının sıfırın altında ölçüldüğü günler hatalı ve eksik olarak tanımlanmıştır. Dosyadaki bu hatalı ve eksik veriler yerine “-99” yazılmıştır (Alexander & Herold, 2016). Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden temin edilen günlük yağış verilerinde, ölçümü yapılmamış yıllar olduğu için Kale-Demre istasyonu 1982 ve Kaş istasyonu 1995 yılından itibaren çalışmaya dahil edilmiştir. Kalite kontrol işleminden geçen veriler, homojenlik testine tabi tutulmuştur. Düzenlenen veriler kalite kontrol, homojenlik analizi, trend analizleri, indis hesaplamaları ve analizi süreçlerinden geçirilmiştir.

3.2. Homojenlik Analizi

İklim parametrelerine ait bir zaman serisinin homojenliği, değişim veya eğilimin sadece iklimsel değişkenlikten kaynaklanması olarak tanımlanır (Aguilar vd., 2004). Homojenlik testleri ile istasyondaki yer değişimi, çevresindeki değişim, alet değişimi veya doğal değişkenlikten kaynaklanan verilerdeki tekil ve ortak değişim noktaları (kırılma tarihleri) tespit edilebilir (Akçakaya vd., 2013; Demircan vd., 2014). R programı ile çalıştırılan Rhtest, homojen bir referans veri seti ile karşılaştırmalı analizler (Penalized Maximal T Test) yapıldığı gibi, referans serisine gerek duymadan (Penalized Maximal F Test) bir zaman serisine uygulanan doğrusal eğilimli iki fazlı regresyon modeline dayanır (Wang, 2008; Wang vd., 2010). PMF test istatistiği (Wang, 2003; 2008) ile tek bir değişim noktası olduğunda, sonuç oldukça güvenilir olur. Çünkü tek noktadan ayrılan her iki bölümün de homojenliği ayrı ayrı tespit edilir. Fakat birden fazla değişim noktasının varlığı, ilk değişimin değerlendirilme-

sinin doğruluğunu etkileyebilmektedir (Wang, 2003).

Bu çalışmada herhangi bir referans zaman serisi bulunmadığı için günlük maksimum ve minimum sıcaklık verilerine PMF homojenlik testi uygulanmıştır. Diğer yandan günlük yağış verileri, R programı ile aylık toplam verilere çevrilerek (Wang & Feng, 2013) homojenlik testleri yapılmıştır. Veriler programın kabul ettiği ‘.txt’ formatına göre sırasıyla “yıl/ay/gün/yağış/maksimum sıcaklık/minimum sıcaklık” sütunları şeklinde düzenlenmiştir. Sahaya ait meteoroloji istasyonlarındaki homojenlik kontrol edilirken, çalışma periyodu boyunca gerçekleşmiş iklimsel kırılmaların tarihleri de belirlenmiştir.

PMF homojenlik testinde rasat süreleri değişiklik gösterdikçe, kırılma noktalarında da değişimler olmaktadır. Bu yüzden istasyon veri setlerinin aynı süreleri kapsamaması, yapılacak çalışmalar için daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Aksi halde kırılma noktaları ifade edilirken, yapılan testin bireysel rasat süresini kapsadığı belirtilmelidir.

3.3. Mann-Kendall Trend Testi ve Sen Eğilim Testi

Mann-Kendall Trend testi, veri setlerindeki eğilimin varlığı ve yönünü tespit etmek için dağılım parametresi aranmayan, ilk olarak Henry B. Mann tarafından uygulanan ve Maurice G. Kendall tarafından geliştirilen bir analiz yöntemidir (Mann, 1945; Kendall, 1975). Sen Eğilim testi de Pranab Kumar Sen tarafından geliştirilen, N veri setlerindeki eğilimlerin boyutunu tahmin eden doğrusal bir model kullanan parametrik olmayan bir testtir (Sen, 1968). Mann-Kendall Test istatistiği denklemi;

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(X_j - X_i) \quad (1)$$

burada n veri nokta sayısı, X_j ve X_i zaman dilimlerindeki veri

değerleri ($j > i$), $\text{sgn}(X_j - X_i)$ işaret fonksiyonudur:

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

Varyans şu şekilde hesaplanır;

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

burada n veri nokta sayısıdır, P bağlı grupların sayısıdır, \sum tüm bağlı gruplar üzerindeki toplamı gösterir, t_i ise P grubundaki veri değerlerinin sayısını ifade eder. Örneklem büyüklüğü $n > 10$ durumunda veri setinin normal dağılım gösterdiği varsayılır ve varyansı belirlenen testin önemi Z istatistiği ile belirlenir:

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

Hesaplanan Z_s değeri pozitif ise artan; negatif ise azalan bir eğilimin varlığı söz konusudur. Eğer seçilen α anlamlılık seviyesi $|Z_s| \leq Z_\alpha$ olduğunda boş hipotez kabul edilir, aksi durumda reddedilir.

Herhangi bir dağılıma uyma zorunluluğu olmayan *Sen's Eğilim Hesaplaması*, doğrusal modeldeki eğilimin boyutunu, güvenilir bir şekilde tahmin etmek için kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Zamandaki her değişimi, ölçümdeki bir değişiklik olarak hesaplar, eğilim bu doğrultuda ilerler (Sen, 1968);

$$Q_i = \frac{X_j - X_k}{j - k} \quad \text{için } i = 1, \dots, N \quad (5)$$

burada X_j ve X_k , j ve k ($j > k$) zamanlarındaki veri değerleridir. Her zaman diliminde sadece bir veri varsa; $N = n(n-1)/2$, burada n zaman dilimini temsil ediyor. Eğer bir ya da daha fazla zaman diliminde çoklu gözlemler varsa; $N < n(n-1)/2$, burada n toplam gözlem sayısıdır. Q_i değerinin N değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak Sen eğiminin medyan değeri hesaplanır;

$$\begin{aligned} N \text{ tek ise; } Q_{med} &= Q_{(n+1)/2} \\ N \text{ çift ise; } Q_{med} &= [(QN/2) + (Q(N+2)/2)] \end{aligned} \quad (6)$$

Q_{med} işareti verinin trendini yansıtırken, değeri trendin dikliğini belirtir. N değeri hesaplanan eğimlerin sayısını ifade eder. Medyan eğiminin istatistiksel açıdan sıfırdan farklı olup olmadığını belirlemek için, Q_{med} değerinin güven aralığı bulunmalıdır (Gilbert, 1987):

$$C_\alpha = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(S)} \quad (7)$$

burada $\text{Var}(S)$ değeri, eşitlik (3)'te yer alan formülle hesaplanır. $Z_{1-\alpha/2}$ standart normal dağıtım tablosundan elde edilir. Sonra,

$M_1 = (n - C_\alpha)/2$ ve $M_2 = (N + C_\alpha)/2$ hesaplanır. En düşük (Q_{min}) ve en yüksek (Q_{maks}) güven aralıkları limitlerinin en büyüğü M_{1th} ve N sıralı eğim tahminlerinin en büyüğü ise $(M_2+1)th$ 'dir. Eğer Q_{min} ve Q_{maks} eş değer işaretlere sahipse, Q_{med} eğimi

sıfırdan farklıdır. Bu çalışmada istatistiksel anlamlılık $p \leq 0.05$ değerinde hesaplanmıştır.

Sen's Eğilim analizi, Kendall'ın sıralama korelasyonuna dayanan bir yöntem olduğu için çoğu zaman birlikte kullanılırlar (Yue vd., 2002). Bu çalışmada trend analizleri ve indis çalışmaları için, istatistiksel hesaplama ve grafik programlama dili olan R yazılımı (4.0.4. V) kullanılmıştır (The R Core Team, 2020).

3.4. İklim İndisleri

Çalışmalarına 1999 yılında başlayan, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'ne bağlı İklim Değişikliği Belirleme ve İndis Uzman Grubu (ETCCDMI), aşırı hava olayları açısından tanımlayıcı 27 adet indis belirlemiştir (Alexander vd., 2006). ETCCDMI grubunun geliştirdiği ekstrem iklim indisleri ile hem iş yükünü azaltmak hem de kolay ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda İklimsel Risk ve Sektörel İndisler Uzman Grubu (ET-CRSCI) tarafından R programı tabanlı ClimPACT yazılımı geliştirilmiştir. ClimPACT yazılımı ile birlikte ET-SCI tarafından geliştirilen, birbirine entegre edilmiş indisler; sağlık, tarım ve gıda güvenliği, su kaynakları ve hidroloji alanları için gruplandırılmıştır (Zhang, et al., 2011; Alexander vd., 2013; Alexander & Herold, 2016). Günlük sıcaklık ve yağış parametrelerine ait indis hesaplamaları ClimPACT yazılımı çıktılarına göre ve enterpolasyon haritalarındaki zamansal ve mekansal bütünlüğü sağlamak açısından değişim değerlerinin yıllık zaman ölçeği kapsamında değerlendirilmesi tercih edilmiştir. Bu çalışma için seçilen günlük sıcaklık ve yağış verilerine ait indisler (Tablo 2) ve bu indislere ait trend analizleri, ClimPACT yazılımı ile hesaplanmıştır.

3.5. Kriging Enterpolasyon Yöntemi

Ölçümü yapılmış noktalar arasında kalan bir konumun değerini tahmin etmek için kullanılan Kriging yöntemi ilk olarak maden mühendisi Danie G. Krige tarafından geliştirilmiştir (Krige, 1951). Ölçülmüş verilerin ağırlıklı ortalamaları, tahmini yapılacak olan noktalar arasındaki mesafeye dayalı olarak belirlenir. Yöntem ile belirlenen ağırlıklar, yarivariograma ve mekansal konum özelliklerine bağlıdır (Oliver & Webster, 1990; Aydın & Çiçek, 2013). Bu çalışmada kullanılan ordinary kriging enterpolasyon yönteminin temel eşitliği (Oliver & Webster, 1990);

$$Z(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(S_i)$$

Burada S_i i konumunda ölçülen değer, λ_i ith konumunda ölçülen değer için bilinmeyen ağırlık, S_0 tahmini konum, N ölçülen değerlerin sayısını ifade etmektedir. Kriging yöntemi ile mekansal dağılımı yapılamayan az sayıda indis için, yine Kriging gibi yakınındaki örnek noktaların benzerliğine dayanan IDW enterpolasyon yöntemi tercih edilmiştir. IDW yöntemi, ölçülmüş noktalar ile tahmini yapılacak noktalar arasındaki mesafe arasındaki artışa bağlı olarak hücre değeri hesaplanır. Yani iki nokta arasındaki ilişkinin, mesafeleri ile orantılı olmasına dayanır (Aydın & Çiçek, 2013). Mesafe arttıkça ve ölçülmüş noktalar azaldıkça, tahmini değer doğruluğu da azalır. Bu çalışmada kullanılan sıcaklık ve yağışa ait ekstrem indis verileri, ArcGIS 10.4 programı ile saha üzerinde enterpole edilerek mekansal haritalar üretilmiştir.

