



Ege Coğrafya Dergisi, 24/2 (2015), 29-55, İzmir
Aegean Geographical Journal, 24/2(2015), 29-55, Izmir—TURKEY

TÜRKİYE REKOR MAKSİMUM VE MİNİMUM HAVA SICAKLIKLARININ FREKANSLARINDA 1950-2014 DÖNEMİNDE GÖZLENEN DEĞİŞMELER VE ATMOSFER KOŞULLARIYLA BAĞLANTILARI

*Observed Changes in the Frequencies of Record Maximum and Record Minimum Air
Temperatures in Turkey during the period 1950-2014 and their Connections with
Atmospheric Conditions*

Ecmel ERLAT

*Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü 35100 Bornova-İzmir
ecmel.erlat@ege.edu.tr*

Murat TÜRKEŞ

*İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul
murat.turkes@boun.edu.tr*

Abstract

The study investigated both temporal variations of record maximum and minimum air temperatures and the surface and upper atmosphere synoptic climatological and meteorological conditions in years, seasons or months in which the highest number of record temperature events were observed at the 81 climatological-meteorological stations of Turkey during the 1950-2014 period. Results have shown that the frequency of record minimum air temperature events observed in Turkey decreased from the 1950s to the present time, while the frequency of maximum air temperature events increased evidently in particular with the year of 2000. Half of the record maximum air temperature events were recorded in the period of 2000-2014, along with the highest annual frequency in the years 2010, 2007 and 2008, respectively. On the other hand, annual frequency of record minimum air temperature events observed in Turkey has shown an evident decreasing trend since the mid of 1980s. Decreasing trend was most strong after the year 2005. Frequency of the record minimum air temperature events reached the highest figures in the years of 1985, 1967 and 1950, respectively. The highest values of daily maximum temperatures occurred in the year 2000, whereas the lowest values of daily minimum temperatures recorded in the year 1950. Particular anomalous patterns of the synoptic-scale surface and upper atmospheric pressure, wind and air temperatures became effective in the years in which record and record maximum and minimum air temperature events were recorded. During the years of increased frequency in the record maximum air temperatures, mostly increased and long-term

southerly (winds from all of south sector) surface and boundary layer winds, particularly the southerly warm air advections developed at the 850 hPa geopotential height level have been observed. On the other hand, northerly winds (winds from all of north sector) associated with an anticyclonic anomaly dominated over the Middle Mediterranean Basin, Balkans and West Anatolia along with relatively cold air flows associated with the weakened meridional winds at the 850 hPa standard pressure level located over the Anatolia and Mesopotamia.

Key Words: Maximum and minimum air temperatures; Record air temperatures; 20th Century Reanalysis Data; Standard atmosphere pressure level; Troposphere.

Öz

Çalışmada 1950-2014 döneminde Türkiye'deki 81 meteoroloji-klimatoloji istasyonunda 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 incelendi. Sonuçlar, Türkiye'de ölçülen rekor minimum hava sıcaklığı frekansının 1950'li yıllardan günümüze doğru azaldığını, rekor maksimum hava sıcaklığı frekansında ise bir artış olduğunu ve bu artışın özellikle 2000'li yıllarla birlikte belirginleştiğini göstermektedir. Rekor maksimum sıcaklık olaylarının yarısı 2000-2014 döneminde kaydedilmiştir. Rekor sıcaklıkların frekansının en yüksek olduğu yıllar sırasıyla, 2010, 2007 ve 2008'dir. Türkiye'de kaydedilen yıllık rekor minimum hava sıcaklığı frekansları ise, 1980'lerin ortasından beri belirgin bir azalma eğilimi göstermektedir. Azalma eğilimi, 2005 yılı sonrası daha da kuvvetlenmiştir. Rekor minimum hava sıcaklıklarının frekansı, sırasıyla 1985, 1967 ve 1950 yıllarında en yüksek sayıya ulaşmıştır. Çalışmada kullanılan 81 istasyonda en yüksek sıcaklık değerleri 2000 yılında, en düşük günlük sıcaklıklar ise 1950 yılında kaydedilmiştir. Rekor yüksek ve düşük hava sıcaklıklarının kaydedildiği yıllarda, sinoptik ölçekli belirgin yüzey ve yüksek atmosfer basınç, rüzgâr ve sıcaklık anomalisi desenleri etkili olmuştur. 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. Türkiye'de rekor minimum sıcaklıkların frekansının yüksek olduğu yıllarda ise, Orta Akdeniz Havzası, Balkanlar ve Batı Anadolu üzerinde egemen bir antisiklonik anomaliyle bağlantılı kuzey sektörlü rüzgârların yanı sıra, 850 hPa standart basınç düzeyinde Anadolu ve Mezopotamya üzerinde yerleşik zayıflayan meridional rüzgârlarla bağlantılı görece soğuk hava akımları egemen olmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Maksimum ve minimum hava sıcaklıkları; Rekor hava sıcaklıkları; 20. Yüzyıl yeniden analiz verisi; Standart atmosfer basınç düzeyi; Troposfer.

1. GİRİŞ

Küresel ortalama sıcaklıklar, aletli meteorolojik gözlemlerin başladığı 1880'li yıllardan bu yana, bölgesel farklılıklar göstermekle birlikte hem karalar hem de okyanuslar üzerinde önemli bir artış eğilimi göstermiştir. Farklı veri setlerine göre, 1880'den itibaren küresel yıllık ortalama sıcaklıklarda en sıcak 15 yılın 13'ü 2000 yılından bu yana yaşanmıştır. 20. yüzyılın özellikle son çeyreğinde daha belirgin olmak üzere küresel ortalama sıcaklıklar yanında ekstrem sıcaklıkların frekansı ve şiddetinde de önemli değişimler

gözlenmeye başlamıştır. Küresel ölçekte sıcak ekstremelerin sayısındaki artış, soğuk ekstremelerin sayısında ise bir azalış, Avrupa'nın büyük bir bölümü, Asya ve Avustralya'da ise sıcak dalgalarının frekansı artış eğilimi gözlenmektedir (IPCC, 2013; Morak vd., 2013).

Oluşturulan iklim modelleri, küresel sıcaklıklarda gözlenen artış eğilimi ve buna bağlı olarak hidrolojik döngünün hızlanması ile ilişkili olarak, 21. yüzyılda tüm dünyada ekstrem olayların frekansı veya şiddetinde artışlar öngörülmektedir (ör. Tebaldi vd., 2006; Meehl vd., 2007; Shiogama vd.,

2007; Coumou ve Rahmstorf, 2012; IPCC, 2013; Ning vd., 2015). Normalden ya da uzun süreli ortalamanın dışında gelişen ekstrem hava ve iklim koşulları özellikle insan yaşamı ve sağlığı ile ekosistem sağlığı ve biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır.

