



Ege Coğrafya Dergisi 29 (2), 2020, 201-215, İzmir-TÜRKİYE
Aegean Geographical Journal, 29 (2), 2020, 201-215, İzmir-TURKEY
Dergi Ana Sayfası: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ecd>

Araştırma Makalesi / Research Article

TÜRKİYE’DE MAYIS 2020 TARİHİNDE GÖZLENEN SICAK HAVA DALGASININ KLİMATOLOJİK VE SİNOPTİK DEĞERLENDİRMESİ

Climatological and synoptic evaluation of heatwave observed over Turkey in May 2020

Ecmel ERLAT¹

Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi
Coğrafya Bölümü
ecmel.erlat@ege.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7576-9445

Ercüment AVŞAR

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Meteoroloji 4.Bölge Müdürlüğü Antalya
ercumentavsar@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0940-2650

(Teslim: 2 Ekim 2020; Son Düzeltme: 26 Ekim 2020; Kabul: 29 Ekim 2020)
(Received: October 2, 2020; Last Revised: October 26, 2020; Accepted: October 29, 2020)

Abstract

This paper examines the climatological and synoptic characteristics of the heatwave that affected Turkey in May 2020. For this purpose, the surface daily maximum temperatures (Tmax) and the heatwaves temporal change recorded in May in the 104-meteorological and climatological stations in Turkey and the heatwave and the upper atmospheric synoptic climatological/meteorological conditions for May 2020 are examined. Results show that May's highest temperature has shown an increasing trend from 1950 to 2000 and more evidently since the 1980s, especially in Eastern- and Southeastern Anatolia. The highest maximum air temperatures in May over the last 71 years were recorded in 2020, 2019, and 1990. Trend analysis shows that an increasing trend at 95 stations characterizes the number of heatwaves and this trend is statistically significant at 22 stations over Turkey from 1950 to 2018. The highest numbers of heatwaves experienced in May during the 1950-2018 period belong to 2019, 1994, and 2020. The frequency of heatwaves observed in May has also shown an increasing trend since the early 1990s, and this trend is statistically significant at 27 stations. The average duration of the heatwave days in May was 3 days before 1990; this figure also increased significantly to an average of 5.4 days after 2015. In the entire 71-year period, 2020 May was marked by record-breaking maximum temperatures in 32 stations over Turkey. From 15 to 21 May, daily maximum temperature values exceeded 40 °C at 11 stations. The study utilizes ground and upper-level synoptic charts, radiosonde observations, and prognostic maps in the synoptic analysis of the ground level and upper atmosphere. Continental tropical air mass (cT), which moved from over-North Africa under the effect of Azores high-pressure center, has expanded along the Eastern Mediterranean basin since 15 May 2020. The high-level, high-pressure centers and the stable conditions of the "ridge" region (atmospheric blockage) shown in 500 hPa charts have become more effective in most parts of Turkey and caused the breaking of maximum temperature records, especially in the Aegean and Mediterranean regions. When we consider the observed changes in daily maximum temperatures and the characteristics of the heatwaves accelerated during the last decades, we see an increasing likelihood of more frequent and longer heatwaves in Turkey in future decades.

Keywords: Heatwaves, maximum air temperatures in May, Record air temperatures in May, Standard atmospheric pressure level, Temp Diagrams.

Öz

Çalışmada, 2020 yılının Mayıs ayında Türkiye’yi etkileyen sıcak hava dalgası klimatolojik ve sinoptik açıdan incelendi. Bu amaçla Türkiye’deki 104 meteoroloji-klimatoloji istasyonunda rasat süreleri içinde Mayıs ayında kaydedilen günlük maksimum hava sıcaklıkları ve sıcak hava dalgalarının zamansal değişimleri ile 2020 Mayıs ayındaki yüzey ve üst atmosfer sinoptik klimatolojik/meteorolojik koşullar ele alınmıştır. Sonuçlar, Türkiye’de Mayıs ayında ölçülen en yüksek sıcaklık değerlerinin 1950’li yıllardan günümüze doğru yükselme eğilimi gösterdiğini, bu yükselme eğiliminin özellikle Güneydoğu ve Doğu Anadolu’daki istasyonlarda 1980’li yıllarla birlikte belirginleştiğini göstermektedir. Türkiye ortalamasına göre son 71 yılda Mayıs ayında ölçülen en

¹ Sorumlu Yazar/ Corresponding author

yüksek sıcaklık değerleri 2020, 2019 ve 1990 yılına aittir. Türkiye’de Mayıs ayında yüksek sıcaklık rekorlarının yarısından fazlasının (% 52) son on yılda kaydedilmesi, bu ayda sıcak hava dalgalarının şiddetindeki artışa işaret etmektedir. Türkiye’de 1950-2020 döneminde Mayıs ayında yaşanan sıcak hava dalgalarının sayısındaki değişim incelendiğinde, 95 istasyonda sıcak hava dalgalarının sayısının artış eğilimi gösterdiği ve bu eğilimin 22 istasyonda istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Türkiye’de Mayıs ayında sıcak hava dalgası sayısının en yüksek olduğu yıllar sırasıyla 2019, 1994 ve 2020’dir. Mayıs ayında sıcak hava dalgası gözlenen gün sayıları (frekansı) da 1990’lı yılların başından itibaren daha belirgin olmak üzere artış eğilimi göstermektedir ve bu eğilim 27 istasyonda istatistiki olarak anlamlıdır. Türkiye ortalamasına göre, 1990 öncesi süresi 3 günü geçen sıcak hava dalgaları gözlenmez iken, 1990’lı yıllardan itibaren süre uzamış ve 2020 yılında sıcak hava dalgasının etkili olduğu gün sayısı 5.44’e ulaşmıştır. Son 71 yılda en fazla rekor yüksek sıcaklık değerinin kaydedildiği dönem 15-21 Mayıs 2020 tarihleri arasındadır. İncelenen 104 istasyonun 32’sinde 1950 yılından bu yana Mayıs ayı için en yüksek sıcaklık değeri 2020 yılının Mayıs ayında gözlenmiştir. daha çok Akdeniz ve Ege Bölgesi’nde yer alan 11 istasyonda günlük maksimum sıcaklık değeri 40 °C’nin üzerine çıkmıştır. Yüze ve üst atmosfer sinoptik analizinde; sinoptik yer ve yukarı seviye kartlarından, radyosonde rasatlarından ve prognostik (tahmin) haritalardan faydalanılmıştır. Azor yüksek basınç merkezi etkisindeki Kuzey Afrika üzerinden hareket eden karasal sıcak hava kütlesi (cT), 15 Mayıs 2020 tarihinden itibaren Doğu Akdeniz havzası boyunca genişlemiş, yukarı seviye yüksek basınç merkezi ile beraber sırt bölgesinin durağan koşulları (atmosferik blokaj) ile beraber Türkiye’nin büyük kısmında etkili olarak özellikle Ege ve Akdeniz Bölgesinde maksimum sıcaklık rekorlarının kırılmasına neden olmuştur. Son on yıldır artan maksimum hava sıcaklıklarında ve sıcak hava dalgalarının özelliklerinde gözlemlenen değişiklikleri dikkate aldığımızda, gelecek on yıllık dönemlerde Türkiye’de daha sık ve daha uzun sıcak hava dalgaları gerçekleşmesinin artan bir olasılık olduğunu görmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Sıcak hava dalgası, Mayıs rekor yüksek sıcaklıklar, Standart atmosfer basınç düzeyi, Temp Diyagramları.

1. Giriş

Antropojenik kökenli küresel iklim değişikliğine bağlı olarak küresel ölçekte ekstrem hava ve iklim olaylarının sıklığı, zamanlaması, şiddeti ve süresi değişmektedir. Özellikle 20. yüzyılın ortalarından itibaren özellikleri değişen ekstrem hava/iklim olaylarından biri de sıcak hava dalgalarıdır. Dünya Meteoroloji Örgütü göre günlük maksimum sıcaklıkların art arda 5 gün veya daha fazla süre ile mevsim ortalamalarının 3 ila 5 °C üzerinde daha devam etmesi olarak tanımlanan sıcak hava dalgaları, tüm dünyada hava koşullarına bağlı en fazla can kaybına yol açan ekstrem olaylardan biridir. Örneğin, 2010 yaz mevsiminde Rusya’nın batısında etkili olan sıcak hava dalgası, Temmuz ve Ağustos aylarında 55.000 kişinin hayatını kaybetmesine neden olmuştur (Rahmstorf ve Coumou, 2011; Barriopedro vd., 2011). Sıcak hava dalgaları can kayıplarının yanında kamu hizmetleri, sanayi, ticaret ve tarım gibi birçok sektör üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır.

Sıcak hava dalgalarının şiddeti, süresi, frekansı ve uzamsal boyutunu gibi özelliklerini bazı fiziksel faktörler belirlemektedir. Bunların başında orta ve üst troposferdeki atmosfer dolaşımı gelmektedir. Orta enlemlerde sıcak hava dalgaları esas olarak orta troposferdeki durağan veya yavaş hareket eden Rossby dalgalarından kaynaklanmaktadır (Demirtaş 2018; Woolings vd., 2018). Rossby dalgalarında uzun ömürlü ve sabit yüksek basınç sistemlerinin oluşumuna yol açan omega şeklindeki sırtlar, doğuya doğru olan rüzgar akışını (atmosferik blokaj) engellemektedir. Yüksek basınç sistemlerinde gözlenen büyük ölçekli alçalma hareketi ve buna bağlı adyabatik ısınma, birkaç günden bir haftaya

kadar devam edebilmektedir. Hava kütlelerinde adyabatik ısınmanın yanı sıra bu alçalma hareketinin oluşturduğu açık gökyüzü koşulları, gündüzleri güneşten alınan güneş enerjisinin de artmasına yol açmaktadır. Bu durum sıcaklıkların daha da yükselmesinde katkı sunmaktadır. Sıcak hava dalgalarının özelliklerine etki eden ikinci bir faktör ise zeminin nemlilik özellikleridir. Sıcak hava dalgasının yaşandığı yaz mevsimi öncesindeki ilkbahar ve kış mevsiminde yağış ve buna bağlı olarak topraktaki nem azlığı, buharlaşma için harcanan enerjinin azalmasına ve zeminin daha hızlı ısınmasına yol açmakta ve bu durum sıcak hava dalgalarının oluşma olasılığını da arttırmaktadır (Pfahl ve Wernli, 2012; Miralles vd., 2014; Demirtaş, 2017).