Tablo 2. ETCCDMI tarafından belirlenen çalışmada kullanılan indisler ve tanımları.

(S = Sağlık, TGG = Tarım ve Gıda Güvenliği, SKH = Su Kaynakları ve Hidroloji)

Table 2. Indices and definitions used in the study that determined by ETCCDMI.

(S = Health, TGG = Agriculture and Food Security, SKH = Water Resources and Hydrology)

İndis Adı	Tanım	Birim	Sektör
FD – Donlu Günler	Minimum sıcaklık < 0°C olduğu günler	gün	S, TGG
ID – Buzlu Günler	Maksimum sıcaklık < 0°C olduğu günler	gün	S, TGG
SU – Yaz Günleri	Maksimum sıcaklık > 25°C olduğu günler	gün	S
TR – Tropikal Geceler	Minimum sıcaklık > 20°C olduğu günler	gün	S, TGG
TXm – Ortalama Max Sıcaklık	Günlük Maksimum Sıcaklık Ortalaması	°C	S, TGG, SKH
TXx – Max Tmax	Maksimum sıcaklık maksimumu	°C	TGG
TNm – Ortalama Min Sıcaklık	Günlük Minimum Sıcaklık Ortalaması	°C	S, TGG, SKH
TNn – Min Tmin	Minimum sıcaklık minimumu	°C	TGG
DTR – Günlük Sıcaklık Aralığı	Tmax – Tmin	°C	S, TGG, SKH
WSDI – Sıcak Devre Süresi Göstergesi	Tmax > normalinin %90 percentil olduğu en az 6 ardışık gün sayısı	gün	S, TGG, SKH
CSDI – Soğuk Devre Süresi Göstergesi	Tmin < normalinin %10 percentil olduğu en az 6 ardışık gün sayısı	gün	S, TGG
TX10p – Serin Günler	Tmax < normalinin %10 percentil olduğu günler	%	S, TGG, SKH
TN10p – Serin Geceler	Tmin < normalinin %10 percentil olduğu günler	%	S, TGG, SKH
TX90p – Sıcak Günler	Tmax > normalinin %90 percentil olduğu günler	%	S, TGG, SKH
TN90p – Sıcak Geceler	Tmax > normalinin %90 percentil olduğu günler	%	S, TGG, SKH
GSL – Gelişme Sezonu Uzunluğu	T > 5 °C olan ilk 6 gün ile T < 5 °C olan ilk 6 gün arasındaki günler toplamı	gün	TGG
HWN(Tx90) – Sıcak Hava Dalgası Sayısı (Perkins & Alexander, 2013)	KYK'de Mayıs ve Eylül ayları arasında, normalinin Tx90 percentilden fazla olduğu 3 veya daha fazla gün	olay	S, TGG, SKH
Rx1day – 1 Günlük Maksimum Yağış	1 günlük maksimum yağış miktarı	mm	S, TGG, SKH
Rx5day – 5 Günlük Maksimum Yağış	5 günlük ardışık maksimum yağış miktarı	mm	S, TGG, SKH
SDII – Günlük Yağış Yoğunluğu	Yıllık yağış toplamı / Yağışlı gün sayısı	mm/gün	S, TGG, SKH
R95p – Çok Islak Günler	Yağış normali > %95 percentil	mm	S, TGG, SKH
R99p – Aşırı Islak Günler	Yağış normali > %99 percentil	mm	S, TGG, SKH
PRCPTOT – Yıllık Toplam Yağış	Toplam yağış ≥ 1 mm	mm	S, TGG, SKH

4. Bulgular ve Tartışma

4.1. Veriler ve Homojenlik Test Bulguları

PMF (Penalized Maximal F Test) yöntemi ile istasyon veri setlerindeki değişim noktaları (kırılma tarihleri) belirlenmiştir. Analizler, R programında RhtestsV5 uzantısı ile yapılmıştır. Homojenlik analizlerinde 1980-2019 yıllarını kapsayan sıcaklık verilerine sahip; Beyşehir, Burdur, Kale-Demre, Kaş, Korkuteli, Köyceğiz, Manavgat, Seydişehir istasyonlarında homojen sonuçlar elde edilmiştir. Diğer yandan Alanya, Dalaman, Elmalı, Fethiye, Finike, Gazipaşa, Isparta, Tefenni, Uluborlu, Yalvaç istasyonlarının maksimum sıcaklık verileri homojen çıkarken, değişim noktalarının minimum sıcaklık verilerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Tablo 3). Son olarak aylık yağış verilerinde herhangi bir değişim noktasına rastlanmamıştır.

Homojenlik analizleri sonucunda bölgedeki istasyonlarda tespit edilen ortak değişim noktaları; 1990 ve 2010'ların başı olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. PMF Testindeki değişim noktalarına neden olan etkenler; istasyon yerinin değiştirilmesi, ölçüm aletlerinde veya istasyonunun çevresinde meydana gelen fiziksel değişimlerdir (Wang vd., 2010). Ayrıca, iklimdeki doğal değişkenlik ve özellikle minimum sıcaklıklarda kırılma-

lara sebep olan şehir ısı adası faktörleri de kırılmalara sebep olmaktadır (Akçakaya vd., 2013). Demircan'ın (2019) çalışmasına göre istasyonlardan Isparta 1992, Alanya 1994, Dalaman 1984, Beyşehir 1982 yıllarında bireysel kırılma tarihleri tespit edilirken; Finike'de 1985 ve Alanya'da 1990 yıllarında alet değişimi olmuştur. Finike'deki alet değişiminin etkisi bu çalışmada tespit edilmezken, Alanya'daki kırılma noktasının, 90'ların başında yapılan alet değişikliğinden kaynaklanmış olması mümkündür. Fakat Alanya istasyonu 2010'ların başında özellikle minimum sıcaklıklarda bir kırılma daha yaşamıştır.

Bu doğrultuda 1990 ve 2010'ların başlarında tespit edilen eğilimdeki kırılmalar, yer değişikliği olmadığı için ısrar ya da sıçrama şeklinde bir zamansal değişkenlik bileşenine işaret etmektedir. Dolayısıyla ortak kırılma tarihlerine sahip istasyonlar veri setinden çıkarılmamıştır. Keza Doğu Akdeniz'de iklim indislerindeki değişimlerin 1990'ların başından itibaren artmaya başladığı literatürdeki çalışmalarda mevcuttur (Erlat & Türkeş, 2013; Türkeş, 2012; Dün & Gönençgil, 2021). Özellikle 90'lardaki değişimlerde El Niño Güneyli Salınımının da yoğun katkısı olmuştur (WMO, 1999). Aynı şekilde 2010'ların başından itibaren yoğunlaşan sıcaklık artışları ile birlikte 2011-2020 dönemi, kayıtlara en sıcak 10 yıl şeklinde geçmiştir (WMO, 2020).

Tablo 3. Minimum sıcaklık verilerinde tespit edilen ortak değişim noktaları.**Table 3.** Common changepeints detected on minimum temperature datas.

Değişim (Kırılma) Noktaları	İstasyon Adı
1991, 1992, 1993	Alanya, Elmali, Fethiye, Isparta, Tefenni, Uluborlu, Yalvaç
2011, 2012	Alanya, Dalaman, Fethiye, Finike, Gazipaşa (2014)

4.2. Trend Analizleri ve İndis Bulguları

Bölgeye ait günlük sıcaklık ve yağış verilerine ait ekstrem indis ve trend analizleri, R temelli ClimPACT2 uzantısında analiz edilmiştir. İstasyonlarda hesaplanan indislerin eğilim değerleri üst satırda, eğilimlerin “gün, °C, %, olay, mm, mm/gün” cinsin-

den değişimi alt satırda olmak üzere, anlamlılık seviyeleri ile birlikte Tablo 4’te verilmiştir. İndislerdeki eğilimler ve değişim değerleri, istasyonların rasat sürelerini kapsamaktadır (Tablo 1). İncelenen sıcaklık indislerinde, kıyı-iç bölgeler ve alçak-yüksek kesimler arasındaki farklılık net şekilde gözlemlenmiştir.

Tablo 4. Kendall temelli Sen’s Eğilim testi bulguları (Üst satır eğilim değerlerini; alt satır değişimleri ifade etmektedir. Eğilim değerleri anlamlı (%95) bulunan indisler, kalın punto ile gösterilmiştir).**Table 4.** Kendall-based Sen’s Trend test findings (Top line represents trend values; bottom line. represents the changes. Indices with significant (%95) trend values are shown as bold).