Ekstrem hava/iklim olayları yanında halkın özellikle basının daha çok ilgisini çeken ve bu nedenle daha sık gündeme gelen değerler ise bir istasyonda rasat süresi içinde kaydedilen en yüksek ve en düşük gözlemlerdir. Bu nedenle son yıllarda bazı çalışmalar, belli bir eşik değerinin geçilmesi ile ortaya çıkan ekstrem değerler yerine rekor kıran değerler üzerine odaklanmıştır. Bunlar içinde rekor maksimum ve rekor minimum hava sıcaklıkları konusundaki çalışmalar, küresel sıcaklık artışına paralel olarak rekor yüksek sıcaklıkların frekansının son yıllarda arttığını, rekor minimum sıcaklıkların frekansının ise azaldığını göstermektedir. Örneğin ABD’de 1950-2006 dönemi için yaklaşık 2000 istasyonun günlük maksimum ve minimum sıcaklıkları incelendiğinde, rekor maksimum günlük sıcaklıkların, rekor minimum sıcaklık değerlerine göre 2:1 oranında artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmanın önemli sonuçlarından bir diğeri rasat süresi uzadıkça bir istasyonda rekor sıcaklıkların kaydedilme olasılığının azalması beklenirken, ABD’de 1980’li yıllardan itibaren rekor maksimum sıcaklıkların teorik olarak beklenenden daha sık, rekor minimum sıcaklıkların ise daha az rastlanmasıdır. A1B senaryosuna göre ABD’de 21. yüzyılın ortasında rekor maksimum sıcaklıklar ile rekor minimum sıcaklıklar arasındaki oran yaklaşık 20:1 yüzyılın sonunda 50:1 ulaşması öngörülmektedir (Meehl vd., 2009). 1957-2009 döneminde Avustralya’da kaydedilen rekor maksimum ve minimum sıcaklıkların zamansal dağılımının incelendiği bir başka çalışmada, rekor yüksek sıcaklıkların rekor düşük sıcaklıklara oranının 1957-66 döneminde 0.5 ile 1 arasında değiştiğini, bu oranın 1997-2009 döneminde 2:1 yükseldiğini ortaya koymuştur. Zaman serisi analizleri maksimum sıcaklıklardaki artış eğiliminin yıllık ortalama sıcaklık artış eğilimi ile uyumlu, rekor düşük sıcaklıklarda ise beklenen artış eğiliminin altında kaldığını göstermiştir (Trewin ve Vermont, 2010). Wergen ve Krug (2010) yaptıkları istatistiki analizlerde ortalama

sıcaklıklarda gözlenen artış eğiliminin Avrupa’da 1976-2005 döneminde rekor sıcaklıkların meydana gelme oranında yaklaşık % 40’lık bir artışa yol açtığı sonucuna ulaşmışlardır. İncelenen istasyonlarda 30 yıllık dönemde yüksek sıcaklıklara ait rekorların son yıllarda toplandığı, yıllık ortalama 17 rekorun 2005 yılında 5 rekor daha ilave olarak 22’ye ulaştığı belirlenmiştir. Yaptıkları istatistiksel analizler sonucunda ortalama sıcaklıklarda doğrusal bir artışın yeni sıcaklık rekorlarının oluşma oranını önemli ölçüde etkileyeceği sonucuna ulaşmışlardır. Akdeniz Havzası’nda 20. yüzyılın ortasından itibaren 5inci ve 95inci persentil aralığında kalan ekstrem sıcaklıkların frekansının incelendiği bir başka çalışmada, soğuk ekstremelerin azaldığını, sıcak ekstrem sayılarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır. 1989-2008 döneminde sıcak ekstremelerin sayısında özellikle Orta ve Doğu Akdeniz’de ile Karadeniz’de belirgin bir artış gözlenmektedir. Çalışmada Doğu Akdeniz’de Kuzey Atlantik Salınımı Yaz İndisi’nin 95inci persentili geçen yüksek sıcaklıkların sayısı ile negatif bir korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. (Efthymiadis vd., 2011). Rowe ve Derry (2012) ABD’de 1218 istasyonun düşük ve yüksek sıcaklıklara ait rekorların analizini yaptıkları çalışmalarında, 1961-2010 döneminde ülkenin tüm bölgelerinde düşük sıcaklıklara ait rekorların önemli ve düzenli bir azalma eğilimi sergilediği sonucuna ulaşmışlardır. Bulgular, son 50 yılda küresel sıcaklık artışı ile birlikte yüksek sıcaklık rekorlarının sayısının arttığını ancak düşük sıcaklık rekorlarındaki eğilimin çok daha güçlü olduğunu göstermiştir. Christiansen (2013) kuzey yarımkürede 20 °K enleminin kuzeyinde kalan alanlarda yüksek sıcaklıklara ait rekor ve ekstremelerin yaz aylarında gözlenen artışını istatistikî olarak önemini araştırmışlardır. Sonuçlar günlük ve aylık olarak yüksek sıcaklıklara ait rekorlarında gözlenen artışın 1970’li yıllarda azaldığını sonrasında ise değişken olmakla birlikte artış eğilimini sürdürdüğünü göstermiştir. 1998, 2007 ve 2010 yıllarının yüksek sıcaklık rekorları açısından istisnai bir özellik gösterdiğini belirtmişlerdir. Kendon (2014) İngiltere’de 1910 yılından itibaren sıcaklık ve yağış rekorlarını incelediği çalışmasında, 2000 yılından itibaren yüksek sıcaklıklara ait rekorların (204) düşük

sıcaklıklara ait rekorların (20) yaklaşık 10 katına ulaştığını belirlemiştir. İngiltere’de 2000-2009 döneminde düşük sıcaklıklara ait hiçbir sıcaklık rekorunun kırılmadığı saptanmıştır.

Türkiye’de tropikal ve yaz günü gibi belli bir eşik değerinin üzerindeki gün sayıları ve sıcak dalgalara ilişkin çok sayıda çalışma bulunmasına karşılık, rekor yüksek ve düşük sıcaklıkların zaman içinde gösterdiği değişimlere ilişkin bir araştırma bulunmamaktadır. Bu durum göz önüne alınarak,

-1950-2014 döneminde 81 meteoroloji-klimatoloji istasyonunda rekor maksimum ve rekor minimum sıcaklıkların yıllık sayılarının zaman içinde gösterdiği değişimler ve eğilimler

- Rasat süresinde en yüksek ve en düşük günlük sıcaklık değerinin kaydedildiği tarihler

- Son 65 yılda rekor maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının frekansında gözlenen değişikliklerinin atmosferik nedenlerini açıklamak için yıllara ve mevsimlere ait yüzey ve üst atmosferdeki seçilmiş sinoptik klimatolojik ve meteorolojik koşullar incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Türkiye Verileri