Son yıllarda sıcak hava dalgalarının özelliklerinde gözlenen değişimler, küresel ortalama sıcaklıkların yükselmesinin yanı sıra Kuzey Kutbu’nun dünyanın geri kalanına göre daha hızlı ısınması ve buna bağlı olarak Arktik deniz buzu konsantrasyonundaki azalmalar ile açıklanamaktadır. Arktik bölgede deniz buzlarının kapladığı alanda gözlenen hızlı kayıp, Kuzey Kutbu üzerinde yer alan polar girdabı ve orta enlemlerdeki polar jet akımını etkilemektedir. Kuzey Kutbu ısındıkça, kutuplar üzerinde stratosferdeki alçak basınç etrafında güçlü bir şekilde esen ve soğuk havayı kutuplar üzerinde tutan polar girdap zayıflamaktadır. Polar girdap zayıfladıkça, kutuplar üzerinde tuttuğu soğuk hava serbest kalmakta ve güneye doğru inme eğilimi göstermektedir. Bu durum orta enlemlerde üst troposferde batıdan doğuya doğru çok güçlü bir şekilde esen jet akımlarının hızını da yavaşlatmakta ve Rossby dalgaları ekvator ve kutuplar arasında büyük menderesler çizmeye başlamaktadır. Batıdan

doğuya doğru daha yavaş yer değiştirmeye başlayan Rossby dalgalarında kutuplara doğru sokulan sırtların bir bölge üzerinde kalış süresinin uzaması (atmosferik bloklama) sıcak hava dalgalarının oluşma riskini artırmaktadır (Mann vd., 2017; Zhang vd., 2020).

Türkiye'nin de içinde yer aldığı Doğu Akdeniz havzasında yaz mevsiminde gözlenen sıcak hava dalgaları, bu alandaki iklim koşullarının önemli özelliklerinden biridir. Ancak yapılan çalışmalar, özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sıcak ekstremlerin arttığını, sıcak hava dalgalarının daha sık, daha uzun ve daha şiddetli yaşandığına dair kanıtlar sunmaktadır. Örneğin, Kuglitsch vd., (2010), Doğu Akdeniz Havzası'nda sıcak hava dalgalarının 1960'lardan bu yana frekansının 7.6 ± 1.3 , uzunluğunun 7.5 ± 1.3 ve sayısının 6.2 ± 1.1 kat arttığını ortaya koydular. Eftymiadis vd. (2011) Orta ve Doğu Akdeniz'de yaz aylarında, TN95n, TX95n, sıcak dönem süresi ve sıcak hava dalgalarının süresi gibi ekstrem sıcaklık indislerinin son yirmi yılda (1989–2008) belirgin şekilde artış gösterdiğini saptadılar. Ünal vd. (2013), Türkiye'nin batı kesiminde 1965-2006 yılları arasında yaz ayları için sıcak günler, sıcak hava dalgaları ve sıcak hava dalgası sürelerinin arttığını ve 1998'den sonra da aşırı sıcaklıkların sıklıkla gözlemlendiğini belirlediler. Demirtaş (2017) sıcak hava dalgasının oluşumu ve devamını sağlayan atmosferik bloklama olayının belirlenmesi için bir yöntem tanımlamıştır. Bu yöntemle göre 2003, 2012 ve 2015 yaz mevsimine ait 500hPa jeopotansiyel yüksekliği, 850 hPa sıcaklığı, toprak nemi ve deniz yüzeyi sıcaklıklarında ortalamalarından olan sapmaları analiz edilmiştir. Elde ettiği sonuçlar, incelediği yıllarda sıcak hava dalgalarının en çok Ege Bölgesi'nde etkili olduğunu göstermiştir. Baltacı vd. (2018) Kuzey Atlantik Salınımı, Arktik Salınım, Doğu Atlantik-Batı Rusya Paterni, Doğu Atlantik Paterni ve İskandinavya Paterni ile Türkiye'de 1965-2014 döneminde kış mevsimine ait 11 ekstrem sıcaklık/yağış indisi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuçlar kış aylarında, Kuzey Atlantik Salınımı, Arktik Salınım ve Doğu Atlantik-Batı Rusya Paterni ile sıcak ekstremler arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyonların bulunduğunu göstermiştir. Demirtaş (2018), 2007 yılının Haziran-Temmuz ayında yaşanan sıcak hava dalgaları ile atmosferik bloklama arasındaki bağlantıyı araştırmıştır. Elde ettiği sonuçlar, 2007 yılının Haziran-Temmuz aylarındaki atmosferik koşulların, Kuzey Afrika'dan Doğu Akdeniz ve Türkiye'ye çok sıcak hava kütlelerinin ilerlemesine yol açtığını, etkili olan

yüksek basınçta adyabatik ısınma ve açık gökyüzü koşullarının birçok yerde $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'yi aşan sıcaklıklarla sonuçlandığını göstermiştir. Ayrıca yağış olmamasından kaynaklanan azalan toprak nemi ile deniz yüzeyi sıcaklıklarının sıcak hava dalgasının şiddeti ve etkisini arttırdığını belirtmiştir. Türkeş ve Erlat (2018) 1950-2014 döneminde Türkiye'deki kaydedilen rekor maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının yıllık sayılarındaki zamansal değişimler ile en fazla rekor sıcaklık olayının gözlemlendiği yıl, mevsim ya da aylardaki yüzey ve üst atmosfer sinoptik klimatolojik/meteorolojik koşulları incelemiştir. Sonuçlar, Türkiye'de ölçülen rekor minimum hava sıcaklığı frekansının 1950'li yıllardan günümüze doğru azaldığını, sözkonusu azalma eğiliminin 2005 yılı sonrası daha da kuvvetlendiğini göstermiştir. Buna karşılık rekor maksimum hava sıcaklığı frekansında ise bir artış olduğunu ve bu artışın özellikle 2000'li yıllarla birlikte belirginleştiğini, rekor maksimum sıcaklık olaylarının yarısı 2000-2014 döneminde kaydedildiğini göstermiştir. Rekor maksimum hava sıcaklıklarının frekansının arttığı yıllarda, çoğunlukla kuvvetlenmiş ve uzun dönemli güney sektörlü yüzey ve sınır katmanı rüzgârları ile asıl olarak 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyinde gelişen güney sektörlü sıcak hava adveksiyonları gözlenmektedir. Baltacı (2019) Marmara bölgesinde yer alan 21 istasyonun altı ekstrem sıcaklık indisinin 1960-2006 döneminde gösterdiği eğilimleri incelemiştir. Sonuçlar bölgede sıcak gün (istasyonların % 38'inde) ve gece sayılarında (istasyonların % 52'si) istatistiksel olarak önemli artış eğilimleri ($p < 0.05$) bulunduğunu ortaya koymuştur.

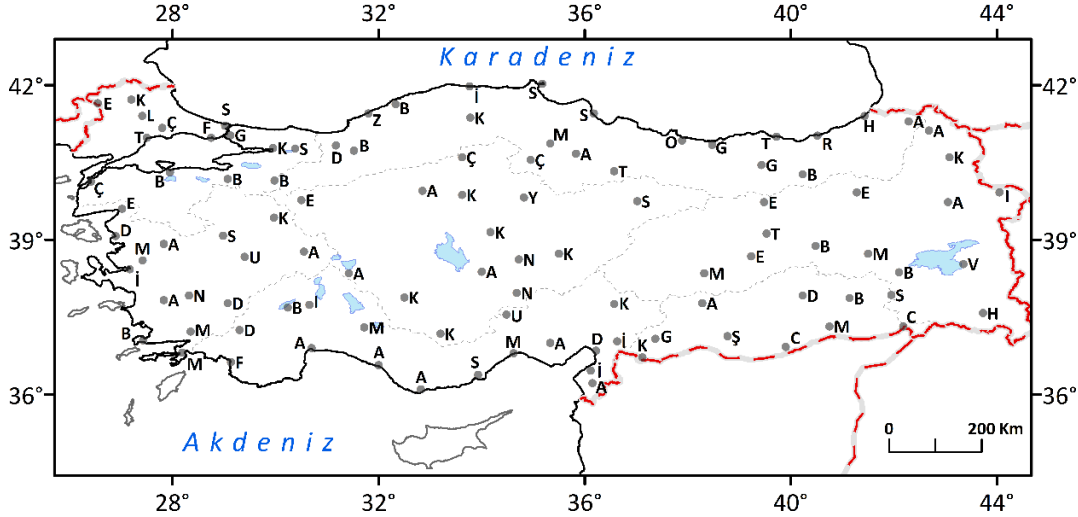
Bu çalışmanın amacı 2020 yılının Mayıs ayında yaşanan ve birçok istasyonda yüksek sıcaklık rekorlarının kırılmasına yol açan sıcak hava dalgasını klimatolojik ve meteorolojik koşullar açısından değerlendirmektir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) alınan ve Mayıs ayı 1950-2020 dönemini kapsayan 104 klimatoloji ve meteoroloji istasyonuna günlük maksimum sıcaklık gözlemleri kullanılmıştır. Çalışmada gözlemlerinden yararlanılan 104 istasyondan 64 istasyonun günlük sıcaklık gözlemleri 1950 yılında başlamıştır. Kalan 40 istasyonunda ise gözlemlerin başlama tarihi 17 istasyonda 1951-1959 yılları arasında, 23 istasyonda 1960-1965 yılları arasındadır (Şekil 1).