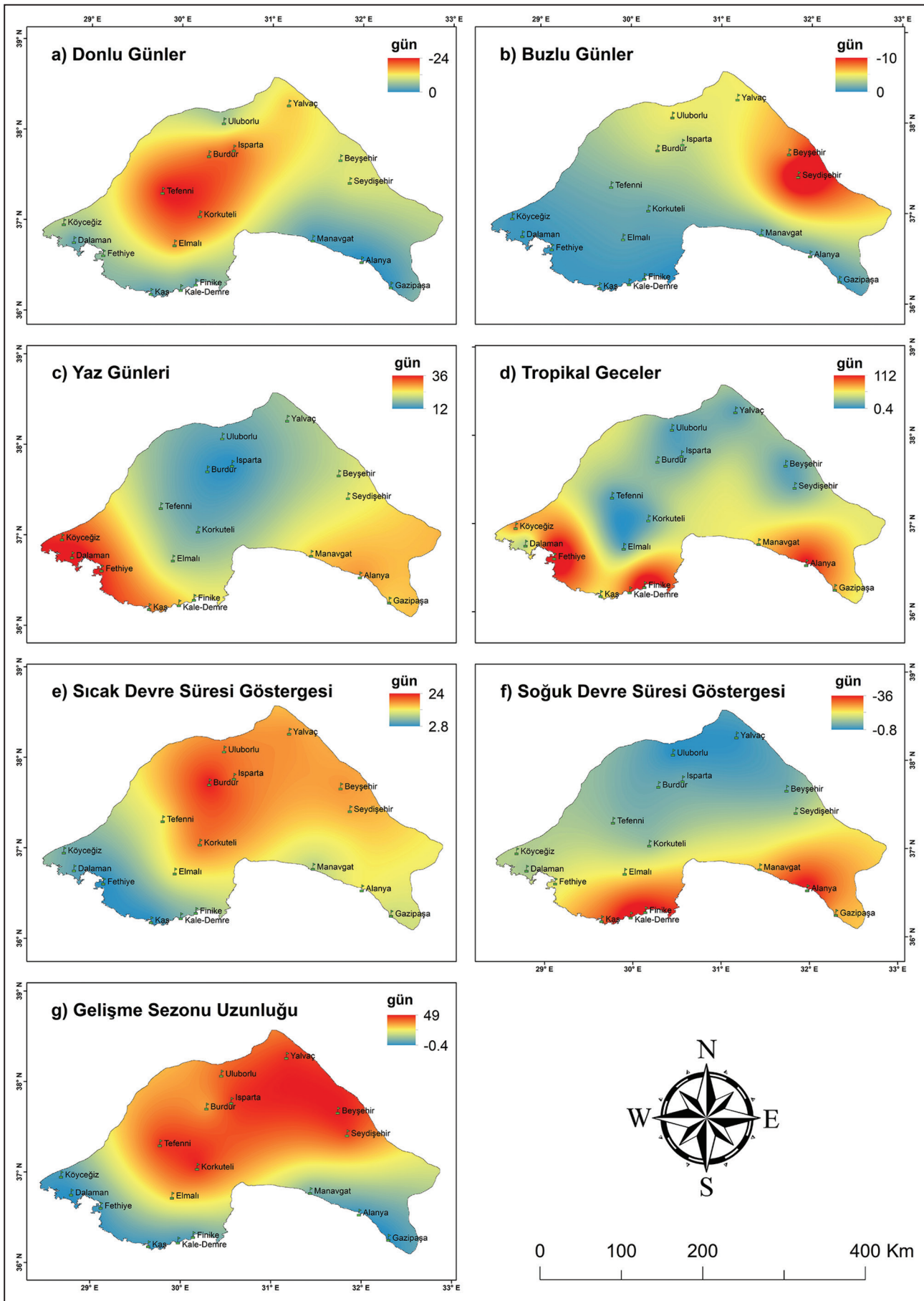
İndisler (Yıllık)	gün							°C				
	FD	ID	SU	TR	WSDI	CSDI	GSL	TXm	TXx	TNm	TNn	DTR
Alanya	0.0 -	0.0 -	0.8 32	2.2 88	0.4 16	-0.9 -36	0.0 -	0.06 2.4	0.09 3.6	0.1 4	0.07 2.8	-0.05 -2
Beyşehir	-0.2 -8	-0.1 -4	0.5 20	0.02 0.8	0.4 16	-0.1 -4	1.06 42.4	0.05 2	0.06 2.4	0.01 0.4	-0.03 -1.2	0.03 1.2
Burdur	-0.5 -20	-0.06 -2.4	0.5 20	0.2 8	0.6 24	-0.2 -8	0.36 14.4	0.06 2.4	0.08 3.2	0.03 1.2	0.0 -	0.03 1.2
Dalaman	0.02 0.8	0.0 -	0.9 36	0.49 19.6	0.19 7.6	-0.06 -2.4	0.0 -	0.06 2.4	0.05 2	0.01 0.4	-0.02 -0.8	0.05 2
Elmalı	-0.5 -20	-0.01 -0.4	0.3 12	0.01 0.4	0.4 16	-0.2 -8	0.79 31.6	0.06 2.4	0.06 2.4	0.02 0.8	0.03 1.2	0.03 1.2
Fethiye	-0.17 -6.8	0.0 -	0.7 28	2.8 112	0.09 3.6	-0.3 -12	0.02 0.8	0.05 2	0.04 1.6	0.1 4	0.07 2.8	-0.05 -2
Finike	0.0 -	0.0 -	0.5 20	2.6 104	0.15 6	-0.6 -24	0.0 -	0.03 1.2	0.02 0.8	0.09 3.6	0.06 2.4	-0.05 -2
Gazipaşa	0.0 -	0.0 -	0.4 16	1.4 56	0.2 8	-0.18 -7.2	-0.01 -0.4	0.04 1.6	0.04 1.6	0.05 2	0.0 -	-0.01 -0.4
Isparta	-0.6 -24	-0.04 -1.6	0.37 14.8	0.06 2.4	0.3 12	-0.25 -10	1.09 43.6	0.05 2	0.06 2.4	0.06 2.4	0.04 1.6	-0.01 -0.4
Kale-Demre	-0.15 -6	0.0 -	0.67 26.8	1.88 75.2	0.2 8	-0.77 -30.8	-0.01 0.4	0.05 2	0.05 2	0.07 2.8	0.06 2.4	-0.02 -0.8
Kaş	-0.01 -0.4	0.0 -	0.68 27.2	1.09 43.6	0.07 2.8	-0.4 -16	0.01 0.4	0.05 1.25	0.01 0.4	0.07 1.75	0.05 2	-0.002 -0.08
Korkuteli	-0.48 -19.2	-0.01 -0.4	0.48 19.2	0.08 3.2	0.5 20	-0.03 -1.2	1.24 49.6	0.06 2.4	0.06 2.4	0.03 1.2	0.02 0.8	0.027 1.08
Köyceğiz	-0.26 -10.4	0.0 -	0.49 19.6	1.58 63.2	0.18 7.2	-0.3 -12	0.03 1.2	0.04 1.6	0.03 1.2	0.06 2.4	0.03 1.2	-0.025 -1
Manavgat	0.0 -	0.0 -	0.7 28	1.19 47.6	0.14 5.6	-0.26 -10.4	0.0 -	0.06 2.4	0.06 2.4	0.05 2	0.02 0.8	0.01 0.4
Seydişehir	-0.3 -12	-0.25 -10	0.56 22.4	0.1 4	0.4 16	-0.15 -6	1.19 47.6	0.07 2.8	0.08 3.2	0.02 0.8	-0.02 -0.8	0.04 1.6
Tefenni	-0.6 -24	-0.02 -0.8	0.48 19.2	0.01 0.4	0.2 8	-0.2 -8	1.19 47.6	0.05 2	0.05 2	0.03 1.2	0.03 1.2	0.01 0.4
Uluborlu	0.0 -	-0.08 -3.2	0.6 24	0.01 0.4	0.4 16	-0.02 -0.8	0.89 35.6	0.06 2.4	0.07 2.8	-0.01 -0.4	-0.05 -2	0.07 2.8
Yalvaç	-0.4 -16	-0.07 -2.8	0.59 23.6	0.03 1.2	0.4 16	-0.09 -3.6	1.04 41.6	0.06 2.4	0.07 2.8	0.02 0.8	0.0 -	0.003 0.12

İndisler (Yıllık)	%				mm					mm/gün	olay
	TX10p	TN10p	TX90p	TN90p	R95p	R99p	Rx1day	Rx5day	PRCPTOT	SDII	HWN Tx90
Alanya	-0.5 -20	-0.8 -32	0.4 16	0.7 28	-0.7 -28	-2 -80	-0.79 -31.6	-0.8 -32	-1.54 -61.6	-0.01 -0.4	0.09 3.6
Beyşehir	-0.19 -7.6	-0.1 -4	0.3 12	0.09 3.6	0.7 28	-0.1 -4	0.05 2	0.2 8	1.9 76	-0.06 -2.4	0.07 2.8
Burdur	-0.26 -10.4	-0.25 -10	0.4 16	0.24 9.6	-0.17 -6.8	-0.17 -6.8	0.07 2.8	0.29 11.6	0.42 16.8	-0.004 -0.16	0.09 3.6
Dalaman	-0.4 -16	-0.1 -4	0.3 12	0.05 2	0.04 1.28	1.6 51.2	0.5 16	0.5 16	0.5 16	0.046 1.472	0.05 2
Elmalı	-0.3 -12	-0.25 -10	0.3 12	0.1 4	1.3 41.6	1.6 51.2	0.3 9.6	0.2 6.4	2.65 84.8	0.03 0.96	0.09 3.6
Fethiye	-0.3 -12	-0.7 -28	0.35 14	0.59 23.6	1.1 44	0.89 35.6	0.07 2.8	0.57 22.8	3.5 140	0.07 2.8	0.08 3.2
Finike	-0.3 -12	-0.75 -30	0.2 8	0.58 23.2	0.95 38	0.88 35.2	0.28 11.2	0.01 0.4	1.93 77.2	0.07 2.8	0.04 1.6
Gazipaşa	-0.3 -12	-0.4 -16	0.2 8	0.3 12	1.86 74.4	-0.4 -16	0.09 3.6	-0.04 -1.6	1.2 48	0.02 0.8	0.03 1.2
Isparta	-0.25 -10	-0.49 -19.6	0.25 10	0.23 9.2	0.93 37.2	1.34 53.6	0.35 14	0.28 11.2	2.2 88	0.009 0.36	0.06 2.4
Kale-Demre	-0.4 -16	-0.66 -26.4	0.3 12	0.4 16	7.7 231	3.4 102	1.87 56.1	3.62 108.6	10.5 312	0.2 6	0.06 2.4
Kaş	-0.59 -23.6	-0.6 -24	0.2 8	0.4 16	0.3 7.5	3.19 79.75	1.5 37.5	0.47 11.75	4.02 100.5	0.09 2.25	0.01 0.4
Korkuteli	-0.2 -8	-0.26 -10.4	0.37 14.8	0.19 7.6	2 64	0.5 16	0.6 19.2	0.78 24.96	3 96	0.04 1.28	0.1 4
Köyceğiz	-0.2 -8	-0.47 -18.8	0.17 6.8	0.38 15.2	4.3 137.6	2.2 70.4	0.86 27.52	0.04 1.28	2.27 72.64	0.04 1.28	0.04 1.6
Manavgat	-0.4 -16	-0.4 -16	0.3 12	0.29 11.6	1.1 35.2	-0.8 -25.6	-0.47 -15.04	0.01 0.32	0.29 9.28	0.06 1.92	0.07 2.8
Seydişehir	-0.29 -11.6	-0.16 -6.4	0.3 12	0.1 4	1.9 60.8	-0.2 -6.4	0.007 0.224	0.5 16	3.5 112	0.03 0.96	0.06 2.4
Tefenni	-0.26 -10.4	-0.28 -11.2	0.2 8	0.1 4	0.9 28.8	-0.3 -9.6	0.02 0.64	0.1 3.2	1.75 56	0.025 0.8	0.05 2
Uluborlu	-0.27 -10.8	0.01 0.4	0.3 12	-0.15 -6	2.2 70.4	1.7 54.4	0.009 0.288	0.01 0.32	2.09 66.88	0.0 -	0.04 1.6
Yalvaç	-0.27 -10.8	-0.17 -6.8	0.3 12	0.1 4	-0.2 -6.4	-0.6 -19.2	-0.16 -5.12	-0.05 -1.6	0.1 3.2	-0.05 -1.6	0.04 1.6