İstatistiksel dağılıma göre nadir görülen olaylar “ekstrem” olarak tanımlanmakla birlikte, iklimbiliminde ekstrem kelimesi birçok farklı anlamda kullanılabilir. Örneğin mevsimlik ve yıllık ortalamaların çok üzerinde gerçekleşen kısa süreli bir günlük yağış veya Fujita ölçeğine göre rüzgar hızının en son kategoride yer aldığı bir hortum ekstrem olarak kabul edilmektedir. IPCC’nin ekstrem hava ve iklim olaylarına ilişkin bir özel raporunda ise, çeşitli istatistiksel dağılım fonksiyonları temel alınmakta ve genellikle normal olasılık dağılımına göre, gözlenen değer ya da olayların 10. ve 90. persentil aralığının dışında kalması [gözlenen değer < % 10 (10. persentil) ve gözlenen değer > % 90 (90. persentil)] ekstrem olarak tanımlanmaktadır (Field vd., 2012). Klimatolojik/meteorolojik rekor değerler ise, ekstrem kavramından daha farklı bir yere sahiptir. Basitçe bir zaman serisinde gözlenen en yüksek (ya da en düşük) değerleri işaret etmektedir. İstatistikte rekor değer veya rekor istatistiği rasgele

değişkenler dizisi içinde elde edilen en büyük ve en küçük değer olarak tanımlanmıştır. Rekor değerleri ve rekor zamanları, sıra istatistikleri ile yakından ilişkilidir. Eğer ortalama sıcaklıklarda ve ortalama sıcaklığın değişim katsayısında herhangi bir eğilim (trend) yoksa, her yıl için rekor kıran sıcaklıkların sayısının azalması beklenmektedir (Coumou ve Rahmstorf, 2012; Rowe ve Derry, 2012).

Bu çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) web sayfasında yer alan 81 klimatoloji ve meteoroloji istasyonunda, 1950-2014 döneminde kaydedilen sıcaklık gözlemleri kullanılmıştır (<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik>). Önce her yıl için istasyonlarda kaydedilen rekor maksimum ve minimum sıcaklıkların yıllık sayıları belirlenmiştir. Örneğin, 1971 yılı Ocak ayında 81 istasyondan 27’inde rasat süreleri içindeki en yüksek sıcaklık değeri kaydedilmiş, diğer 11 ayda ise maksimum sıcaklıklara ait rekor kaydedilmemiştir. 1971 yılında çalışmada kullanılan 81 istasyonda Mart, Temmuz ve Aralık ayında 1, Ekim ayında 4 istasyonda rasat süreleri içindeki en düşük sıcaklık değeri kaydedilmiştir. Böylece 1971 yılı rekor maksimum sıcaklık frekansı 27, rekor minimum sıcaklık frekansı 7 olarak belirlenmiştir. Çalışmada 81 istasyonda rasat süresi (1950-2014) içinde ölçülen günlük en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri ve ölçüldüğü tarih (yıl olarak) de incelenmiş, ölçülen değerlerin zaman içindeki değişimi araştırılmıştır. Örneğin Ankara’da 1950-2014 döneminde en yüksek hava sıcaklığı 27 Temmuz 2012 tarihinde 41 °C, en düşük sıcaklık 25 Ocak 1950 tarihinde -24.4 °C olarak ölçülmüştür. Ankara gibi, 1950 yılında çalışmada kullanılan 81 istasyonda daha rasat süresi içindeki en düşük sıcaklık değeri kaydedilirken, 2012 yılında 3 istasyonda en yüksek sıcaklık değeri ölçülmüştür.

2.2. NCEP/NCAR Küresel Gridli Veriler

Bu çalışmada kullanılan ikinci önemli veri kaynağı, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Okyanus ve Atmosfer Kurumu (NOAA), Yer Sistemi Araştırma Laboratuvarı (ESRL) Fiziksel Bilimler Bölümü (PSD) (kısaca, NOAA/ESRL/PSD) 20. Yüzyıl Yeniden Analiz ya da Çözümleme Sürüm 2 Veri Setinin (20.yy-

Yençöz-S2) içerdiği (http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/20thC_Rean/) hava ve iklim veri tabanı ve harita analiz olanaklarıdır.

20. Yüzyıl Yeniden Çözümleme Projesi veri setine destek, "U.S. Department of Energy, Office of Science Innovative and Novel Computational Impact on Theory and Experiment (DOE INCITE) Programı, Office of Biological and Environmental Research (BER) ve National Oceanic and Atmospheric Administration Climate Program Office" tarafından sağlanmaktadır. Veri setinin temel özelliklerine ilişkin bilgi ve değerlendirmeler, Compo vd. (2006), Compo vd. (2011), Whitaker vd. (2004) ve Saha vd. (2006)'nda bulunabilir (http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.20thC_ReanV2.Html#references).

Çalışmada, 20.yy-Yençöz-S2 veri tabanı kullanılarak, rekor maksimum ve rekor minimum sıcaklıkların en fazla kaydedildiği aylık, mevsimlik ve yıllık zaman ölçekleri ile seçilmiş 3 yıllık zaman dönemlerinde çeşitli yüzey hava ve yüksek atmosfer anomali ve birleşik ortalama anomali (kompozit) haritaları çizildi (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/plot20thc.v2.pl>). Burada geçen 'birleşik' (kompozit) kavramı, 20.yy-Yençöz-S2 veri tabanı ve konuyla ilgili başka veri setlerine ait aylık değişkenlerin, 1981-2010 dönemi uzun süreli ortalamasından (1981-2010 klimatolojisi) sapmalarının (anomali) ya da aylık ortalamalarının aylık (birkaç ya da birçok günlük, mevsimlik ve yıllık da olabilir) birleşik değerleridir. Başka bir deyişle, örneğin birleşik ortalama ve birleşik anomali, aynı değişkenin 20.yy-Yençöz-S2 veri tabanı dahil çeşitli veri kaynaklarından sağlanan verilerin ortalamalarından elde edilen ortalama ve anomalilere karşılık gelmektedir.

Bu kapsamda, çalışmada Avrupa, geniş Akdeniz Havzası, Türkiye ve Orta Doğu bölgeleri için, NOAA/ESRL/PSD 20.yy-Yençöz-S2 veri tabanına dayanarak; Türkiye'de (MGM klimatoloji ve meteoroloji istasyonları) en yüksek sayıda rekor maksimum hava sıcaklığının kaydedildiği, sırasıyla, 2010, 2008 ve 2007 yılları ile Türkiye'de en yüksek sayıda rekor minimum hava sıcaklığının kaydedildiği, sırasıyla, 1985, 1967 ve 1950 yıllarına ilişkin, aylık 500 hPa jeopotansiyel

yükseklik (ya da standart atmosfer basıncı) düzeyi (m), 850 hPa düzeyi vektörel (m/s hız ve yön) ve 850 hPa düzeyi meridyonal rüzgâr (m/s, hız) hızı, 850 hPa düzeyi ortalama hava sıcaklığı, 2 m'deki yüzey maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının (K) 1951-2010 dönemi klimatolojisine (klimatolojik normal) göre birleşik anomali verileri hesaplatıldı ve haritaları çizildi (Şekil 5, 6, 7, 8, 9, 10). Ayrıca, çalışmada temel alınan gözlem dönemi içerisinde Türkiye'deki MGM istasyonlarında en yüksek ve en düşük hava sıcaklığı değerinin kaydedildiği, sırasıyla 2000 yılı Temmuz ve 1950 yılı Ocak ve Şubat ayları için, aylık 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi (m), deniz düzeyi basıncı (DDB, Pa), 850 hPa düzeyi vektörel (m/s hız ve yön) ve 850 hPa düzeyi meridyonal rüzgârlar (m/s, hız), 850 hPa düzeyi hava sıcaklığı (K) ve 2 m'deki yüzey maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının 1951-2010 dönemi klimatolojik normaline göre birleşik anomali verileri hesaplatıldı ve haritaları çizildi (Şekil 11, 12, 13, 14).