Çalışmada istasyonların rasat süreleri içinde her ay için Mayıs ayında kaydedilen en yüksek sıcaklık değerleri (TXx) belirlenmiştir. Çalışmada sıcak hava dalgası, en az 2 ardışık gün boyunca günlük maksimum sıcaklığın 95. persantile eşit ve üzerinde olduğu gün sayısı olarak tanımlanmıştır (Anderson ve Bell, 2011). 104 istasyonda 1950-2020 döneminde Mayıs ayında kaydedilen en yüksek sıcaklık değeri ile sıcak hava dalgalarının sayı ve frekansına ait dizilerdeki artma veya azalma

yönündeki olası eğilimleri belirlemede basit doğrusal regresyon analizinden yararlanılmıştır. Basit doğrusal regresyon analizi ile zaman bağımsız değişken, Mayıs TXx ile sıcak hava dalgası sayı /frekansı ise bağımlı değişken kabul edilerek hem istasyonların hem de Türkiye ortalamasına ait zaman serilerinin trend oranları hesaplanmıştır. Regresyon katsayısı β 'nın istatistiksel anlamlılığı (n-2) serbestlik dereceli Student t testi ile sınanmıştır.



Şekil 1- Çalışmada kullanılan 104 klimatoloji ve meteoroloji istasyonlarının yerleri ve coğrafi bölgelere göre dağılışı.

Figure 1- Locations and geographical distribution of 104 the climatological and meteorological stations used in the study.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Sayısal Hava Tahminleri Şube Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Sayısal Hava Tahmin Modelleri çıktılarında faydalanılarak, sıcak hava dalgasının yaşandığı günler için 12 UTC (Z) de yayınlanan deniz seviyesine indirgenmiş basınçların dağılımını gösteren sinoptik yer kartları, deniz seviyesinden yaklaşık 1500 m yükseklikteki sıcaklıkları gösteren 12 UTC de yayınlanan 850 hPa kartları ve 5500 m yükseklikteki sıcaklık, nem ve rüzgar dağılımını gösteren 12 UTC de yayınlanan 500 hPa kartları esas alınarak sinoptik analizler gerçekleştirilmiştir. Yukarı seviye atmosfer durumunu daha iyi analiz edebilmek için ravinsonde rasatlarından faydalanılmıştır. SkewT-LogP ravinsonde diyagramlarından indeks analizleri gösterilerek, sıcak hava dalgasının yaşandığı tarihlerde nem açısından değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca sıcak hava dalgasının etkisini belirlemede yüksek seviye atmosferde özellikle kuru ve nem adyabatları analizi için ravinsonde

ölçümlerinden faydalanılarak Skew T-Lop-P tempe ait indeks değerleri incelenmiştir. Sıcak hava dalgası etkisini daha çok Ege ve Akdeniz bölgesinde gösterdiği için, söz konusu bu iki bölgeden ravinsonde ölçümleri analiz edilmiştir.

3.1. Türkiye'de Mayıs Ayında Ölçülen En Yüksek Sıcaklıklarda ve Sıcak Hava Dalgalarında Gözlenen Zamansal Değişim

Türkiye'de 104 meteoroloji istasyonunun ortalamasına göre, 1950-2020 döneminde her yıl için Mayıs ayında kaydedilen en yüksek sıcaklık değeri (TXx) artış eğilimi göstermektedir (Şekil 2a). Her on yıl için bu artış 0.24°C 'dir. Samsun ve Bitlis dışında tüm istasyonlarda gözlenen bu artış eğilimi, istasyonlardan 42'sinde (25 istasyon % 5, 17 istasyon % 1) istatistiki olarak anlamlıdır. Mayıs ayında ölçülen en yüksek sıcaklık değerlerinde gözlenen bu yükselme eğilimi 1980'li yılların sonundan itibaren daha belirgin hale gelmiştir. Alansal olarak en kuvvetli yükselme eğilimi gösteren

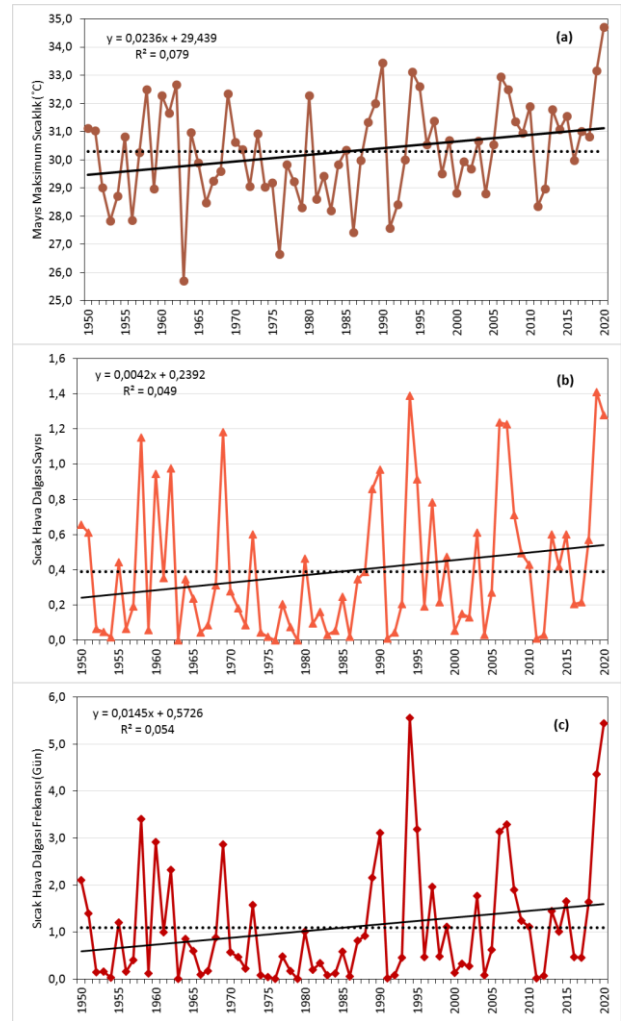
istasyonların büyük çoğunluğu Cizre, Şanlıurfa, Adıyaman, Muş ve Malatya gibi Güneydoğu ile Doğu Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Örneğin Cizre ve Adıyaman'da her on yıl için Mayıs ayında ölçülen en yüksek hava sıcaklıklarındaki artış 0.5°C 'yi bulmaktadır. Bu durum Türkiye'de her yıl Mayıs ayında yeni yüksek sıcaklık rekorlarının kaydedilme olasılığının da arttığını göstermektedir.

Son 71 yılda Mayıs ayında ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri açısından dikkat çeken yıllar 2020, 2019 ve 1990'dır. Türkiye uzun dönem ortalamasına (1950-2020) göre, Mayıs ayında ölçülen en yüksek günlük sıcaklık ortalaması 30.3°C iken, bu değer 2020 yılı Mayıs ayında 34.7°C 'ye yükselmiştir. Bunu 33.4°C ile 1990 ve 33.2°C ile 2019 yılı izlemektedir (Şekil 2a). 2020 yılının 15-21 Mayıs tarihleri arasında 32 istasyonda 1950 yılından bu yana gözlenen en yüksek sıcaklıklar (rekor yüksek sıcaklık) kayda geçmiş, Doğu Anadolu'da yer alan istasyonlar hariç, 42 istasyonda günlük maksimum sıcaklık değeri 35°C 'yi, 11 istasyonda 40°C 'yi geçmiştir (Tablo 1). Türkiye'de Mayıs ayında ölçülen en yüksek sıcaklık değerlerinde gözlenen bu değişim, 1950 yılından bu yana Mayıs ayında yaşanan sıcak hava dalgalarının amplitüdünün (sıcak hava dalgaları sırasında ölçülen günlük en yüksek sıcaklık değeri) arttığını, diğer bir anlatım ile sıcak hava dalgalarının şiddetlendiğini ortaya koymaktadır.

En az 2 ardışık gün boyunca günlük maksimum sıcaklığın 95. persantile eşit ve üzerinde olduğu dönem olarak tanımlanan sıcak hava dalgalarının sayısındaki değişim incelendiğinde, 1950-2020 döneminde Mayıs ayında yaşanan sıcak hava dalgalarının sayısının 9 istasyon hariç, 95 istasyonda artış eğilimi gösterdiği görülmektedir. Bu artış eğilimi 13 istasyonda % 5, 9 istasyonda ise % 1 olmak üzere toplam 22 istasyonda istatistiki olarak anlamlıdır. Türkiye ortalaması dikkate alındığında artış eğiliminin, 1990'lı yıllardan sonra daha belirgin hale geldiği görülmektedir (Şekil 2b). Türkiye'de Mayıs ayında sıcak hava dalgası sayısının en yüksek olduğu yıllar sırasıyla 2019, 1994 ve 2020'dir. Nitekim bir ay içinde birden çok sıcak hava dalgasının yaşandığı 7 yıldan 5'i 1990 yılı sonrası gözlenmiştir.

Türkiye'de 1950-2020 döneminde Mayıs ayında sıcak hava dalgası sayısında olduğu gibi sıcak hava dalgalarının frekansında da (bir ayda sıcak hava dalgasının yaşandığı toplam gün sayısı) 8 istasyon dışında artış eğilimi gözlenmektedir (Şekil 2c). Bu artış eğilimi 17 istasyonda % 5, 10 istasyonda ise % 1 seviyesinde olmak üzere toplam 27 istasyonda

istatistiki olarak anlamlıdır. Sıcak hava dalgalarının frekansında gözlenen artış eğilimi 1990'lı yılların başından itibaren belirginleşmektedir. 104 istasyonun ortalamasına göre 1990 öncesi 1958 yılı hariç, süresi 3 günü geçen sıcak hava dalgaları gözlenmez iken, 1990'lı yıllardan itibaren süre uzamış ve sıcak hava dalgalarının frekansı sırasıyla 1994 yılının Mayıs ayında 5.56 gün, 2020 yılında 5.44 gün ve 2019 yılında 4.37 güne ulaşmıştır.



Şekil 2- Türkiye'de 104 istasyonun ortalama değerine göre 1950-2020 döneminde Mayıs ayında (a) gündüz ölçülen en yüksek hava sıcaklığı değerleri (b) sıcak hava dalgalarının sayısı (c) sıcak hava dalgasının gözlemlendiği gün sayısındaki zamansal değişim. Kesik çizgi uzun yıllar ortalamasını, düz kalın çizgi doğrusal trendi göstermektedir.