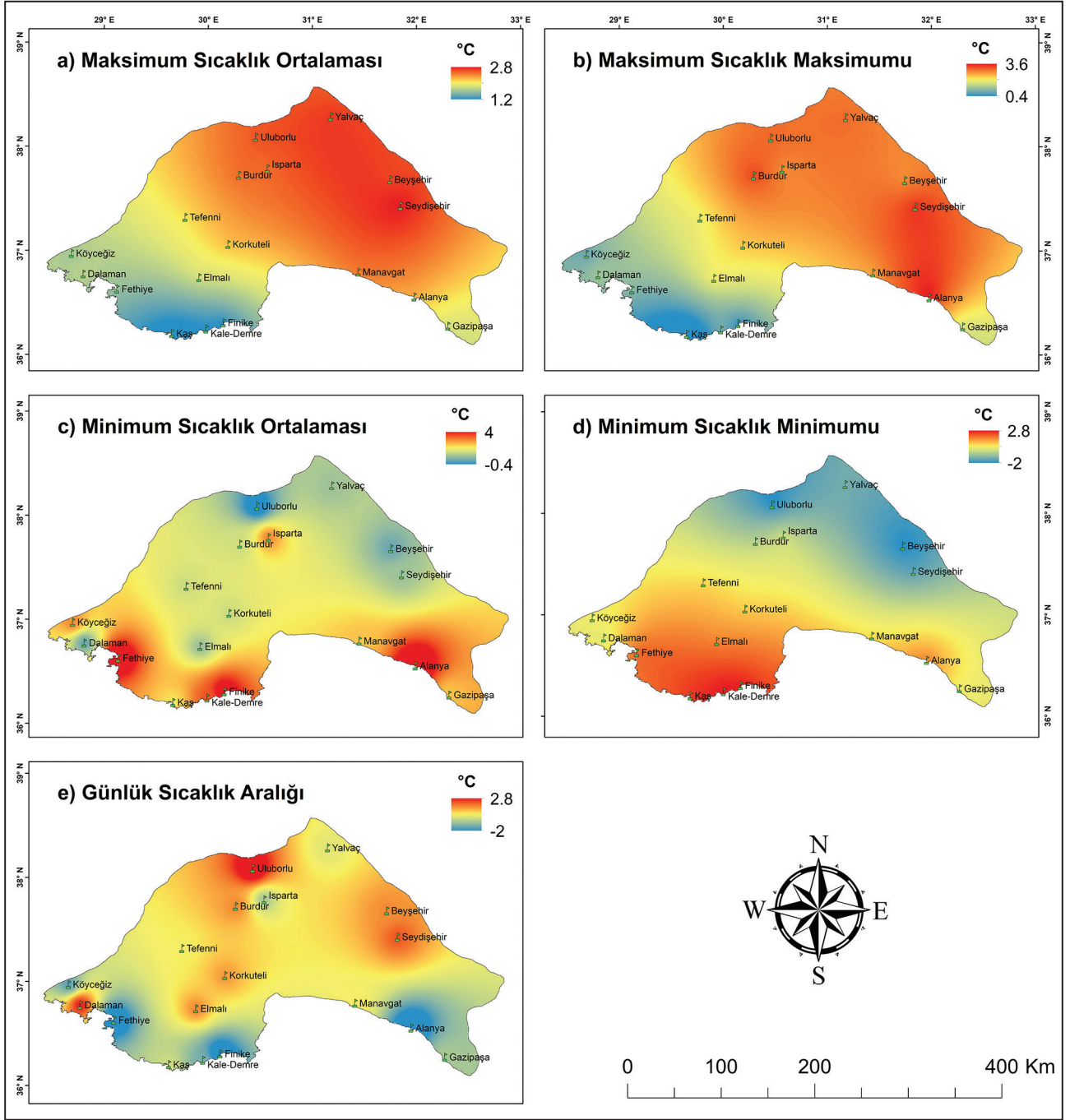
Gün bazlı indislere bakıldığında; kıyı kesimlerde denizelliğin etkisiyle nadir görülen; iç ve yüksek kesimlerde karasallığın etkisiyle daha çok yaşanan donlu günler (**FD**) ve buzlu günler (**ID**) genel olarak azalma eğilimindeyken, anlamlılık değerleri değişiklik göstermiştir. Azalma eğilimleri; donlu günler indisinde kıydan uzak ve yüksek kesimlerde, buzlu günler ise Beyşehir-Seydişehir kesiminde yoğunlaşmıştır (Şekil 3a-b). Çalışma sahası özelinde azalma eğilimi, diğer çalışmalar ile benzer sonuçlar vermiştir (Şensoy vd., 2013; Acar Deniz & Gönençgil, 2017). Yaz günleri (**SU**) ve tropik geceler (**TR**) indisleri genel olarak anlamlı artış eğilimleri gösterirken; her iki indise ait günler, kıyı kesimlerdeki istasyonlarda daha fazla artmıştır (Şekil 3c-d). Yazın güneyli sistemlerin etkisi ve Akdeniz Havzasında sıcaklığın küresel ortalamadan daha hızlı artması ile kıyı kesimlerde yaz günleri ve tropik gecelerdeki artış eğilimleri, önceki çalışmalar ile paralellik göstermektedir (Erlat & Türkeş, 2013; Pfeifer vd., 2019).

İstasyonların çoğunluğunda sıcak devre süresi indikatörü (**WSDI**) anlamlı artış eğilimindeyken, soğuk devre süresi indikatörü (**CSDI**) anlamlı azalma eğilimleri göstermiştir. Sıcak

devre süresi kıydan uzak yüksek kesimlerde gün bazında artış gösterirken, soğuk devre süresi ise kıyı kesimlerde azalmalar göstermiştir (Şekil 3e-f). Akdeniz Bölgesi, 1950-2017 yılları için her on yılda 3.4 gün ile ülkemiz coğrafi bölgeleri içerisinde en hızlı artış gösteren sıcak dönem süresi (Erlat & Güler, 2018), çalışmamızda da 40 yıllık süre içerisinde özellikle yüksek ve iç kesimlerde 24 güne varan artışlar göstermiştir. Aynı çalışmada soğuk devre süresinin, ülkemizde yine en belirgin şekilde Akdeniz Bölgesi'nde azalması, artan sıcaklıkların bölgedeki ekstrem sıcaklıklar üzerinde oldukça şiddetli etkisi olduğunu göstermiştir. Sıcak dönem sürelerinin artması, bölgede kuraklık ve orman yangını tehlikesinin artmasıyla sebep olabilmektedir. Gelişme sezonu uzunluğu (**GSL**) indisleri genel olarak iç ve yüksek kesimlerdeki istasyonlarda anlamlı artışlar göstermiştir (Şekil 3g). Bölgedeki tarımsal faaliyetler açısından olumlu bir sonuç olarak bitki gelişme sezonuna ait günler, genel olarak artma eğilimindedir. Gelişme sezonu uzunluğunun sahil kesimleri dışındaki bölgelerde daha fazla artması, yaz mevsimindeki tarım ürünleri için olumlu olsa da kış soğuşuna ihtiyaç duyan meyve ağaçları için olumsuz etki gösterebilir (Şensoy vd., 2013).



Şekil 3. Araştırma sahasındaki istasyonlarda gün bazlı değişimler.
Figure 3. Day-based changes at stations in the research area.