3. Türkiye'de Rekor Maksimum ve Minimum Hava Sıcaklıklarının Frekanslarında Gözlenen Zamansal Değişmeler

Türkiye'de 81 istasyonda her yıl için kaydedilen en yüksek ve en düşük sıcaklıkların zaman içindeki dağılımı incelendiğinde, ölçülen rekor minimum sıcaklıkların frekansının 1950'li yıllardan günümüze doğru azalırken, rekor maksimum sıcaklıkların frekansının arttığı görülür. 2000 yılından bu yana maksimum sıcaklıklara ait rekorların yaklaşık % 49'u, minimum sıcaklıklara ait olan rekorların % 12'si gerçekleşmiştir. Diğer bir anlatımla 2000 yılından 2014 yılına kadar dönemde maksimum sıcaklıklara ait rekorların sayısı (475), minimum sıcaklıklara ait rekorların (119) yaklaşık 4 katına ulaşmıştır.

3.1. Rekor maksimum hava sıcaklıklarının frekanslarında gözlenen değişmeler

Türkiye'de 1950-2014 yılları arasında 81 istasyonda kaydedilen rekor maksimum sıcaklıkların yıllık frekansının yıllar arası değişimi incelendiğinde, rekor maksimum sıcaklıkların 2000'li yılların başından itibaren belirgin bir şekilde yükseldiği gözlenir (Şekil 1). Rekor

maksimum sıcaklıkların yıllık frekansının en fazla olduğu dönem 2000-2014 yılları arasındadır. Son 65 yıl içinde istasyonlarda rekor maksimum sıcaklıkların yaklaşık yarısı (% 49'u) bu son 15 yılda kaydedildiği görülür. Rekor maksimum sıcaklıkların sayılarında 2000'li yılların başından bu yana gözlenen artış eğiliminin en kuvvetli olduğu dönem yaz mevsimidir. 2000-2014 yılları arasında 81 istasyonda rekor maksimum sıcaklıkların % 63'ü yaz mevsiminde kaydedilmiştir. Bu durum Türkiye'de 2000'li yıllardan itibaren rekor maksimum sıcaklıklara yol açan sıcak hava dalgalarının frekansındaki artışa işaret etmektedir. Bunu % 52 ile kış ve % 48 ile ilkbahar mevsimi izlemektedir.

5 yıllık dönemler şeklinde incelendiğinde, Türkiye'de rekor maksimum sıcaklıkların yıllık sayılarının 2010-2014 döneminde belirgin şekilde arttığı görülür (Şekil 2). Söz konusu dönem içinde sıcak rekorların yıllık sayısı, soğuk rekorların yıllık sayılarının 20 katına ulaşmıştır. Türkiye'de rekor maksimum sıcaklıkların frekansının arttığı bir diğer dönem, 2005-2009 yılları arasındadır. Bu dönem içinde yüksek sıcaklık rekorlarının oranı soğuk rekorların 6.6 katına ulaşmıştır. Buna karşılık Türkiye'de rekor maksimum sıcaklıkların frekansının en az olduğu dönem 1980 ile 1984 yılları arasındaki dönemdir. Bu 5 yıllık dönemde 81 istasyonda sadece 16 maksimum sıcaklık rekoru kaydedilmiştir. 1951, 1964, 1967 ve 1985 yıllarında ise Türkiye'de yer alan 81 istasyonda maksimum sıcaklıklara ait hiçbir rekor değer kaydedilmemiştir.

Son 65 yıl içinde rekor maksimum sıcaklıklar açısından en dikkat çekici yıl 2010'dur. Kış mevsiminde incelenen istasyonların büyük bir çoğunluğunda rasat süreleri içindeki en yüksek sıcaklık değerleri ölçülmüş, sadece Aralık ayında 81 istasyonun 47'sinde rekor maksimum sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. 2008 ve 2007 yılları ülkede rekor maksimum sıcaklıklar açısından dikkat çekicidir. 2008 yılının Nisan ayında 41, Mart ayında ise 23 istasyonda son 65 yılın en yüksek sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Yaz mevsiminde etkili olan sıcak dalgası ise 2007 yılında incelenen 81 istasyonun 60'unda en yüksek hava sıcaklığı değerlerinin ölçülmesine yol açmıştır.

3.2. Rekor minimum hava sıcaklıklarının frekanslarında gözlenen değişimler

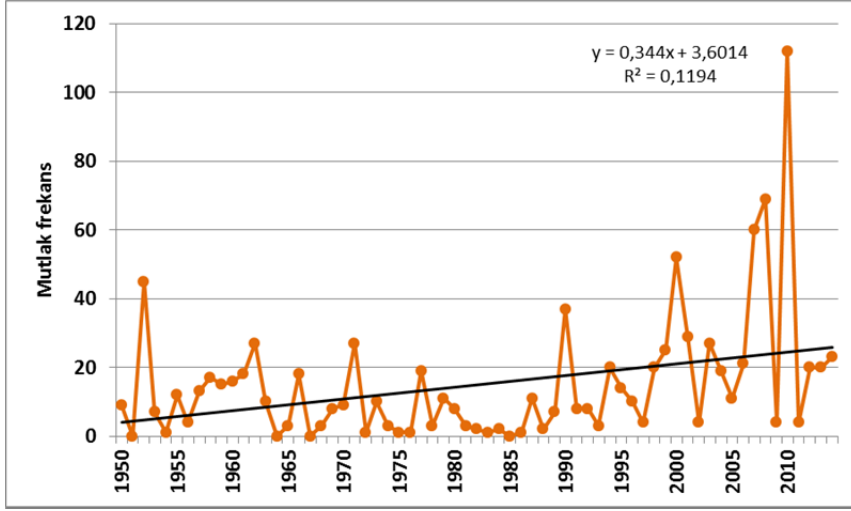
Türkiye'de istasyonlarda kaydedilen rekor minimum sıcaklık sayılarının yıllararası değişimi daha düzensiz (değişkenlik yüksek) bir özellik göstermekte; rekor minimum sıcaklıkların yıllık sayıları 1960 ve 1980'li yılların ortalarında artarken, 1968-1983 ve 2005-2014 dönemlerinde azaldığı gözlenmektedir (Şekil 3). Rekor minimum sıcaklıkların sayılarında en belirgin değişim yaz mevsiminde yaşanmıştır. Yaz mevsiminde rekor minimum sıcaklıkların % 50'sinden fazlası 1970 öncesi kaydedilirken, 2000 yılından itibaren minimum sıcaklık rekorlarının sayıları hızla azalmış, 2000-2014 döneminde 81 istasyonda sadece 9 minimum sıcaklık rekoru kaydedilmiş, maksimum sıcaklıklara ait rekorların sayısı minimum sıcaklık rekorlarının 27 katına çıkmıştır. Benzer şekilde kış mevsiminde de 1970 öncesinde rekor minimum sıcaklıkların yaklaşık % 50'si kaydedilirken, 2000'li yıllardan itibaren kış mevsiminde rekor minimum sıcaklıkların sayısı hızla azalmıştır.