Figure 2- Observed variations in (a) warmest daily maximum temperature (b) heatwave number (c) heatwave frequency observed at the 104 stations of Turkey during the period 1950-2020. The bold dashed line is long-term average and bold solid line is a linear trend.

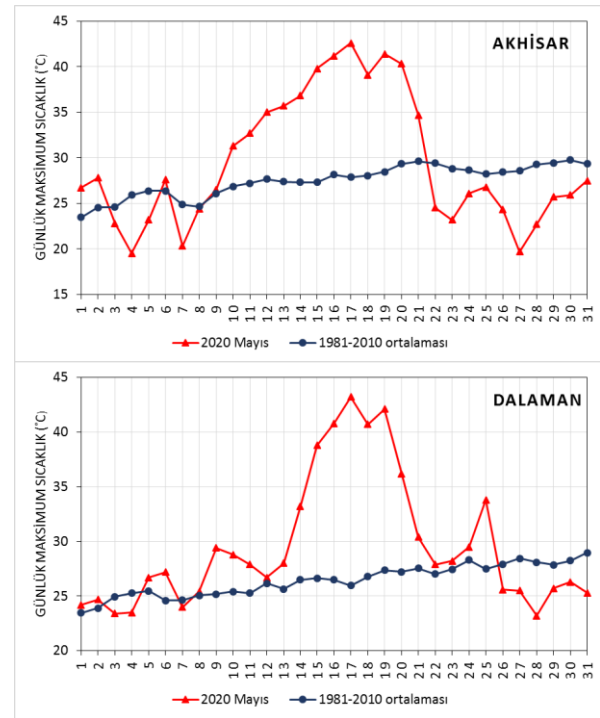
Örneğin Mayıs ayında ortalama sıcak hava dalgası frekansının 1.9 gün olduğu Afyon istasyonunda bu rakam 1994 yılında 7, 2020 yılında ise 8 güne yükselmiştir. Mayıs ayında sıcak hava dalgası frekansının ortalama 1.4 gün olduğu Akhisar'da ise bu sayı 1994 yılında 9 gün, 2020 Mayıs ayında 10 güne kadar uzamıştır. Sıcak hava dalgalarının süresinde gözlenen bu uzama eğilimi başta insan sağlığı olmak üzere tarımsal üretim üzerindeki olumsuz etkileri arttırmaktadır.

3.2. 2020 yılı Mayıs Yüksek Sıcaklık Rekorları

2020 Mayıs ayı Türkiye'de son 71 yılda en fazla rekor yüksek sıcaklık değerinin kaydedildiği yıldır. İncelenen 104 istasyonun 32'sinde Mayıs ayı için en yüksek sıcaklık değeri gözlenmiştir. 2020 Mayıs'ında en fazla rekor Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde yer alan istasyonlarda kaydedilmiştir (Tablo 1). Sıcak hava dalgası sırasında henüz Mayıs ayının ortaları olmasına rağmen günlük maksimum sıcaklık değerleri Manisa, Akhisar, Aydın, Nazilli, Marmaris, Fethiye, Dalaman, Manavgat, Adana, Ceylanpınar ve Cizre olmak üzere 11 istasyonda 40 °C'nin üzerine çıkmıştır. Örneğin 19 Mayıs 2020 tarihinde Nazilli'de günlük maksimum hava sıcaklığı 43.2 °C, 17 Mayıs 2020'de Dalaman'da 43.2 °C'ye ulaşmıştır. Akhisar'da 1969 yılının Mayıs ayında 39.2 °C ile kayıtlara geçen rekor yüksek sıcaklık değeri, 2020 Mayıs'ında 42.6 °C'ye yükselerek yeni bir rekor kırmıştır.

Mayıs 2020'de Türkiye'de yaşanan sıcak hava dalgasının şiddet ve süresini ortaya koymak amacıyla sıcak hava dalgasının süre bakımından en uzun etkili olduğu Akhisar (10 gün) ve 2020 öncesi maksimum sıcaklık rekoru ile karşılaştırıldığında en yüksek sıcaklık anomalisinin gerçekleştiği Dalaman istasyonlarının Mayıs ayı günlük maksimum sıcaklıklarının uzun dönem ortalaması (1981-2010) ile Mayıs 2020'deki değerleri karşılaştırılmıştır (Şekil 3). Şekil 3'den görüleceği üzere, Akhisar'da 2020 yılında 10 Mayıs'tan itibaren günlük maksimum sıcaklıklar uzun dönem ortalamasının üzerine çıkmış ve sıcak hava dalgası 21 Mayıs 2020 tarihine kadar etkisini sürdürmüştür. Bu dönem içinde 16-20 Mayıs tarihleri arasında 18 Mayıs hariç (39.1 °C) günlük maksimum sıcaklıklar 40.0 °C'nin üzerinde seyretmiştir. 17 Mayıs 2020 tarihinde ölçülen en yüksek sıcaklık değeri (42.6 °C) aynı güne ait uzun dönem ortalamasına (27.9 °C) göre 14.7 °C daha yüksektir. Dalaman istasyonunda da 2020 Mayıs'ına ait günlük maksimum sıcaklıklar 9-15 Mayıs tarihleri arasında uzun dönem ortalamasının üzerindedir

(Şekil 3b). 16-19 Mayıs 2020 tarihleri arasında gündüz ölçülen en yüksek sıcaklıklar 40.0°C'nin üzerine çıkmıştır. Dalaman'da 43.2 °C ile rekor yüksek sıcaklığın kaydedildiği 17 Mayıs gününün, aynı güne ait uzun dönem ortalamasından (26.0 °C) farkı 17.2 °C'dir. Diğer bir ifadeyle 17 Mayıs 2020 tarihinde Dalaman'da ölçülen en yüksek sıcaklık değeri ortalamasının yaklaşık 17 °C üzerindedir. 2020 yılı Mayıs ayında ölçülen yüksek hava sıcaklıkları Türkiye'de tarımsal üretimi de olumsuz etkilemiştir. Finike'de 4-17 Mayıs'taki sıcak hava dalgasının henüz fındık büyüklüğünde olan portakala zarar verdiğini, rekoltenin yaklaşık yüzde 80 oranında düştüğünü ifade edilmiştir (www.kemergozcu.com/haber). Tarsus Ziraat Odası yüksek sıcaklıklardan nedeniyle 110 bin dekarlık narenciye alanın 85 bin dekarlık alanı zarar gördüğü ifade edilmiştir (https://yeni1mecra.com). Bursa'da 30-32 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların zeytin ağaçlarında meyve tutumunda ciddi sorunlara neden olabileceği, 15.05.2020 tarihinde Bursa'da ölçülen 37.2 °C gibi yüksek değerlerin çiçeklenme başlangıcında olan zeytin ağaçlarının zeytin üretimini önemli ölçüde azaltabileceği uyarısı yapılmıştır (https://bursa.tarimorman.gov.tr/).



Şekil 3- Akhisar ve Dalaman istasyonlarında Mayıs ayı günlük maksimum sıcaklıklarının uzun dönem ortalaması (1981-2010) ile Mayıs 2020'deki değerleri.

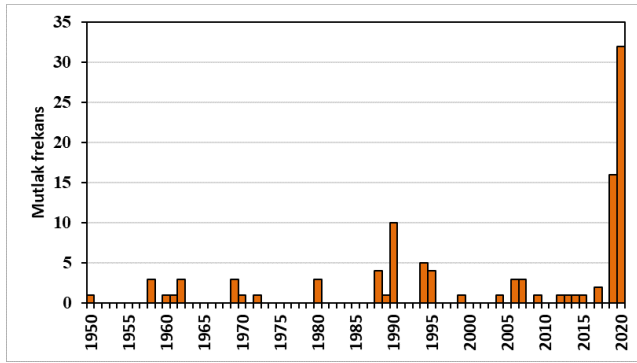
Figure 3- Long-term average (1981-2010) and in May 2020 of daily maximum temperatures at Akhisar and Dalaman stations.

Tablo 1- Türkiye'de Mayıs 2020 tarihinde rekor yüksek sıcaklıkların kaydedildiği istasyonların 1950-2019 döneminde ve 2020 Mayıs ayında kaydedilen rekor yüksek sıcaklıkları ve tarihleri, 2020 öncesi ve 2020 Mayıs tarihindeki rekor sıcaklıklar arasındaki anomali (°C) ve 2020 Mayıs ayında rekor hava sıcaklığının kaydedildiği sıcak hava dalgasının süresi (günlük maksimum sıcaklığın 95. persantile eşit ve üzerinde olduğu dönem).

Table 1- Record high temperatures between 1950-2019 and May 2020 and dates, temperature anomaly and duration of heatwave (>95th percentile of daily maximum temperature 2+ consecutive days) in 32 stations of Turkey.