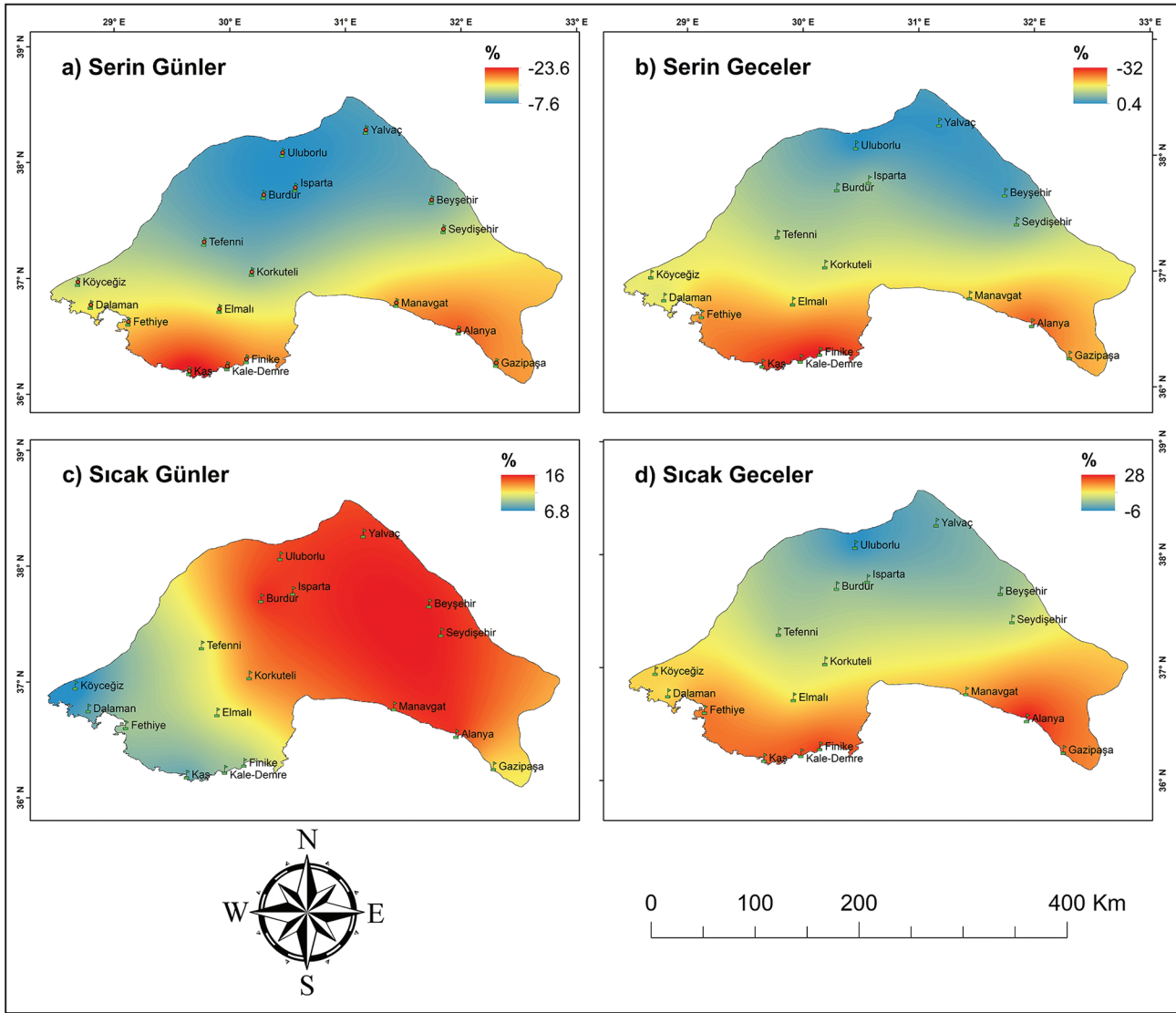


Şekil 4. Araştırma sahasındaki istasyonlarda derece (°C) bazlı değişimler.
Figure 4. Degree-based changes at stations in the research area.

Derece (°C) bazlı indislere bakıldığında; maksimum sıcaklık ortalaması (TXm) ve maksimum sıcaklık maksimumu (TXx) yaklaşık olarak tüm istasyonlarda istatistiksel açıdan anlamlı artışlar sergilemiştir. Maksimum değerlerdeki değişimler, daha çok doğu kıyıları ve iç kesimlerde benzer şekilde yoğunlaşırken, genellikle 2.4°C artış göstermiştir (Şekil 4a-b). Maksimum sıcaklık ortalamasının daha çok iç kesimlerde karasallığın etkisiyle daha fazla artması, iç bölgelerdeki kuraklık ve buharlaşmanın şiddetini artırmaktadır. Bu durum bölgedeki su kaynakları açısından oldukça tehlikelidir. Minimum sıcaklık ortalaması (TNm) genel olarak anlamlı artışlar gösterirken, minimum sıcaklık minimumu (TNn) istasyonlara göre değişiklik göstermiştir. Minimum sıcaklık ortalama değerleri, en ciddi artışı 4 °C ile Alanya ve Fethiye istasyonlarında göstermiştir (Şekil 4c-d). Minimum sıcaklıklar özellikle yaz aylarında, şehir ısı adası etkisinde kuvvetli artış eğilimleri göstermektedir (Acar Deniz

& Gönençgil, 2017). Günlük sıcaklık aralığı (DTR) indisindeki değişimler, daha çok kıydan uzak iç kesimlerdeki istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 4e). Minimum sıcaklıkların, maksimum sıcaklık değerlerinden daha fazla artması ve dolayısıyla günlük sıcaklık aralığının azalması, bölgesel açıdan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Türkeş & Sarış, 2007; Şensoy vd., 2013; Karabulut, 2012; Dün & Gönençgil, 2021).

Yüzde (%) bazlı indislere bakıldığında, serin günler (TX10p) ve serin geceler (TN10p) genel olarak tüm istasyonlarda anlamlı azalmalar sergilemiştir. Bu değişim en çok kıydan uzak ve iç kesimlerde yoğunlaşmıştır (Şekil 5a-b). Diğer yandan sıcak günler (TX90p) sahanın doğusunda kıyı ve iç kesimlerde anlamlı olarak artma eğilimi göstermiştir (Şekil 5c). Akdeniz'den İç Anadolu Bölgesi'ne doğru geçiş iklimi özellikleri gösteren sahalarda sıcak günler daha fazla artmıştır. Sıcak geceler (TN90p) indisi



Şekil 5. Araştırma sahasındaki istasyonlarda yüzde (%) bazlı değişimler.
Figure 5. Percentage-based changes at stations in the research area.

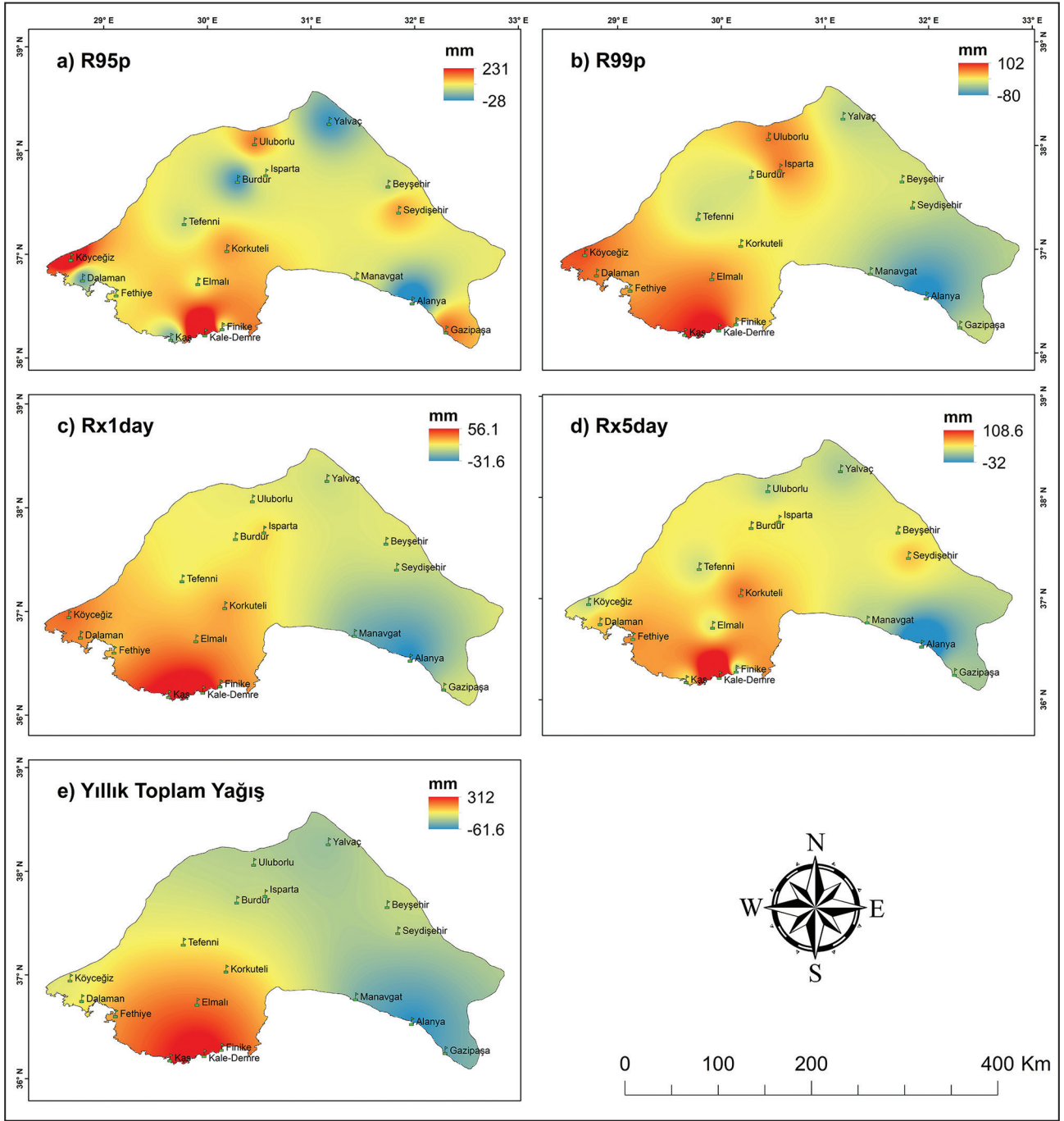
ise genel olarak sahanın kıyı kesimlerinde anlamlı artışlar sergilemiştir (Şekil 5d). Değişen iklim ile birlikte bölgede artan sıcaklıklar genel olarak; serin gün ve gecelerin azalmasına, sıcak gün ve gecelerin artmasına sebep olmuştur. Türkiye'nin güney kesimlerinde, 1990'ların ortalarından bu yana daha belirgin olan sıcak günlerin sıklığında artan eğilim (Acar Deniz & Gönengil, 2015; Şensoy vd., 2013), çalışmamızda homojenlikteki ortak kırılma tarihlerine denk gelmiştir. Bu açıdan yüzde bazlı indislerdeki değişimlerin sonuçları, literatürdeki diğer çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Yağış (mm) bazlı indislere bakıldığında; 30 yıllık yağış rasatına sahip Kale-Demre istasyonu **R95p**, **Rx1day** ve **Rx5day** indislerinde; Elmalı ve Isparta istasyonları da **R99p** indisinde anlamlı artışlar göstermiştir (Şekil 6). Bölge özelinde yapılan bir çalışmada (Yücel, 1958) güneyli sistemlerle gelen ekstrem yağışların, Demre ovasında taşkınlar sebep olduğunu; özellikle Akdeniz'e bakan kıyı ve yüksek kesimlerinde etkisini arttırdığını belirtmiştir.