5 yıllık dönemler şeklinde incelendiğinde, düşük sıcaklıklara ait rekorların frekansının arttığı üç dönem ayırt edilir (Şekil 2). Bunlardan ilki 1965-1969'dur. Söz konusu 5 yıllık dönem içinde Türkiye'de en düşük sıcaklıkların yaklaşık % 15'i kaydedilmiştir. Rekor minimum sıcaklıkların frekansının arttığı bir diğer dönem 1985-1989'dur. Özellikle ilkbahar mevsiminde olmak üzere son 65 yıldaki rekor düşük hava sıcaklıklarının yaklaşık % 14'ü 1985-1989 yılları arasında gözlenmiştir. Türkiye'de rekor minimum sıcaklıkların frekansının yüksek olduğu bir başka dönem 1950-1954 yılları arasındadır. 1950'li yılların ilk yarısında ağırlıklı kış mevsimi olmak üzere 81 istasyonda toplam 130 rekorun kaydedilmiştir. Türkiye'de rekor minimum hava sıcaklıklarının yıllık sayılarının en az olduğu dönem ise 2010-2014'dür. Bu dönemi içinde 2010 yılında Türkiye'de istasyonda minimum sıcaklıklara ait hiçbir rekor değer kaydedilmediği gözlenir.

MGM'nin çalışmada kullanılan klimatoloji ve meteoroloji istasyonlarında en yüksek sayıda rekor minimum sıcaklığın gözleendiği yıl 1985'dir. Söz konusu yılın ilkbahar ayında etkili olan bir soğuk hava dalgası sadece Mart ayında 81 istasyonun

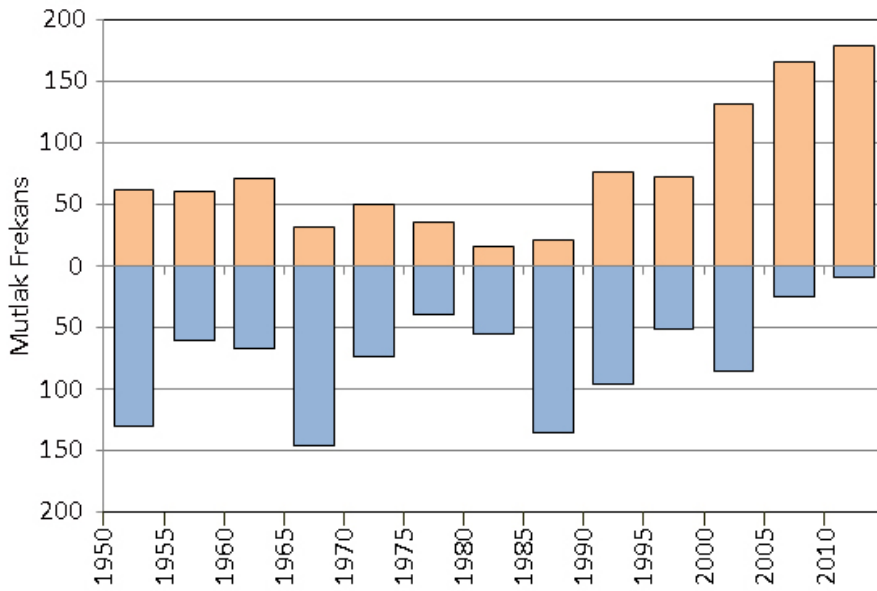
54'ünde bu aya ait rasat süresi içindeki en düşük hava sıcaklıklarının kaydedilmesine yol açmıştır. Rekor minimum hava sıcaklıklarının frekansının yüksek olduğu bir diğer yıl 1967'dir. 1967 yılının yaz mevsiminde kaydedilen rekor minimum sıcaklıkların frekansı artış göstermiş ve Haziran

ayında 30 istasyonda rasat süreleri içinde ait en düşük sıcaklık değeri ölçülmüştür. Türkiye'nin en sert kış mevsimini yaşadığı yıllardan bir olan 1950 yılının Ocak ve Şubat aylarında 42 istasyonda son 65 yılın en düşük sıcaklıkları kaydedilmiştir.



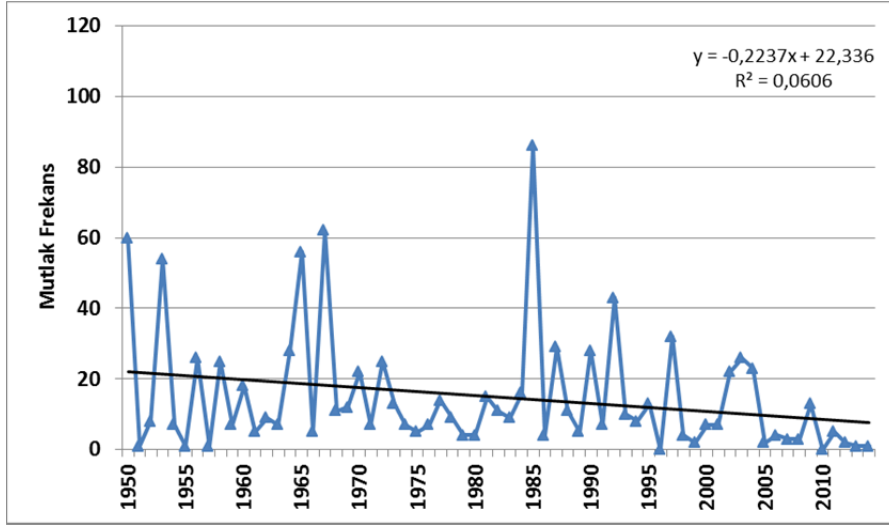
Şekil 1: 1950-2014 döneminde Türkiye'deki 81 istasyonda rekor maksimum hava sıcaklığı olaylarının yıllık sayılarında gözlenen değişim ve doğrusal trendi.

Figure 1: Observed variations and linear trend in annual numbers of record maximum air temperature events observed at the 81 stations of Turkey during the period 1950-2014.



Şekil 2: 1950-2014 döneminde Türkiye'deki 81 istasyonda gözlenen rekor maksimum ve rekor minimum hava sıcaklığı olaylarının yıllık sayılarının pentadlara göre değişimi.

Figure 2. Temporal variations of the annual numbers of the record maximum and minimum air temperature events by pentads, which were observed at the 81 stations of Turkey during the period 1950-2014.



Şekil 3: 1950-2014 döneminde Türkiye’deki 81 istasyonda rekor minimum hava sıcaklığı olaylarının yıllık sayılarında gözlenen değişim ve doğrusal trendi.