Coğrafi bölge / İstasyon	Rasat Dönemi	Uzun yıllar Mayıs rekor yüksek sıcaklık (°C)	Tarih	2020 Mayıs maks. sıcaklık (°C)	Tarih	Sıcaklık anomalisi (°C)	2020 Mayıs sıcak hava dalgası süresi (gün)
Karadeniz Bölgesi							
Ordu	1961-2020	35.6	16.05.2010	35.6	21.05.2020	0.0	1
Merzifon	1950-2020	34.0	13.05.1958	34.7	21.05.2020	+0.7	2
Bolu	1950-2020	34.4	21.05.1969	34.6	20.05.2020	+0.2	3
Düzce	1959-2020	39.0	30.05.1960	39.5	20.05.2020	+0.5	3
Marmara Bölgesi							
Bandırma	1950-2020	35.0	14.05.1989	35.4	15.05.2020	+0.4	2
Bilecik	1950-2020	35.8	27.05.1990	36.6	20.05.2020	+0.8	7
Ege Bölgesi							
Edremit	1962-2020	35.2	22.05.1996	36.3	17.05.2020	+1.1	6
Akhisar	1950-2020	39.2	31.05.1969	42.6	17.05.2020	+3.4	10
Manisa	1950-2020	39.1	26.05.1990	40.6	16.05.2020	+1.5	7
Kütahya	1950-2020	32.8	28.05.2019	34.3	20.05.2020	+1.5	8
Simav	1959-2020	33.6	28.05.2019	35.6	19.05.2020	+2.0	7
Uşak	1950-2020	33.2	28.05.2019	34.5	16.05.2020	+1.3	8
Afyon	1950-2020	32.0	23.05.1995	33.9	18.05.2020	+1.9	8
Denizli	1957-2020	37.8	28.05.2019	39.5	20.05.2020	+1.7	8
Aydın	1950-2020	40.2	31.05.1969	42.6	17.05.2020	+2.4	7
Nazilli	1956-2020	39.7	23.05.1973	43.2	19.05.2020	+3.5	8
Muğla	1950-2020	35.7	26.05.1990	39.4	18.05.2020	+3.7	8
Bodrum	1950-2020	37.2	29.05.2008	39.0	16.05.2020	+1.8	5
Marmaris	1959-2020	39.2	21.05.1960	41.7	17.05.2020	+2.5	7
Fethiye	1950-2020	37.5	22.05.1960	40.1	17.05.2020	+2.6	6
Akdeniz Bölgesi							
Burdur	1950-2020	34.6	29.05.2019	35.4	18.05.2020	+0.8	9
Isparta	1950-2020	33.6	29.05.2019	35.4	18.05.2020	+1.8	9
Dalaman	1957-2020	38.0	05.05.1971	43.2	17.05.2020	+5.2	7
Antalya	1950-2020	38.0	22.05.1960	39.5	17.05.2020	+1.5	5
Alanya	1952-2020	35.5	31.05.1961	37.8	17.05.2020	+2.3	7
Manavgat	1960-2020	37.5	23.05.1960	42.1	17.05.2020	+4.6	7
Anamur	1963-2020	37.5	31.05.1964	39.3	17.05.2020	+1.8	8
Silifke	1960-2020	38.3	23.05.1995	39.2	16.05.2020	+0.9	8
İç Anadolu Bölgesi							
Çankırı	1950-2020	34.8	26.05.2007	35.2	20.05.2020	+0.4	7
Eskişehir	1950-2020	33.9	.05.2007	35.3	15.05.2020	+1.4	7
Konya	1950-2020	34.5	29.05.2019	35.0	16.05.2020	+0.5	7
Doğu Anadolu Bölgesi							
Kars	1958-2020	25.9	17.05.2019	26.2	22.05.2020	+0.3	2

2020 Mayıs ayında yaşanan ve rekor yüksek sıcaklıkların kaydedilmesine yol açan sıcak hava dalgasının yalnız Türkiye ile sınırlı kalmadığı, Doğu Akdeniz havzasında özellikle Yunanistan, Kıbrıs ve İsrail’de içerecek şekilde geniş bir alanda etkili olduğu görülmektedir. Örneğin Atina’da 16 ve 17 Mayıs 2020 tarihlerinde, 1860 yılından bu yana en yüksek sıcaklıklar kaydedilmiştir (<https://www.severe-weather.eu/mcd/extreme-heat-greece-turkey-mk/>). 18 Mayıs 2020 tarihinde Kıbrıs’ın güneybatısında yer alan Paphos havalimanında ölçülen günlük maksimum sıcaklık 42.5 °C’ye ulaşmıştır. İsrail’de ise 14-22 Mayıs 2020 tarihleri arasında etkili olan sıcak hava dalgası sırasında Necef çölü ve ülkenin kuzeyindeki vadilerde maksimum sıcaklıklar 43-47°C’ye ulaşmış, etkili olan sıcak hava dalgası şiddeti yanında uzun süresi ile kayıtlara geçmiştir (<https://ims.gov.il/en/node/1564>).



Şekil 4- Türkiye’de Mayıs ayında 104 istasyonda 1950-2020 döneminde rekor maksimum hava sıcaklığı değerlerinin ölçüldüğü yıllar ve frekansları.

Figure 4- Years and frequencies of the May record maximum air temperatures measured at the stations of Turkey during the period 1950-2020.

Türkiye’de 104 meteoroloji istasyonda rasat süresi içinde Mayıs ayında ölçülen rekor (mutlak maksimum sıcaklık) maksimum sıcaklıkların zamansal dağılımı incelendiğinde, rekor yüksek sıcaklıkların frekansının artış eğilimi gösterdiği gözlenmektedir (Şekil 4). 1950 yılından itibaren incelenen 104 istasyonda Mayıs ayında en fazla maksimum sıcaklık rekoru 32 istasyon ile 2020 yılında gözlenmiştir. Sıcak hava dalgasına bağlı olarak Türkiye’de Mayıs ayında 16 istasyonda en yüksek sıcaklık değerlerinin ölçüldüğü bir diğer yıl 2019’dur. Bunu 10 rekor ile 1990 yılı izlemektedir. Rasat süresi iki eşit döneme ayrıldığında, Mayıs ayında 1950 ile 1985 yılları arasındaki 36 yıllık

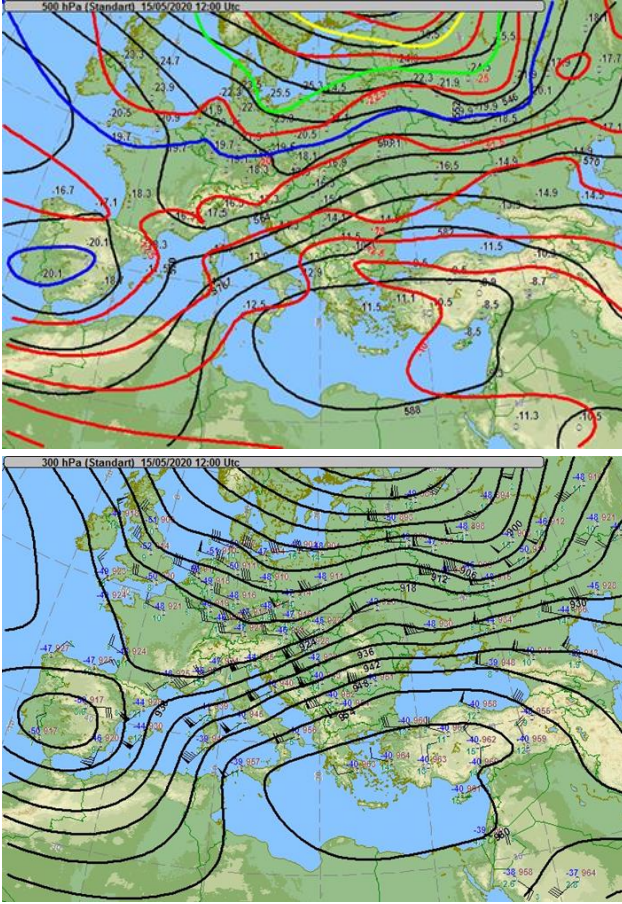
dönemde toplam 17 yüksek sıcaklık rekoru kaydedilmişken, bu değer 1986-2020 yılları arasında kaplayan 35 yıllık ikinci dönemde 87 rekora yükselmiştir. Türkiye’de Mayıs ayında yüksek sıcaklık rekorlarının yarısından fazlası (% 52) son on yılda kaydedilmiştir. Türkiye’de 1990’lı yıllardan sonra rekor sıcaklıkların frekansında gözlenen belirgin yükselme, sıcak hava dalgalarının şiddetindeki artışa işaret etmektedir.

4.1. Mayıs 2020’de Sıcak Hava Dalgasının Gözlendiği Günlere İlişkin Sinoptik Analizler

Türkiye’de 2020 yılının Mayıs ayında gerçekleşen sıcak hava dalgası sırasında rekor maksimum sıcaklık değerlerinin kaydedildiği günler incelendiğinde, en erken tarihin 15 Mayıs 2020 (Bandırma), en geç tarihin ise 21 Mayıs 2020 (Ordu ve Merzifon) olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışmada 15–21 Mayıs 2020 arasındaki günleri için meteorolojik koşullar yer seviyesinden başlayıp, 850 hPa ve 500 hPa seviye haritaları olmak üzere radyosonde rasatları da incelenerek yukarı atmosfer seviyesine kadar sinoptik analizler yapılmıştır.

Bu çalışmada söz konusu periyodun sinoptik analizi yapılırken sıcak hava etkisine neden olan sistemlerin gelişimi ve hava kütlelerin hareketinin incelenmesi aşamasında 00Z, 06Z, 12Z ve 12 Z yer kartları ile 00Z, 12Z 300hPa, 500hPa ve 850hPa haritaları incelenmiş, gerçekleşen sıcak hava dalgalarını daha iyi temsil edebilmesi amacıyla 12Z haritaları kullanılmıştır. 104 istasyonda kaydedilen rekor yüksek sıcaklıklar en çok 17 ve 19 Mayıs 2020 tarihlerinde gerçekleştiği için, bugünlere ait 12Z yer kartı ve 850hPa haritası incelenmiştir. Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki 15–21 Mayıs 2020’e karşılık gelen yüksek atmosfer ve yer kartlarının başlıca tanıttıcı özellikleri şunlardır:

Türkiye’de sıcak hava dalgasının etkisini göstermeye ve birçok istasyonda yüksek sıcaklık rekorlarının kaydedilmeye başladığı 15 Mayıs 2020 tarihine ait 500hPa jeopotansiyel yükseklik haritası incelendiğinde, merkezi Girit adası, Mora yarımadası ve Türkiye’nin batısı üzerinde yer alan bir sırt gözlenmektedir (Şekil 5a). Mevcut sırt hattı (atmosferik bloklama) bölge üzerinde yüksek basınç (antisiklonik) koşulları oluşturarak, havanın alçalmasına ve adyabatik olarak ısınmasına yol açmaktadır. Alçalan havanın bulut oluşumunu engellemesi ve bulutsuz hava koşullarda alınan güneş radyasyonu miktarının artması yer seviyesinde sıcaklıkların yükselmesi için uygun koşullar oluşturmaktadır (Demirtaş, 2017).