Akdeniz Havzasında oluşan siklonik depresyonlar ve doğuya doğru etki gösteren cephesel sistemler (Xoplaki, 2002; Tatlı vd., 2004; Sarış vd., 2010), çalışma sahasının özellikle batısındaki yağış ekstremleri üzerinde etkili olmaktadır. Yapılan çalış-

malarda Akdeniz özelinde kış yağışlarında azalma eğilimleri olduğu (Xoplaki, 2002), yağışların gerçekleşme olasılığının bahar dönemlerine kaydığı (Ramos, 2001), yıllık yağış toplamında zayıf bir azalma eğilimi olduğu (Türkeş vd., 2007) belirtilmiştir. Türkeş vd., (2007) Doğu Akdeniz Havzası ve Türkiye'de gözlenen bu azalma eğilimlerinin, kışın Akdeniz'deki alçak basınç sıklıklarında azalma ve yüksek basınç koşullarında görülen artışlar ile bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışma sahası özelinde Manavgat, Alanya, Gazipaşa kıyı kesimleri ve iç bölgeler açısından yağış ekstremleri ve yıllık toplamdan elde edilen sonuçlardaki azalma eğilimleri önceki çalışmalar ile benzerlikler göstermektedir. Fakat bu çalışmada özellikle Teke Yöresinin Akdeniz'e bakan güney kıyılarındaki Kaş, Demre, Finike; batısında Fethiye, Dalaman, Köyceğiz ve Elmalı gibi yüksek kesimlerinde yağış ekstremleri ve toplam yağışlar artma eğiliminde olmuştur. Yasan vd. (2019) yaptıkları çalışmada toplam yağışların; Teke yarımadasının özellikle güneye bakan yamaçlarında ve batısında yoğunlaştığını ve yüksek kesimlerde 1649 mm'lere kadar ulaşabildiğini belirtmiştir. Tatlı vd. (2004) yaptıkları çalışmada yağış şiddetinin kıyı bölgelerde, bakı ve topografyanın etkisi altında olduğunu ifade etmiştir. Teke yarımadasının özellikle Akdeniz'e bakan kıyı ve yüksek kesimlerindeki yağış ekstremlerinin artmasında; Akdeniz'de oluşan



Şekil 6. Araştırma sahasındaki istasyonlarda yağış (mm) bazlı değişimler.
Figure 6. Precipitation-based changes at stations in the research area.

cephesel sistemlerin bölge üzerindeki etkisi, ayrıca yükseltinin kıyı çizgisine paralel bir şekilde aniden artmasının sonucunda meydana gelen güçlü orografik yağışlar sebep olarak gösterilebilir. Önemli derecede etkili bir diğer sebep ise; Akdeniz deniz suyu sıcaklıklarında (MGM, 2020) meydana gelen artışlardır.

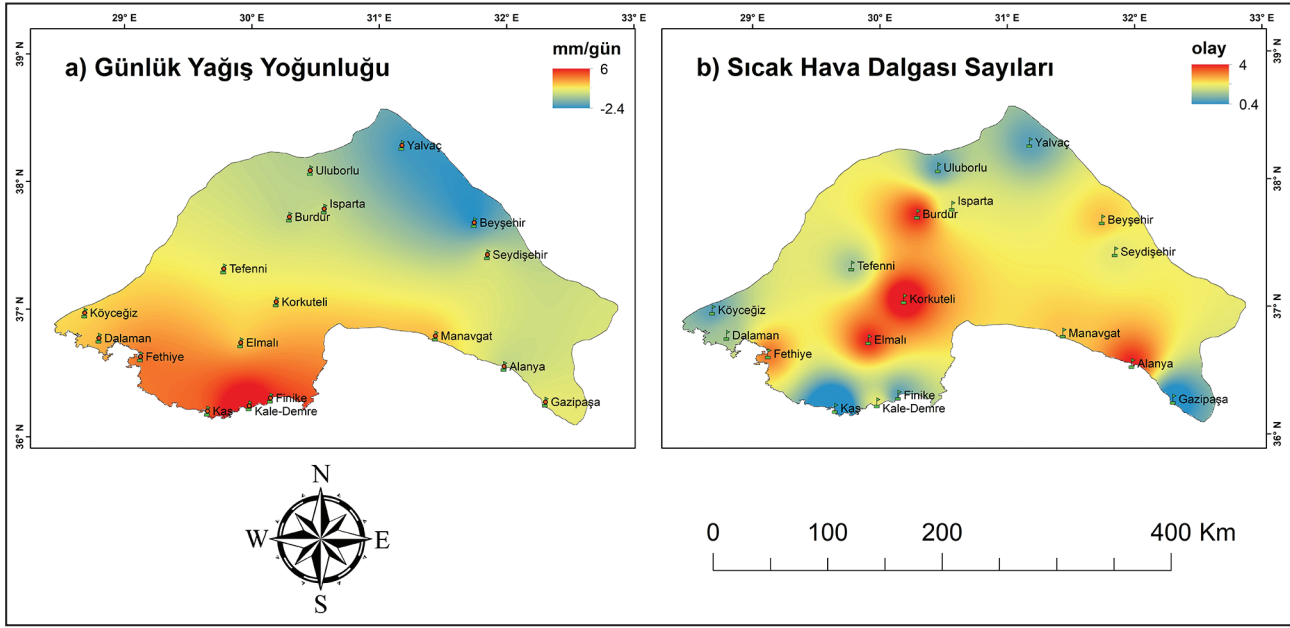
Toplam yağış (**PRCPTOT**) indisi sadece Korkuteli istasyonunda anlamlı artış sergilemiştir. Enterpolasyonu yapılmış yağış indisleri; sahanın batısında kıyı, iç ve dağlık kesimlerindeki istasyonlarda artış gösterirken, doğusundaki kıyı ve iç kesimleri azalma göstermiştir (Şekil 6). Toplam yağışa en büyük katkısı, uç yağış değerlerinin sağladığını ifade edebiliriz. Fakat genel olarak yağış indisleri, istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar vermemiştir.

Günlük yağış yoğunluğu (**SDII**) indisinde Kale-Demre ve Fethi-

ye istasyonları anlamlı artışlar sergilerken, değişimler daha çok Teke yarımadasının batısı ve güneyindeki istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 7a). Sıcak hava dalgası sayıları (**HWNTX90**) indisine baktığımız zaman, önceki çalışmalar ile benzer şekilde (Erlat vd., 2021), genel olarak tüm istasyonlarda anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Değişimler en çok Elmalı, Korkuteli ve Burdur gibi kıyından uzak yüksek kesimlerdeki istasyonlar ve sahanın doğu kıyısındaki Alanya istasyonunda yoğunlaşmıştır (Şekil 7b).

5. Sonuç

Bu çalışmada Akdeniz Bölgesi-Antalya Bölümünde, iklim indisleri yardımıyla iklim değişikliğinin boyutu incelenmiş, 18 istasyonda 40 yıl (1980-2019) içerisindeki değişimin zamansal ve mekansal analizleri yapılmıştır. Sıcaklık indislerinde, 1990 ve



Şekil 7. Diğer indislerdeki değişimler.

Figure 7. Changes in other indices.

2010'ların başlarında ani artış eğilimleri tespit edilmiştir. İstasyonların genelinde sıcaklık indisleri, istatistiksel olarak anlamlı artış veya azalış eğilimi göstermiştir. Çalışma sahasında kısa mesafelerdeki topografik değişimler, indis eğilimleri üzerinde oldukça etkili olmuştur. İklimsel indis sonuçlarına göre;

- Yaz günleri, tropikal geceler, minimum sıcaklık ortalaması, minimum sıcaklık minimumu ve sıcak geceler indisleri en fazla kıyı kesimlerde; sıcak devre süresi ve gelişme sezonu uzunluğu en fazla iç ve yüksek kesimlerde; maksimum ortalama sıcaklık, sıcak günler ve sıcak hava dalgası sayısı indisleri bölge genelinde artışlar göstermiştir. Günlük sıcaklık aralığı kıyı kesimlerde 2°C azalırken, iç ve yüksek kesimlerde 2.8°C azalmıştır. Maksimum sıcaklık maksimumu daha çok bölgenin doğu kıyıları ve iç kesimlerde artış göstermiştir.
- Soğuk devre süresi, serin günler ve serin geceler indisleri en fazla kıyı kesimlerde; donlu günler ve buzlu günler indisleri en fazla iç ve yüksek kesimlerde azalmalar göstermiştir.
- Ekstrem yağış indislerinde genel olarak anlamsız eğilimler tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; *R95p*, *1 ve 5 günlük maksimum yağış* indislerinde Kale-Demre istasyonu, *R99p* indisinde Elmalı ve Isparta istasyonları, *yıllık toplam yağış* indisinde Korkuteli istasyonunda anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Ekstrem ve toplam yağış indislerinin hepsinde Alanya istasyonu, anlamsız da olsa azalma eğilimleri sergilemiştir. Genel olarak çalışma sahasının doğu kıyıları ve iç kesimlerinde ekstrem yağış ve yıllık yağış toplamı indisleri azalma eğilimindeyken, özellikle Teke yarımadasının Akdeniz'e bakan kıyı ve yüksek kesimleri artış eğilimleri göstermiştir.