Figure 3: Observed variations and linear trend in annual numbers of record minimum air temperature events observed at the 81 stations of Turkey during the period 1950-2014

3.3. En Yüksek ve En Düşük Hava Sıcaklığı Değerlerinin Ölçüldüğü Yılların Zamansal Değişimi

Sıcaklık rekorlarının alansal ve zamansal dağılımını sıcak ve soğuk hava dalgalarının şiddeti ve uzunluğu belirlemektedir. Sıcak ve soğuk hava dalgaları geniş alanları etkileyen, bir haftadan bir aya kadar uzayan sürelerde etkili oldukları için, aynı tarihlerde birçok istasyonda rasat süreleri içindeki en yüksek ve en düşük sıcaklıklar kaydedilmektedir. Kaydedilen en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri, sıcak/soğuk dalgalarının frekansından çok, sıcak/soğuk dalgalarının şiddeti konusunda bilgi vermektedir.

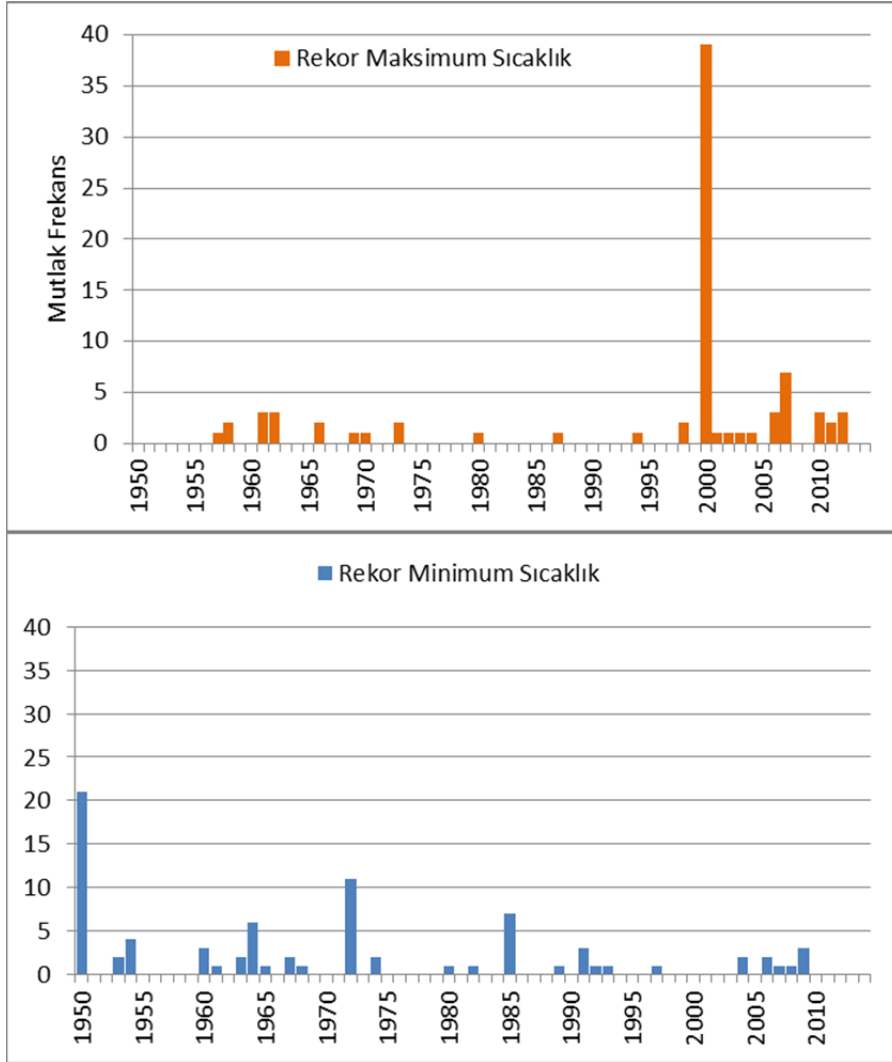
Türkiye’de çalışmada kullanılan 81 istasyonda rasat süresi içinde bir kez ölçülen en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinin kaydedildiği tarihler ve ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde, en yüksek sıcaklıkların 2000’li yıllardan sonra, en düşük hava sıcaklıklarının ise ağırlıklı olarak 1975 öncesinde ölçüldüğü görülür (Şekil 4).

Türkiye’de incelenen 81 istasyondan 39’unda en yüksek günlük maksimum sıcaklık değeri 2000 yılında kayıtlara geçmiştir. 2000 yılı Temmuz ayında 500 hPa standart basınç düzeyinde Rusya ve Anadolu’nun doğusunda antisiklonik anomali dolaşımı deseninin egemen olduğu buna bağlı

olarak Türkiye üzerine doğru sıcak/nemli bir hava kütesinin geldiği gözlenir. Hem 850 hPa düzeyi ortalama hava sıcaklığı hem de yüzey maksimum hava sıcaklığı anomali desenleri açısından kuvvetli pozitif hava sıcaklığı anomali merkezlerinin en kuvvetlisi ve en geniş alanlı olanının tam Türkiye üzerinde yer alması, hava sıcaklıklarının birçok istasyonda 40 °C’nin üzerine çıkmasına yol açmıştır. Örneğin 30 Temmuz 2000 tarihinde Şanlıurfa’da günlük maksimum hava sıcaklığı 46.8 °C, Adıyaman’da 45.3 °C, 12 Temmuz 2000’de Antalya’da 45°C, 13 Temmuz 2000 tarihinde Yalova’da 45.4 °C olarak ölçülmüştür. Sıcak hava dalgasına bağlı olarak Türkiye’de birçok istasyonda en yüksek sıcaklık değerlerinin ölçüldüğü bir diğer yıl 2007’dir. Edirne, Çanakkale, Manisa, Muğla, Denizli ve Kahramanmaraş istasyonlarında son 65 yılın en yüksek hava sıcaklıkları ölçülmüş, değerler 25 Temmuz 2007 tarihinde Manisa’da 45.5 °C, Edirne’de 44.1°C, 30 Temmuz 2007 tarihinde Kahramanmaraş’ta 45.2 °C’ye yükselmiştir. 2007 Temmuz ayında yaşanan ve rekor yüksek sıcaklıkların kaydedilmesine yol açan sıcak dalgasının yalnız Türkiye ile sınırlı kalmadığı, Ege Denizi ve Balkanları kaplayan geniş bir alanda etkili olduğu görülür. Örneğin 26 Haziran 2007 tarihinde Atina’da ölçülen günlük maksimum sıcaklık 46.2 °C, Yunanistan’ın kuzeyinde yer alan

Serres'de 44.6 °C'ye yükselmiştir (Balafoutis, 2007). 2010, 2011 ve 2012, istasyonlarda ölçülen sıcaklıkların en yüksek değerini aldığı diğer yıllardır. Türkiye'de 2000'li yıllardan sonra rekor

sıcaklıkların frekansı yanında ölçülen değerlerde de gözlenen yükselme eğilimi, sıcak dalgalarının frekansı yanında şiddetindeki artışa da işaret etmektedir.