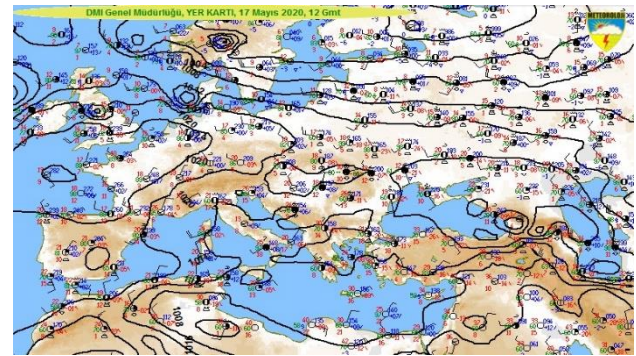
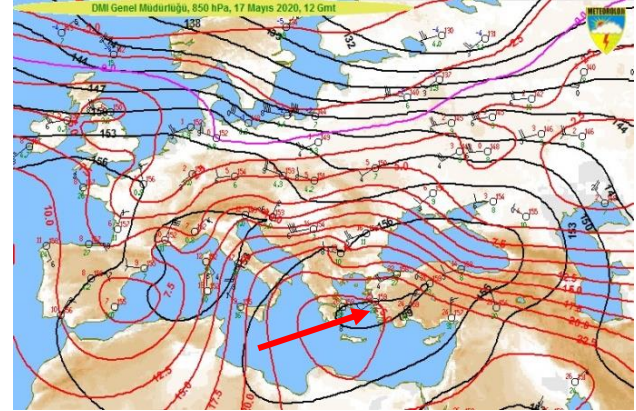


Şekil 5 - 15.05.2020 (a) 12Z 500hPa seviyesine ait kontur (jeopotansiyel metre olarak deniz seviyesinden itibaren eşit basınç yüksekliklerini birleştiren eğriler - her 10 m yükseklik için 1 dekametre (dam) yükseklik birimi kullanılır) ve izoterm haritası. Haritadan görüleceği gibi bu tarihte Türkiye'nin batısı üzerinde (kahverengi çizgiler) sırt (ridge) oluşumu yer almaktadır. (b) 300 hPa seviye haritası

Figure 5- Contour and isotherm maps for the 12Z 500 hPa level on 15 May 2020. Contours refer to curves that connect the same pressure levels-isollabars starting from the sea level as geopotential high-meter. For every 10 m, 1 decameter (dam) height is used. As it can be seen from the map, there is the formation of ridge over the West of Turkey (marked with a brown line) on this date.(b) 300hPa level chart.

15 Mayıs 2020 tarihinde Mora yarımadası ve Anadolu'nun batısında yer alan sırt Akdeniz Bölgesinin batısı ve Ege bölgesinden başlayarak Anadolu'nun içlerine kadar sokularak etki alanını genişletmiş ve yüksek basıncın koşullarının (588 dam) bölge üzerinde durağan hale gelmesine yol açmıştır. Nitekim Türkiye üzerinde sıcaklıklar 500 hPa seviyesinde -10 °C civarındadır. Yer seviyesinde basınç gradyanının azlığı nedeniyle ortaya çıkan sakin ve kuzeyli hafif rüzgarlar karasal bölgeden daha

sıcak ve kuru havayı ülkenin güney kesimlerine taşıyarak sıcak hava dalgasının uzun süre hissedilmesine katkı sağlamıştır. Ayrıca 300 hPa (Şekil 5b) seviyelerinde Afrika üzerinde bulunan subtropikal jet daha kuzeye doğru hareket ederek Avrupa üzerine konumlanmış ve 300 hPa seviyelerinde de batılı rüzgar akışlarının Türkiye üzerinde minimum değerlerde (güneydoğu yönlerden 10 KT civarında) seyretmesine neden olmuştur.



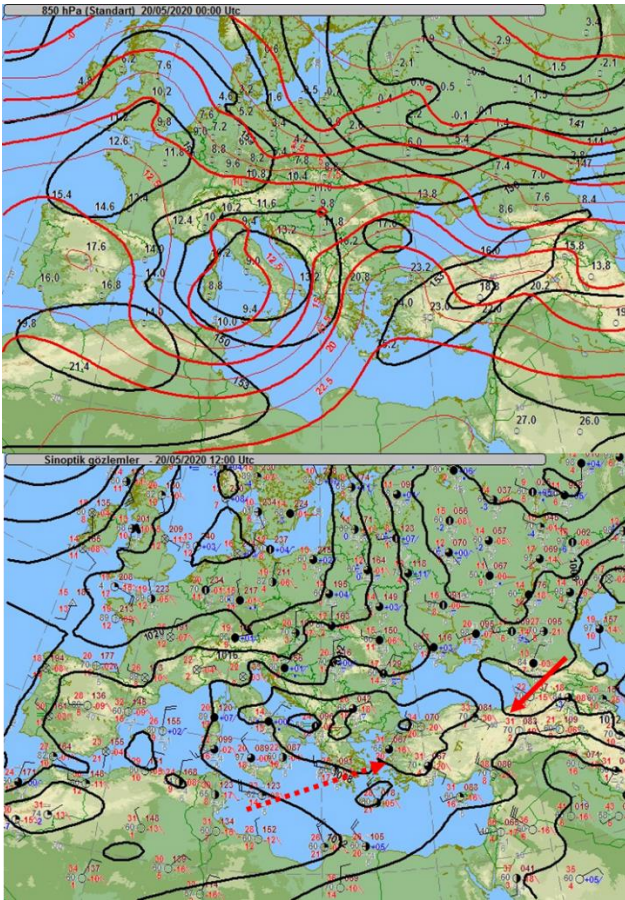
Şekil 6- Türkiye'de birçok istasyonda en yüksek hava sıcaklıklarının gözlemlendiği 17.05.2020 12Z tarihine karşılık gelen Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki (a) 850 hPa düzeyi ve (b) yer kartı (www.sht.mgm.gov.tr)

Figure 6- (a) 850 hPa level and (b) ground level chart for European, Mediterranean and Turkey regions for 17.05.2020 12Z which corresponds to the highest temperature recorded in many stations in Turkey.

Sıcak hava dalgasının Türkiye'ye giriş yaptıktan sonra etki alanını genişlettiği ve Ege ve Akdeniz bölgesinde yer alan 10 istasyonda rekor yüksek sıcaklıkların kaydedildiği 17 Mayıs 2020 tarihine ait sinoptik koşullar incelendiğinde, Kuzey Afrika üzerinden gelen sıcak hava kütesinin etkisi altında 850 hPa seviyesinde sıcaklığın, Ege Bölgesi üzerinde de 22.5 °C'ye ulaştığı görülmektedir (Şekil 6a). Zaten bilinmektedir ki Kuzey Afrika alçak

merkezi Türkiye üzerine belirli mevsimlerde sıcak ve kuru hava taşımaktadır (Baltacı vd., 2015). Yer seviyesinde (Şekil 6b) sakin, rüzgarsız hava koşullarının etkisi ile Akhisar ve Aydın istasyonlarında günlük maksimum sıcaklıklar 42.6 °C'ye kadar yükselerek son 71 yılın en yüksek değerini almıştır.

Sıcak hava dalgasının etkisini Ege Bölgesi'nin güneyinde ve Göller Bölgesi üzerinde etkisini arttırdığı 20 Mayıs tarihli 850 hPa 12Z haritası incelendiğinde, Ege Bölgesi üzerinde deniz seviyesinden yaklaşık 1500 metre yüksekliğe denk gelen bu seviyede sıcaklığın 24°C'ye ulaştığı görülmektedir (Şekil 7a).



Şekil 7- 20. 9.05.2020 tarihine ait 12Z (a) 850 hPa (b) Yer kartı.

Figure 7- 20.05.2020 12Z (a) 850 hPa (b) ground level chart.

Türkiye üzerinde basınç gradyanının az olması, bu tarihte rüzgar hızının çok düşük olduğunu göstermektedir. Bu koşullar sonucunda ise yer seviyesinde 20 Mayıs 2020 tarihinde Denizli'de günlük maksimum sıcaklık 39.5°C'ye kadar

yükselmiştir. Diğer taraftan İç Anadolu'nun doğusu ile Doğu Anadolu bölgesi Sibiryaya üzerinden gelen soğuk havanın etkisi görülmektedir. 20 Mayıs 12Z sinoptik yer kartı incelendiğinde (Şekil 7b), Türkiye'nin 1020 mb'lık yüksek basınç merkezinin etkisinde olduğu ve Kuzey Afrika üzerinden gelen sıcak hava kütesinin stabil kalmaya devam ettiği gözlenmektedir. Anadolu üzerinde basınç gradyanının düşük olması rüzgar hızının azalmasında etkili olurken, yüksek basınç koşullarının oluşturduğu açık gökyüzü ise alınan güneş radyasyonu miktarını ve hava sıcaklığını arttırmıştır.