Çalışma sahasında 1980-2019 yılları arasındaki maksimum sıcaklık ortalaması genel olarak 2.4°C artarken, minimum sıcaklık ortalamasının özellikle Alanya ve Fethiye gibi kıyı kesimlerde 4 °C'ye varan ve istatistiki açıdan da anlamlı artışlar gösterme-

si, bu çalışma açısından iklim krizinin en ciddi sonucu olarak görülmüştür. Güneyli sistemlerin etkisinde bölgenin genelinde artan maksimum ortalama sıcaklık, sıcak günler ve sıcak hava dalgası sayısı; tarımsal açıdan ürünlerin yanması veya kaybı, hastalık ve zararlıların artmasına sebep olmaktadır. Elmalı, Korkuteli, Tefenni, Burdur, Isparta, Beyşehir ve Seydişehir gibi iç kesimlerde donlu günlerin azalması, soğuk devre sürelerinin daralması ve gelişme sezonunun uzaması; yıl içinde birden fazla hasat ve daha fazla ürün çeşitliliği gibi tarımsal açıdan kısa vadede olumlu sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Fakat maksimum sıcaklık değerleri ve sıcak devre süresinin de artmasıyla buharlaşma ve kuraklık şartlarının şiddetlenmesi, bölgedeki ürün verimliliğini ve tarımsal su kaynaklarını olumsuz yönde etkileyeceği için uzun vadede yine olumsuz bir sonuç olarak karşımıza çıkacaktır. Ayrıca bilinçsizce yapılan tarımsal sulama ile birlikte Göller Yöresindeki göller, su seviyesinde azalma ve hatta kuruma tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır.

Sıcak hava dalgalarının özellikle Fethiye, Elmalı, Korkuteli, Burdur, Manavgat, Alanya istasyonlarında artması, yaz döneminde bu bölgelerde orman yangını olasılığını artıracak, halihazırda tecrübe ettiğimiz sonuçlardan biridir. Artan sıcaklıklar ile birlikte değişen termal konfor şartları, bölge için önemli bir sektör olan kıyı turizmini de etkileyecektir. Yaz dönemlerinde giderek artan sıcaklıklar; daha fazla enerji ihtiyacına, su temininde yetersizliğe, bulaşıcı hastalıklara, stres ve kalitesiz hava şartlarına sebep olabileceği için turizm sektörü açısından gerekli adaptasyon çalışmalarının yapılması önemlidir.

Akdeniz Hava Kütleleri ve cephesel sistemler etkisinde, artan sıcaklık ile havanın nem taşıma kapasitesinin artması ve güçlü buharlaşma sonucunda oluşan ani ve şiddetli yağışlar sebebiyle, kıyı kesimlerde afetlerin sayısındaki artış kaçınılmaz olacaktır. Bu doğrultuda Teke yarımadasının özellikle güneyi ve batısında kıyı ve yüksek kesimlerindeki yerleşim ve tarım alanlarında; sel, taşkın, çamur ve moloz akıntıları gibi afetlerin artacağı öngörülmektedir. Bu bölgelerdeki toplam yağışa en fazla katkısı, uç yağış değerlerinin sağladığı tespit edildiğinden; özellikle Demre, Fethiye, Dalaman, Köyceğiz ve Elmalı

bölgelerinde geleceğe yönelik altyapı çalışmalarının yapılması, can ve mal kaybını önlemek açısından oldukça önemlidir.

Antropojenik faaliyetlerin Yerküre üzerinde yoğunlaşması ve doğal süreçler ile artan sıcaklıklar; ekstrem hava olaylarının artmasına, fiziki ve beşeri sistemler üzerinde şiddetli bir baskı oluşturmaya sebebiyet vermektedir. Aşırı hava olaylarının şiddet ve sıklığında meydana gelen hissedilir değişimler, adaptasyon ve zararları hafifletme konusunda adımlar atmamızı zorunlu kılmaktadır. İklim karşısındaki eski normallerimizi anlayarak yeni normallerimize uyum sağlamamız, sosyo-ekonomik ve doğal çevremiz açısından hayati derecede önem taşımaktadır.

Teşekkür

Teknik ve teorik açıdan değerli görüşleri ve yardımlarını esirgemeyen Meteoroloji 16. Bölge Müdürü Mesut DEMİRCAN, Millî Savunma Üniversitesi Öğretim Görevlisi Sevilcan DÜN'e ve sağladığı veriler için T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Kaynakça

- Abatzoglou, J., & Williams, A. (2016). Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. *PNAS*, 113(42), 11770–11775. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607171113>
- Abbasnia, M., & Toros, H. (2018). Analysis of long-term changes in extreme climatic indices: a case study of the Mediterranean climate, Marmara Region, Turkey. *Pure and Applied Geophysics*, 175(11), 3861-3873. <https://doi.org/10.1007/s00024-018-1888-8>
- Acar Deniz, Z., & Gönençgil, B. (2017). Türkiye sıcaklık ekstremlerindeki değişkenlikler. *Coğrafya Dergisi*, 41-54. 10.26650/JGE-OG295515
- Acar Deniz, Z., & Gönençgil, B. (2015). Trends of summer daily maximum temperature extremes in Turkey. *Physical Geography*, 36(4), 268-281. <http://dx.doi.org/10.1080/02723646.2015.1045285>
- Acar, Z., Gönençgil, B., & Korucu Gümüšoğlu, N. (2018). Long-term changes in hot and cold extremes in Turkey. *Journal of Geography*, 37, 57-67. 10.26650/JGEOG2018-0002
- Aguilar, E., Auer, I., Brunet, M., Peterson, T. C., & Wieringa, J. (2004). *Guidelines on climate metadata and homogenization*. Geneva: World Meteorological Organization.
- Akçakaya, A., Demircan, M., Sümer, M. U., & Şensoy, S. (2013). *İklim gözlemlerinin doğruluğu ile devamlılığını etkileyen faktörler ve türdeşlik testleri*. Ankara: Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü.
- Alexander, L. V., & Herold, N. (2016). ClimPACT2-indices and software. The commission for climatology (CCI), expert team on sector-specific climate indices (ET-SCI).
- Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Ceasar, J., Gleason, Klein Tank, A. M. G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111. <http://dx.doi.org/10.1029/2005JD006290>

- Alexander, L., Yang, H., & Perkins, S. (2013). "Clim PACT," Indices and software. A document prepared on behalf of the commission for climatology (CCI) expert team on climate risk and sector-specific climate indices (ET CRSCI).
- Anderson, J., Panetta, A. M., & Thomas, M.-O. (2012). Evolutionary and ecological responses to anthropogenic climate change: Update on anthropogenic climate change. *Plant Physiology*, 160(4), 1728–1740. <https://doi.org/10.1104/pp.112.206219>
- Atalay, İ., & Mortan, K. (2011). *Türkiye bölgesel coğrafyası*. İnkılap Kitabevi.
- Aydın, O., & Çiçek, İ. (2013). Ege Bölgesi'nde yağışın mekânsal dağılımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11(2), 101-120. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000145
- Beniston, M., Stephenson, D. B., Christensen, O., Ferro, C. A., Frei, C., Goyette, Halsnaes, K., Holt, T., Jylha, K., Koffi, B., Palutikof, J., Schöll, R., Semmler, T., Woth, K. (2007). Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climatic Change*, 81, 71-95. doi:10.1007/s10584-006-9226-z
- CarbonTracker-CH4. (2021, Ekim 2). *Global monitoring laboratory, Earth System Research Laboratories*. <http://gml.noaa.gov/ccgg/carbontracker-ch4/>
- Demircan, M. (2019). *Sıcaklık verilerindeki kırılma Tarihleriyle iklim indekslerinin ilişkisi*. Ankara: [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]. YÖKTEZ. <https://tez.yok.gov.tr/Ulusal-TezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Demircan, M., Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Ekici, M., & Arabacı, H. (2014). Ortalama sıcaklıklardaki türdeşlik kırılmalarının iklim göstergeleriyle ilişkisi. *TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu* (pp. 129-138). Ankara: Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi.
- Dün, S., & Gönençgil, B. (2021). Ege Bölgesi kıyılarında sıcaklık indislerinin analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 77-86. <https://doi.org/10.17211/tcd.897028>
- Easterling, D. R., Meehl, G. A., Camille, P., Changnon, S. A., Karl, T. R., & Mearns, L. O. (2000). Climate extremes: observations, modeling, and impacts. *Science*, 2068-2074. 10.1126/science.289.5487.2068
- EM-DAT. (2019, Haziran 24). *International Disaster Database*. <https://www.emdat.be/>
- Eriç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları*. Alfa Basım ve Dağıtım.
- Erlat, E., & Güler, H. (2018). Türkiye'de sıcaklık ekstremlerinin sürelerinde gözlenen değişim ve eğilimler (1950-2017). *Ege Coğrafya Dergisi*, 27(2), 135-148. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/601659>
- Erlat, E., & Türkeş, M. (2013). Observed changes and trends in numbers of summer and tropical days, and the 2010 hot summer in Turkey. *International Journal of Climatology*, 1898-1908. doi:10.1002/joc.3556
- Erlat, E., & Yavaşlı, D. D. (2011). Ege Bölgesi'nde sıcaklık ekstremlerinde gözlenen değişim ve eğilimlerin değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(1). https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000042
- Erlat, E., Türkeş, M., & Aydın-Kandemir, F. (2021). Observed changes and trends in heatwave characteristics in Turkey since 1950. *Theoretical and Applied Climatology*, 145(1-2), 137-157. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03620-1>
- Erol, O. (2014). *Genel klimatoloji*. Çantay Kitabevi.