Şekil 4: Türkiye istasyonlarında 1950-2014 döneminde rekor maksimum ve minimum hava sıcaklığı değerlerinin ölçüldüğü yıllar ve frekansları.

Figure 4: Years and frequencies of the record maximum and minimum air temperatures measured at the stations of Turkey during the period 1950-2014.

Türkiye'de en düşük günlük hava sıcaklıklarının ölçüldüğü tarihler incelendiğinde, 1985 yılı hariç değerlerin 1950-1975 aralığında kümelendiği görülür. Çalışmada kullanılan 81 istasyonun gözlemlerine göre en düşük hava sıcaklıkları birçok istasyonda 1950 yılında ölçülmüştür. Söz

konusu yılın Ocak ve Şubat aylarında, 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyinde gözlenen ve Avrupa Rusya'sı, Karadeniz ve Hazar Denizi havzaları, Türkiye, Kafkaslar, İran ve Mezopotamya bölgelerini kapsayan geniş alanlı bir siklonik anomalinin birleşimi sonucu oluşan

kuvvetlenmiş ve uzun süreli kuzeyli soğuk hava akımlarının etkisi ile 21 istasyonda en düşük sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Örneğin 27 Ocak 1950 tarihinde Kars'ta hava sıcaklığı -36.7 °C, 6 Şubat 1950 tarihinde -34.9 °C, Erzincan'da 14 Ocak 1950 tarihinde -32.5 °C olarak ölçülmüştür. En düşük sıcaklık değerlerinin kaydedildiği bir başka yıl 1972'dir. Ocak ayında etkili olan soğuk hava dalgası sırasında 11 istasyonda son 65 yılın en düşük sıcaklık değeri kaydedilmiş, 20 Ocak 1972 tarihinde Ağrı'da hava sıcaklığı -45.6 °C, Ardahan'da 21 Ocak'ta -39.8 °C ve Bayburt'ta -31.3 °C'ye düşmüştür. Türkiye'de 1985 yılının Şubat ayında etkili olan soğuk hava dalgası Sinop, Bartın, Yalova, Çorum, Gümüşhane, Niğde ve Mardin gibi istasyonlarda en düşük hava sıcaklıklarının ölçülmesine yol açmış, hava sıcaklıkları Çorum'da 23 Şubat 1985 gün en düşük hava sıcaklığı -27.2 °C, Gümüşhane'de -25.7 °C'ye kadar düşmüştür.

4. Türkiye'de Gözlenen Başlıca Rekor Maksimum ve Minimum Hava Sıcaklıklarının Yüze ve Yüksek Atmosfer Koşullarıyla Açıklanması

Türkiye'de 81 istasyonda 1950-2014 döneminde en yüksek sayıda rekor maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının gözleendiği yıllara ait yüze ve yüksek atmosfer koşulları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Türkiye ve bölgesinde hava ve iklimin en önemli denetçileri durumundaki başlıca sinoptik ve yarım küresel ölçekli hava sistemlerinin rolü göz önüne alınarak, yapılan sinoptik klimatolojik ve meteorolojik değerlendirmelerde Avrupa ve Akdeniz Havzası ölçeğinde çalışılmıştır.

Türkiye ve bölgesindeki uzun süreli ortalamadan çok daha sıcak hava koşulları ve sıcak hava dalgalarının oluşumlarını denetleyen atmosfer koşulları, çoğunlukla kuvvetlenmiş ve uzun dönemli güney sektörlü (güney, güneydoğu ve güney-batılı) yüze ve sınır katmanı rüzgârları ile asıl olarak 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyinde gelişen genel olarak güney sektörlü sıcak hava adveksiyonları ile bağlantılıdır. Özellikle Haziran'dan Eylül sonuna kadar gözlenen normalden çok daha sıcak hava koşullarını ve sıcak hava dalgalarının oluşumunu denetleyen bu atmosfer dolaşımı deseni, yüksek

atmosferdeki, örneğin orta troposferi temsil eden 700 hPa ve 500 hPa düzeylerinde Batı Avrupa ve Batı Akdeniz üzerinde gelişen derin bir siklonik anomali ile Doğu Akdeniz, Balkanlar, Türkiye, Doğu Avrupa ve Avrupa Rusya'sı üzerinde oluşan kuvvetli bir antisiklonik anomalinin birleşiminden oluşan belirgin bir birleşik anomali deseni tarafından desteklenir (Altan ve Türkeş, 2014; Kuglitsch vd., 2010; Türkeş, 2010; Erlat ve Türkeş, 2013; Türkeş ve Altan, 2012, vb.).

Öte yandan, Türkiye ve bölgesindeki normalden çok daha soğuk hava koşulları ve soğuk hava baskınlarının oluşumlarını denetleyen atmosfer koşulları ise, normalden daha sıcak hava koşullarının oluşumlarının tam tersi yüze ve yüksek atmosfer koşullarıyla bağlantılı olarak ortaya çıkar. Normalden çok daha soğuk hava koşulları ve soğuk hava baskınlarının oluşumları, genellikle yılın sonbahar ortasından ilkbahar ortasına kadar uzanan dönemde çoğunlukla kuvvetlenmiş ve uzun süreli kuzey sektörlü (kuzey, kuzeybatı ve kuzeydoğu) yüze ve sınır katmanı rüzgârları ile 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyinde gelişen kuzey sektörlü soğuk hava adveksiyonları ile bağlantılıdır (Türkeş, 2010). Normalden çok daha soğuk uzun dönemli hava koşullarını ve soğuk hava baskınlarının oluşumunu denetleyen bu atmosfer dolaşımı deseni, orta troposferi temsil eden 700 hPa ve 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeylerinde Batı Avrupa ve Batı Akdeniz üzerinde gelişen kuvvetli bir antisiklonik anomali ile Doğu Akdeniz, Balkanlar, Türkiye, Doğu Avrupa ve Avrupa Rusya'sı üzerinde gelişen kuvvetli bir siklonik anomalinin birleşiminden oluşan belirgin bir birleşik kuzeyli anomali deseni (hava tipi) tarafından desteklenir (Türkeş, 1987; Türkeş ve Erlat, 2008, 2009; vb.). Bazı yıllarda, Türkiye ve bölgesi üzerinde yine kuvvetlenmiş ve uzun süreli kuzeyli hava dolaşımı desenleri egemen olmakla birlikte, siklonik anomali Kuzey Avrupa ve İskandinavya yoluyla kuzeydoğu Atlantik'ten Hazar Havzası'na kadar çok geniş bir alanda etkili olurken, antisiklonik anomali onun güney ve güneybatısında Orta Akdeniz, Balkanlar ve Batı Anadolu üzerinde etkili olabilir.