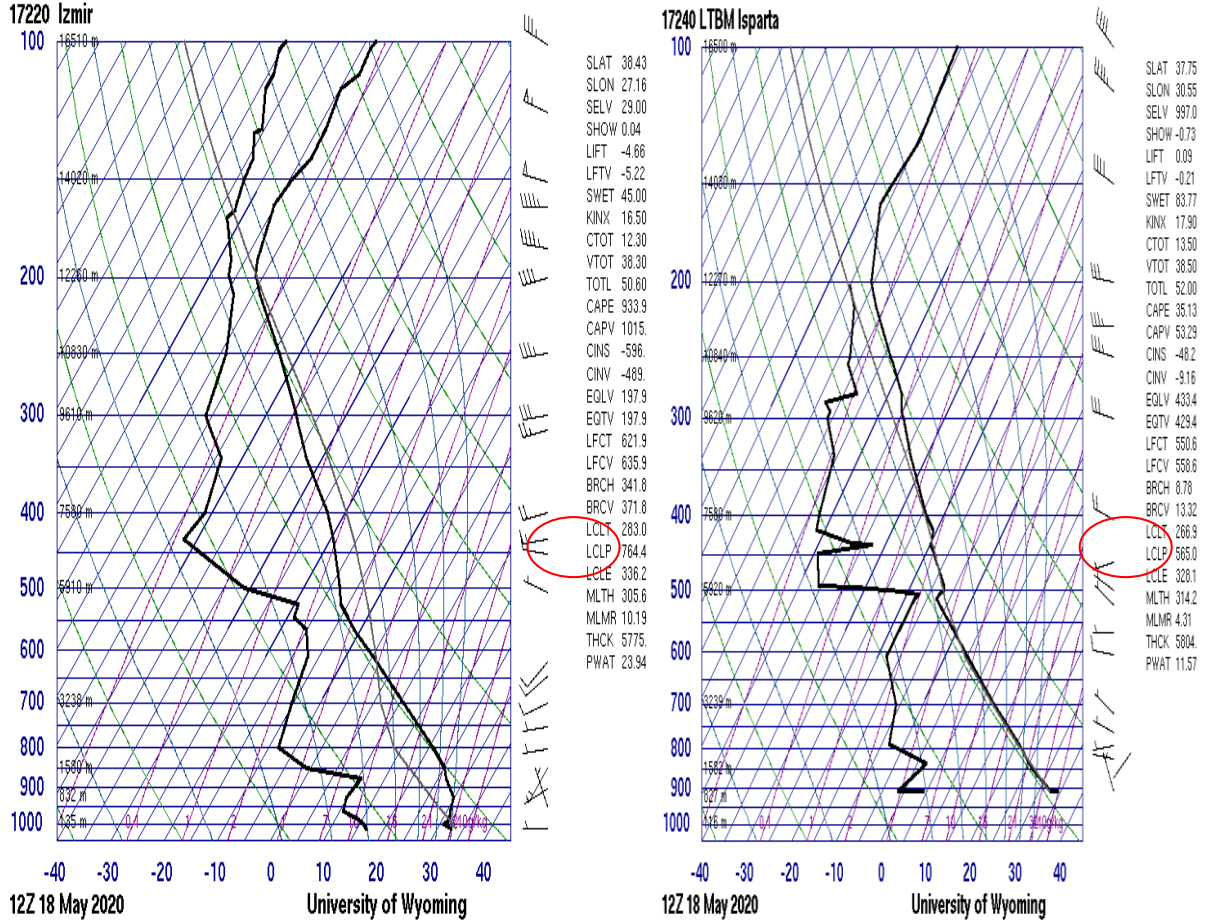
4.2.Yukarı Atmosfer Analizi ve Temp Diyagramları

15-21 Mayıs 2020 tarihinde özellikle Ege ve Akdeniz bölgesinde etkili olan sıcak hava dalgasının yol açan sinoptik koşulları daha ayrıntılı analiz edebilmek için, İzmir (WMO istasyon no: 17220) ve Isparta (WMO istasyon no: 17240) illerinin 18 Mayıs tarihine ait Skew-T Log-P diyagramları incelenmiştir (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>). SkewT-LogP diyagramı, radyosonde istasyonunda atmosferin dikey profilinde sıcaklık, doyma sıcaklığı, rüzgar hız ve yönü gibi parametreler işlendikten sonra atmosferin özelliklerini belirlemek için kullanılmaktadır (<http://www.theweatherprediction.com/thermo/interpret>). Atmosferin nem koşullarını daha iyi görebilmek için su buharının su damlacığı haline geldiği seviyeyi ifade eden Yoğuşma Seviyesi (pressure (hPa) at the lifting condensation level-LCLP) incelenmiştir.

18 Mayıs 2020 12Z radyosonde rasatında, İzmir için yoğuşma seviyesi 764 hPa (6025 m) ölçülürken, Isparta için 565 hPa (4455 m) olarak ölçülmüştür. Her iki bölge istasyonu için de yoğuşma seviyelerinin oldukça yüksekte yer aldığı görülmektedir (Şekil 8). Bu durum İzmir için 6000 metre, Isparta için ise 4500 seviyelerinin altında atmosferde nem miktarının çok az olduğunu göstermektedir. 18 Mayıs 2020 tarihinde atmosferdeki nem seviyesindeki belirgin azalma Kuzey Afrika üzerinden gelen sıcak ve nem bakımından yoksun kontinental tropikal (cT) hava kütesinin etkisinde kaldığımızı kanıtlamaktadır.

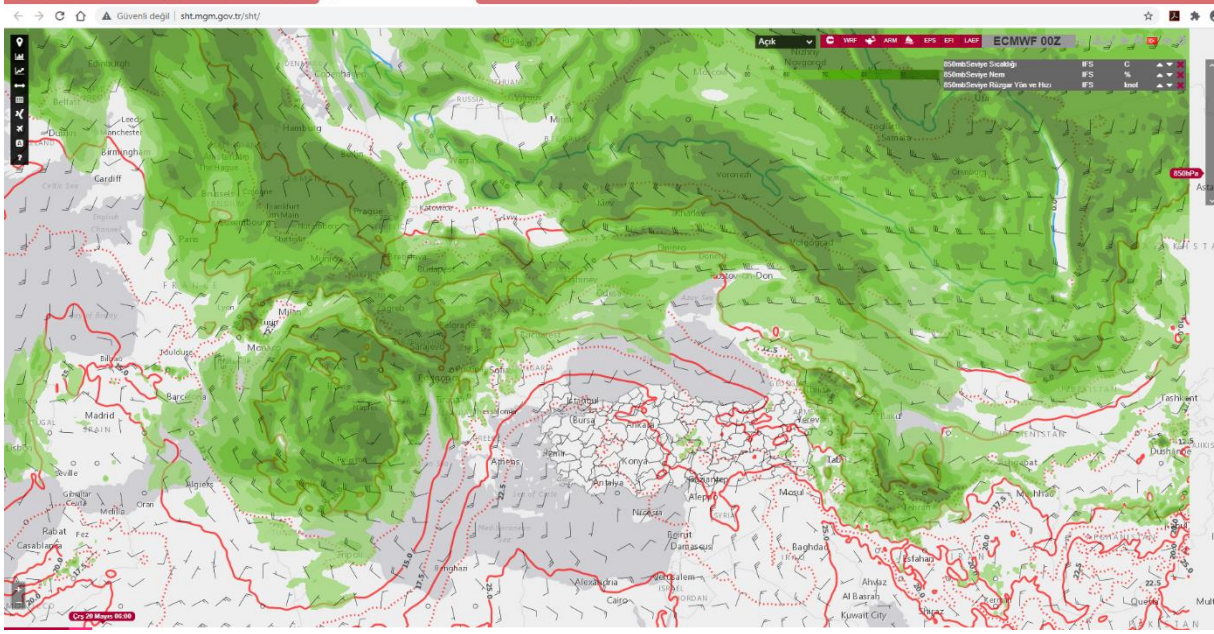
Avrupa Orta Vadeli Tahmin Merkezi (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts -Integrated Forecast System – ECMWF) Operasyonel Analiz ve Tahmin Sistemleri tarafından üretilen 18 Mayıs 2020 tarihine 850 hPa haritasında da Türkiye üzerinde atmosferde bu seviyede nem

miktarının çok düşük olduğu görülmektedir (Şekil 9). Düşük nemin yanında ayrıca kuzeyli sakin rüzgarları ve Ege Bölgesi üzerinde 1500 m seviyesinde 20-25 °C derece sıcaklıkları gözlenmiştir (<http://sht.mgm.gov.tr/sht/>).



Şekil 8- İzmir ve Isparta Radyosonde istasyonları için Skew-T Log P diyagramı
(<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>).

Figure 8- Skew-T Log P diagrams for İzmir and Isparta radiosonde stations.
(<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>).



Şekil 9- 20 Mayıs 2020 00:00 Z T + 024 ECMWF Operasyonel Analiz ve Tahmin Sistemi ürünü (ECMWF). 850 hPa haritasına ait nem, sıcaklık ve rüzgar yön ve şiddet haritası (<http://sht.mgm.gov.tr/sht/>). Haritadaki renksiz bölge atmosferdeki nem miktarının % 50’den az olduğu alanları göstermektedir.

Figure 9- The product of Operational Analysis and Forecast System for 20 May 2020 00:00Z T+024 ECMWF. The humidity, temperature, and wind direction and speed map for the 850 hPa chart (<http://sht.mgm.gov.tr/sht/>). The colourless part on the map shows the areas where humidity in the atmosphere is below 50 %.

4. Sonuç

Bu çalışmada Türkiye’de 104 istasyonda Mayıs ayında kaydedilen en yüksek sıcaklık değerleri, sıcak hava dalgalarının sayısı ve frekansının 1950-2020 döneminde gösterdiği değişimler ile 2020 yılı Mayıs ayında gözlenen sıcak hava dalgasının atmosferik nedenlerini incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1- Türkiye’de Mayıs ayında ölçülen en yüksek sıcaklık değerlerinde 1980’li yılların sonundan itibaren daha belirgin olmak üzere 1950’li yıllardan günümüze doğru bir artış eğilimi gözlenmektedir. 42 istasyonda bu artış eğilimi istatistiki olarak anlamlıdır. Mayıs ayında ölçülen en yüksek sıcaklık değerlerinde gözlenen bu yükselme eğilimi Güneydoğu ile Doğu Anadolu bölgesinde yer alan istasyonlarda daha kuvvetlidir. 104 istasyonun ortalamasına göre son 71 yılda Mayıs ayında ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri 2020, 2019 ve 1990 yılında kaydedilmiştir. Türkiye’de Mayıs ayında ölçülen en yüksek sıcaklık değerlerinde gözlenen bu değişim, önümüzdeki yıllarda Mayıs ayına ait yeni

yüksek sıcaklık rekorlarının kaydedilme olasılığının da arttığını göstermektedir.