- Gaume, E., Borga, M., Llasat, M. C., Maouche, S., Lang, M., & Diakakis, M. (2016). Mediterranean extreme floods and flash floods. In J.-P. Moatti, & S. Thiébaud, *The Mediterranean Region Under Climate Change* (pp. 133-144). IRD. https://www.lmd.polytechnique.fr/intro/Files/2016_book_MedClimateChange.pdf
- Gilbert, R. O. (1987). *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. New York: Wiley. <https://www.osti.gov/servlets/purl/7037501/>
- Giorgi, F. (2006). Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33. <https://doi.org/10.1029/2006GL025734>
- Gönençgil, B. (2008). *Doğal süreçler açısından iklim değişikliği ve insan*. Çantay Kitabevi.
- Gönençgil, B., & İçel, G. (2010). Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarındaki yıllık toplam yağışlarda görülen değişimler (1975-2006). *Türk Coğrafya Dergisi*(55), 1-12.
- Höök, M., & Tang, X. (2013). Depletion of fossil fuels and anthropogenic climate change - A review. *Energy Policy*(52), 797-809. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.046>
- IPCC. (2001). *Climate change 2001: synthesis report. A contribution of working groups I, II, and III to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. (R. T. Watson, & Core Writing Team, Eds.) Cambridge, UK, New York, NY, USA: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_TAR_full_report.pdf
- IPCC. (2018). *Global warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Pean, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., Waterfield, T. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf
- IPCC. (2019). *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land*. Shukla, P. R., Skea, J., Calvo B. E., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Portugal P. J., Vyas, P., Huntley, E., Kissick, K., Belkacemi, M., Malley, J. In press. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Pean, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
- Johns, T., Gregory, J., Ingram, W., Johnson, C., Jones, A., Lowe, J., Lowe, J. A., Mitchell, J. F. B., Roberts, D. L., Sexton, D. M. H., Stevenson, D. S., Tett, S. F. B., Woodage, M. (2003). Anthropogenic climate change for 1860 to 2100 simulated with the HadCM3 model under updated emissions scenarios. *Climate Dynamics*(20), 583-612. <https://doi.org/10.1007/s00382-002-0296-y>
- Karabulut, M. (2012). Doğu Akdeniz'de ekstrem maksimum ve minimum sıcaklıkların trend analizi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*.
- Katz, R. W., & Barbara, G. B. (1992). Extreme events in a changing climate: Variability is more important than averages. *Climatic Change*, 21, 289-302. <http://n2t.net/ark:/85065/d7639ptg>
- Kendall, M. G. (1975). Rank correlation methods. In C. Griffin.
- Klein Tank, A., & Können, G. (2003). Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-99. *Journal of Climate*, 16(22), 3665-3680. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<3665:TIIODT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2003)016<3665:TIIODT>2.0.CO;2)
- Koçman, A. (1993). *Türkiye iklimi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Kostopoulou, E., & Jones, P. (2005). Assessment of climate extremes in the Eastern Mediterranean. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 89, 69-85. 10.1007/s00703-005-0122-2
- Krige, D. G. (1951). A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 52(6), 119-139. https://hdl.handle.net/10520/AJA0038223X_4792
- Kuglitsch, F., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P., Zerefos, C., Türkeş, M., & Luterbacher, J. (2010). Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. *Geophysical Research Letters*, 37, L04802. 10.1029/2009GL041841
- Mann, H. B. (1945). Non-parametric test against trend. *Econometrica*, 245-259.
- MedECC. (2020). *Climate and environmental change in the Mediterranean Basin – Current situation and risks for the future*. (W. Cramer, J. Guiot, & K. Marini, Eds.) Marseille, France: Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP. 10.5281/zenodo.4768833
- Meehl, G. A., Zwiers, F., Evans, J., Knutson, T., Mearns, L., & Whetton, P. (2000). Trends in extreme weather and climate events: Issues related to modeling extremes in projections of future climate change. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 427-436. 10.1175/1520-0477(2000)081<0427:TIEWAC>2.3.CO;2
- MGM. (2020). *Akdeniz deniz suyu sıcaklık*. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/denizSuyu/Akdeniz-Deniz-Suyu-Sicakligi-Analizi-2020.pdf>
- Oliver, M. A., & Webster, R. (1990). Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 4(3), 313-332. <http://dx.doi.org/10.1080/02693799008941549>
- Perkins, S. E., & Alexander, L. V. (2013). On the measurement of heat waves. *Journal of Climate*, 4500-4517. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00383.1>
- Pfeifer, S., Rechid, D., Reuter, M., Viktor, E., & Jacob, D. (2019). 1.5°, 2°, and 3° global warming: visualizing European regions affected by multiple changes. *Regional Environmental Change*(19), 1777-1786. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01496-6>
- Ramos, M. C. (2001). Rainfall distribution patterns and their change over time in Mediterranean area. *Theoretical and Applied Climatology*, 163-170.
- Rosenzweig, C., Karoly, D., Vicarelli, M., Neofotis, P., Wu, Q., Casassa, G., Menzel, A., Root, T. L., Estrella, N., Seguin, B., Tryjanowski, P., Liu, C., Rawlins, S., Imeson, A. (2008). Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 453(7193), 353-357. <https://doi.org/10.1038/nature06937>
- Ruffault, J., Curt, T., Moron, V., Trigo, R., Mouillot, F., Koutsias, N., Pimont, F., Martin-StPaul, N., Barbero, R., Dupuy, J., Russo, A., Belhadj-Khedher, C. (2020). Increased likelihood of heat-induced large wildfires in the Mediterranean Basin. *Scientific Reports*(10:13790). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70069-z>

- Sarı, S. (2009). *Batı Akdeniz Bölümü'nden İç Anadolu'ya geçiş iklimleri*. (Yayın no: 234775) [Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi] <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=Hf89AF5dj-AOj39p3wzsbw&no=gwKbMhJceYVnkHSqVGNsqg>
- Sarı, F., Hannah, D., & Eastwood, W. (2010). Spatial variability of precipitation regimes over Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 55, 234-249. 10.1080/02626660903546142
- Sen, P. K. (1968). Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), 1379-1389. <https://doi.org/10.2307/2285891>
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y., & Balta, İ. (2008). *Türkiye İklimi*. Ankara: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13_turkiye_iklimi.pdf
- Şensoy, S., Türkoğlu, N., Akçakaya, A., Ekici, M., Demircan, M., Ulupınar, Y., Atay, H., Tüvan, A., Demirbaş, H. (2013). Trends in Turkey climate indices from 1960 to 2010. *6th Atmospheric Science Symposium - ATMOS*, (pp. 1-8). İstanbul.
- Tatlı, H., Dalfes, N., & Menteş, S. (2004). A statistical downscaling method for monthly total precipitation over Turkey. *International Journal of Climatology*, 24(2), 161-180. 10.1002/joc.997
- The R Core Team. (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Trenberth, K. E. (1999). Conceptual framework for changes of extremes of the hydrological cycle with climate change. In T. R. Karl, N. Nicholls, & A. Ghazi, *Weather and Climate Extremes Changes, Variations and a Perspective from the Insurance Industry* (pp. 327-339). Dordrecht: Springer.
- Türkes, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26-37.
- Türkes, M. (2012). Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32. https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000063
- Türkes, M. (2013). İklim değişiklikleri: Kambriyen'den Pleyistosen'e, Geç Holosen'den 21. yüzyıl'a. *Ege Coğrafya Dergisi*, 22(1), 1-25. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ece/issue/4867/66879>
- Türkes, M., & Sarı, F. (2007). Trends and changes of mean, maximum, minimum temperature and precipitation series in Northern Cyprus. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 13, 281-304. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/103775>
- Türkes, M., Koç, T., & Sarı, F. (2007). Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(1), 57-73. 10.1501/Cogbil_0000000073
- Türkes, 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* (pp. 89-106). İzmir: Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü.
- Wang, X. L. (2003). Detection of undocumented changepoints: A revision of the Two-Phase Regression Model. *Journal of Climate*, 16, 3383-3385. 10.1175/1520-0442(2003)016<3383:CODOUC>2.0.CO;2
- Wang, X. L. (2008). Accounting for autocorrelation in detecting mean shifts in climate data series Using the Penalized Maximal t or F Test. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47(9), 2423-2444. <https://doi.org/10.1175/2008JAMC1741.1>
- Wang, X. L., & Feng, Y. (2013). *RHtestsV4 user manual*. Climate Research Division, Atmospheric Science and Technology Directorate, Science and Technology Branch, Environment Canada. <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>
- Wang, X. L., Chen, H., Wu, Y., Feng, Y., & Quiang, P. (2010). New techniques for the detection and adjustment of shifts in daily precipitation data series. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 49, 2416-2436. <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2376.1>
- WMO. (1999). *Statement on the status of the global climate in 1998*. Geneva: World Meteorological Organization.
- WMO. (2020). *State of the global climate 2020*. World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/doc_num.php?expl-num_id=10444
- Xoplaki, E. (2002). *Climate variability over the Mediterranean*, PhD Thesis. Bern: Inauguraldissertation der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.
- Yasan, O., Sarı, F., & Bayrakdar, C. (2019). Dağlık alanların iklim özelliklerini belirlemede CBS tabanlı interpolasyon yöntemlerinin kullanımı: Batı Toroslar örneği. İçinde E. Akköprü, & M. F. Döker, *Coğrafya araştırmalarında coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları* (ss. 197-216). Pegem Akademi. 10.14527/9786052419878.09
- Yılmaz, E., & Darende, V. (2021). Türkiye'de yağış ölçümü yapılan manuel-otomatik meteoroloji gözlem istasyonu verilerinin karşılaştırılması. *Türk Coğrafya Dergisi*, 77, 53-66. 10.17211/tcd.834500
- Yue, S., Pilon, P., Phinney, B., & Cavadias, G. (2002). The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. *Hydrological Processes*, 16(9), 1807-1829. <https://doi.org/10.1002/hyp.1095>
- Yücel, T. (1958). Teke Yöresi orta bölümünün mevzii coğrafyası. *Ankara Üniversitesi Dil-Tarih ve Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 16(1-2). <http://dtcfdergisi.ankara.edu.tr/index.php/dtcf/article/view/4276/4174>
- Zhang, X., Aguilar, E., Şensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., Kutaladze, N., Rahimzadeh, F., Taghipor, A., Hantosh, T. H.; Albert, P., Semawi, M., Ali, M. K., Al-Shabibi, M. H. S., Al-Oulan, Z., Zatarı, T., Khelet, I. D., Hamoud, S., Sağır, R., Demircan, M., Eken, M., Adigüzel, M., Alexander, L., Peterson, T. C., Wallis, T. (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. *Journal of Geophysical Research*, 110.
- Zhang, X., Alexander, L., Hegerl, G. C., Jones, P., Tank, A. K., Peterson, T. C., Trewin, B., Zwiers, F. W. (2011). Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data. *Wiley Interdisciplinary Reviews Climate Change*, 2, 851-870. <https://doi.org/10.1002/wcc.147>