2- Türkiye’de 1950-2020 döneminde Mayıs ayında yaşanan sıcak hava dalgalarının sayısı 22 istasyonda istatistiki olarak anlamlı olmak üzere 104 istasyonun 95’inde artış eğilimi göstermiştir. Mayıs’ta bir ay içinde birden çok sıcak hava dalgasının yaşandığı 7 yıldan 5’i 1990 yılı sonrası gözlenmiş ve en yüksek sayıya sırasıyla 2019, 1994 ve 2020 yıllarında ulaşılmıştır. Sıcak hava dalgalarının sayısı yanında sıcak hava dalgasının gözlendiği gün sayısı da artmaktadır. 104 istasyonun ortalamasına göre 1990 öncesi süresi 3 günü geçen sıcak hava dalgaları gözlenmez iken, 1990’lı yıllardan itibaren süre 5 güne yaklaşmıştır.

3- Türkiye’de 2020 yılının 15-21 Mayıs tarihleri arasında gözlenen sıcak hava dalgası rekor yüksek sıcaklıklar bakımından dikkat çekicidir. 15-21 Mayıs 2020 döneminde 32 istasyonda 1950 yılından bu yana gözlenen en yüksek sıcaklıklar (rekor yüksek sıcaklık) kayda geçmiş, Doğu Anadolu’da yer alan istasyonlar hariç, 42 istasyonda günlük maksimum sıcaklık değeri 35 °C’yi, 11 istasyonda 40 °C’yi geçmiştir. Türkiye uzun dönem ortalamasına (1950-

2020) göre, Mayıs ayında ölçülen en yüksek günlük sıcaklık ortalaması 30.3 °C iken, bu değer 2020 yılı Mayıs ayında 34.7 °C'ye yükselmiştir. Bu durum son yıllarda sıcak hava dalgalarının frekansı kadar şiddetinin de artış gösterdiğini ortaya koymaktadır.

4- Rekor maksimum sıcaklıkların en fazla kaydedildiği 15, 17 ve 20 Mayıs 2020'ye ait yüzey hava ve yüksek atmosfer haritaları incelendiğinde, 15.05.2020 tarihinde Kuzey Afrika üzerinden taşınan sıcak havanın, Doğu Akdeniz üzerinden Türkiye'ye doğru etkisini artırarak hareket ettiği görülmüştür. Afrika üzerinden gelen ve nem açısından oldukça zayıf olan sıcak ve kuru hava kütlesi, 500hPa haritasında sırt ve sakin rüzgarın etkisi ile özellikle Ege ve Akdeniz Bölgelerini etkisi altında alarak durağan hale gelmiş (>3 gün) olması, sıcaklık rekorlarının kırılmasında ve genliğinin artmasında etkili olmuştur. Ayrıca, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'nun uzun süre yağış almaması ve topraktaki nem azlığı da sıcaklık gün içinde sıcaklık değerlerinin hızla yükselerek rekor düzeye ulaşmasına katkı sağlamıştır. Buna ek olarak yer seviyesinden yukarı seviyelere kadar (500 hPa) atmosferdeki nem içeriğinin azlığı ile dikine faaliyetlerinin azlığı hem güneş radyasyonunun yüzeye ulaşmasını mümkün kılmış hem de yer sıcaklığının yukarı seviyelere

taşınmasını engellemiştir. Hem yatay hem de dikeydeki minimum rüzgar hareketleri, yüzey sıcaklığının artmasında en büyük nedenlerden birisi olarak görülmektedir.

5- Türkiye'de sıcak hava dalgalarının sayısı ve frekansında gözlenen bu değişim ve 40°C'yi aşan yüksek sıcaklıkların Mayıs ayının ortası gibi daha erken tarihlerde ortaya çıkması, Doğu Akdeniz'deki iklim değişikliğinin en önemli göstergelerinden biri olarak yorumlanabilir. Küresel sıcaklık artışının bugünkü düzeyinde ya da üzerinde sürmesi sıcak hava dalgalarının 2020 yılının Mayıs ayında olduğu gibi yılın daha erken bir tarihinde gözlenmesi, sayısının, frekansının ve amplitüdünün artmasına yol açacaktır. Türkiye için oluşturulan model tahminler, iklim değişikliği nedeniyle sıcak hava dalgası yaşanan gün sayısının 2013- 2098 arasında RCP 4.5 senaryosuna göre yılda ortalama 42 gün (20-110 gün arasında), RCP 8.5 senaryosuna göre ise yılda ortalama 78 güne (27-2014 gün arasında) yükseleceğini öngörmektedir (Gürkan vd., 2017). Mayıs ayında yüksek sıcaklıklarda gözlenen bu artış eğilimi, en başta tarımsal üretimde azalma buna karşılık orman yangınları ve kuraklık için potansiyel bir risk oluşturacaktır.

REFERANSLAR

- Anderson, G.B., Bell, M. L. 2011. Heatwaves in the United States: Mortality risk during heatwaves and effect modification by heatwave characteristics in 43 U.S. communities. *Environmental Health Perspective*, 119, 210–218.
- Baltacı, H., Göktürk, O. M., Kindap T., Ünal, A. Karaca, M. 2015. Atmospheric circulation types in Marmara Region (NW Turkey) and their influence on precipitation. *International Journal of Climatology*, 35, 1810–1820.
- Baltacı, H., Akkoyunlu, B. O., Tayanç M. 2018. Relationships between teleconnection patterns and Turkish climatic extremes. *Theoretical and Applied Climatology*, 134,1365–1386.
- Baltacı, H. 2019. Spatiotemporal variability of climate extremes in the Marmara Region (NW Turkey). *International Journal of Global Warming*, 18 (3-4), 239-252.
- Barriopedro, D., Fischer, E.M., Luterbacher, J., Trigo, R.M., García-Herrera, R. 2011. The hot summer of 2010: Redrawing the temperature record map of Europe. *Science*, 332 (6026), 220-224.
- Coumou, D., Di Capua, G., Vavrus, S., Wang, L., Wang, S. 2018. The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation. *Nature Communications*, 9(1), 2959.
- Demirtaş, M. 2017. Şiddetli sıcak hava dalgaları: dinamik-fiziksel etkenler ve bu sıcak hava dalgalarının özellikleri. *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 190-202.
- Demirtaş, M. 2018. The high-impact 2007 hot summer over Turkey: Atmospheric-blocking and heatwave episodes. *Meteorological Applications* 25, 406–413.
- Efthymiadis, D., Goodess, C.M., Jones, P.D. 2011. Trends in Mediterranean gridded temperature extremes and large-scale circulation influences. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11, 2199-2214.
- 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* 33, 1898–1908.
- Gürkan, H., Eskioğlu O., Yazıcı B., vd. 2017. Projected trends in heat and cold waves under effect of climate change. 8th Atmospheric Sciences Symposium (ATMOS 2017), 1-4 November 2017, Istanbul, Turkey.
- 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, L04802.
- Mann, M.E., Rahmstorf, S., Kornhuber, K., Steinman, B.A., Miller, S.K., Coumou, D. 2017. Influence of anthropogenic climate change on planetary wave resonance and extreme weather events. *Scientific Reports*, 7, 45242.
- Miralles, D.G., Teuling, A.J., van Heerwaarden, C.C., de Arellano, J. V-G. 2014. Mega- heatwave temperatures due to combined soil desiccation and atmospheric heat accumulation. *Nature Geoscience*, 7, 345-349.
- Pfahl, S., Wernli, H. 2012. Quantifying the relevance of atmospheric blocking for co- located temperature extremes in the Northern Hemisphere on (sub-) daily time scales. *Geophysical Research Letters*, 39, L12807.
- Rahmstorf, S., Coumou, D. 2011. Increase of extreme events in a warming world. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 108, 17905–17909.
- Türkeş, M., Erlat, E. 2018. Variability and trends in record air temperature events of Turkey and their associations with atmospheric oscillations and anomalous circulation patterns. *International Journal of Climatology*, 38, 5182–5204.
- Ünal, Y.S., Tan, E., Menteş, S.S. 2013. Summer heat waves over western Turkey between 1965 and 2006. *Theoretical Applied Climatology*, 112, 339–350.
- Woollings, T., Barriopedro, D., Methven J., Son S.-W., Martius O., Harvey, B., Sillmann J., Lupo, A. R., Seneviratne, S. 2018. Blocking and its response to climate Change. *Current Climate Change Reports*, 4, 287–300.
- Zhang, R., Sun, C., Zhu, J., Zhang, R., Li, W. 2020. Increased European heat waves in recent decades in response to shrinking Arctic sea ice and Eurasian snow cover. *npj Climate and Atmospheric Science*, 3, 7.
- Severe Weather Europe 2020, Extreme heatwave with peak temperatures close to +40 °C over south Greece and Turkey this weekend!, <https://www.severe-weather.eu/mcd/extreme-heat-greece-turkey-mk/>
- Israel Meteorological Service, Extreme heatwave 14 to 22 May 2020, <https://ims.gov.il/en/node/1564>

- Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Zeytin Üreticilerimizin Dikkatine, Sıcak Hava Dalgası Uyarısı, <https://bursa.tarimorman.gov.tr/Duyuru/424/Zeytin-Ureticilerimizin-Dikkatine-Sicak-Hava-Dalgasi-Uyarisi>
- Kemer Gözcü Gazetesi, Sıcak hava dalgası portakalı vurdu, rekolte düştü, www.kemergozcu.com/haber/sicak-hava-dalgasi-portakali-vurdu-rekolte-dustu-37558.html).
- Yeni Bir Mecra, Sıcak hava dalgası narenciyeyi vurdu, <https://yeni1mecra.com/sicak-hava-dalgasi-narenciyeyi-vurdu/>
- MGM Sayısal Hava Tahminler Merkezi. www.sht.mgm.gov.tr.
- The Weather Prediction, Interpretation of Skew-T indices, 2015, <http://www.theweatherprediction.com/thermo/interpret/>
- University of Wyoming sounding webpage, <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>
- ECMWF Operasyonel Analiz ve Tahmin Sistemi, <http://sht.mgm.gov.tr/sht/>