4.1. 2010, 2008 ve 2007 Yıllarında Kaydedilen Rekor Maksimum Sıcaklıkların Atmosferik Nedenleri

Türkiye’de 81 istasyonda yıllık en fazla rekor maksimum sıcaklık sayısının gözleendiği, 2010, 2008 ve 2007 yıllarına karşılık gelen 1981-2010 klimatolojisine göre 3 yıllık yüzey ve yüksek atmosfer birleşik (kompozit) anomalilerinin Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılışı desenleri incelendiğinde, kaydedilen en yüksek sayıdaki maksimum hava sıcaklığı rekorlarının oluşumunda, aşağıdaki geniş alanlı ya da sinoptik ölçekli yüzey ve yüksek atmosfer basınç, rüzgâr ve sıcaklık anomalilerinin etkili olduğu görülür (Şekil 5):

(1) Birleşik 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi kontur (eş yükselti) anomalisi (m) haritasında, Batı Avrupa ve Batı Akdeniz üzerindeki derin bir siklonik anomali ile Kuzeydoğu Afrika, Doğu Akdeniz, Balkanlar, Türkiye, Doğu Avrupa ve Rusya üzerindeki kuvvetli bir antisiklonik anomalinin birleşiminden oluşan belirgin bir birleşik anomali deseni ve orta troposfer düzeyinde (ortalama yükseltisi yaklaşık 5000-5500 m arasında) oluşan bu desenin denetiminde Afrika’dan Türkiye’ye doğru gelişen kuvvetlenmiş bir güney-batılı sıcak hava dolaşımı (Şekil 5a);

(2) 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi vektörel rüzgâr anomalisi (m/s, rüzgâr hızı ve yönü) haritasında; Kuzeydoğu Afrika ve Orta Akdeniz’den Türkiye üzerine doğru gelişmiş bir kuvvetlenmiş güneyli rüzgâr anomalisi ve belirgin bir sıcak adveksiyon alanından oluşmuş birleşik bir güneyli rüzgâr anomalisi deseni (Şekil 5b);

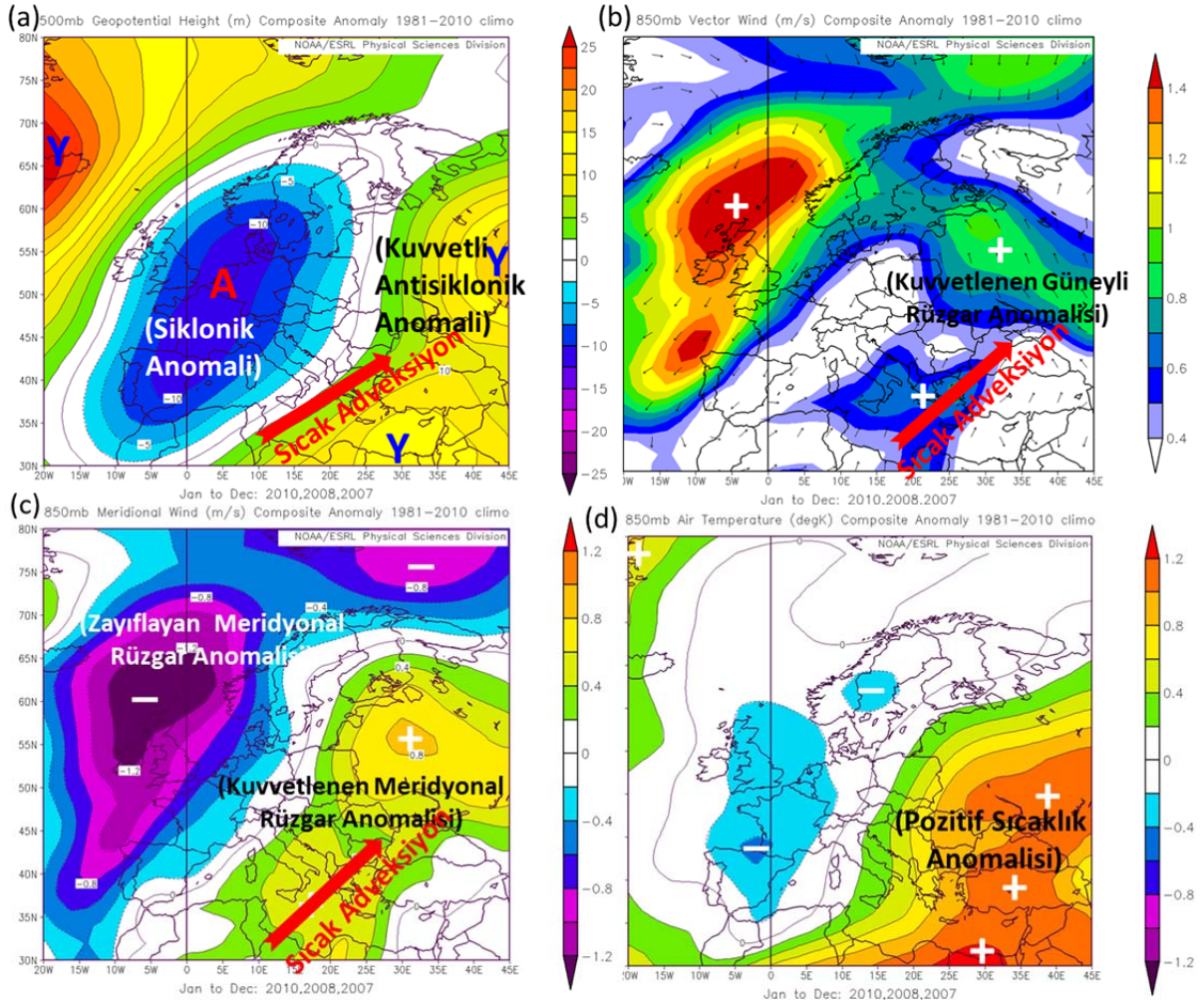
(3) 850 hPa düzeyi meridional rüzgâr anomalisi (m/s, hız) haritasında, merkezi Rusya üzerinde olan kuvvetlenmiş bir meridional rüzgâr anomalisiyle bağlantılı belirgin bir sıcak adveksiyon alanı (Şekil 5c);

(4) Yukarıdaki maddelerde tanımlanan yüzey ve yüksek atmosfer anomali desenlerinin denetiminde gelişmiş olan, Kuzeydoğu Afrika, Doğu Akdeniz ve Mezopotamya üzerinden Türkiye ve Rusya üzerine doğru uzanan, normalden daha sıcak

atmosfer koşullarının egemen olduğu bir 850 hPa düzeyi pozitif hava sıcaklığı anomalisi (K) alanı (Şekil 5d) ve

(5) Bölgesel olarak da, Türkiye ve kuzey Mezopotamya ile Rusya’nın Karadeniz’in kuzeyinde ve doğusunda kalan bölgelerinde daha kuvvetli olmak üzere, Kuzey Afrika ve Mezopotamya’dan Rusya’nın kuzeydoğusuna kadar geniş bir alanda, normalden daha sıcak yüzey maksimum hava sıcaklığı anomalilerinin (K) egemen olduğu bir pozitif sıcaklık anomali deseni (Şekil 6).

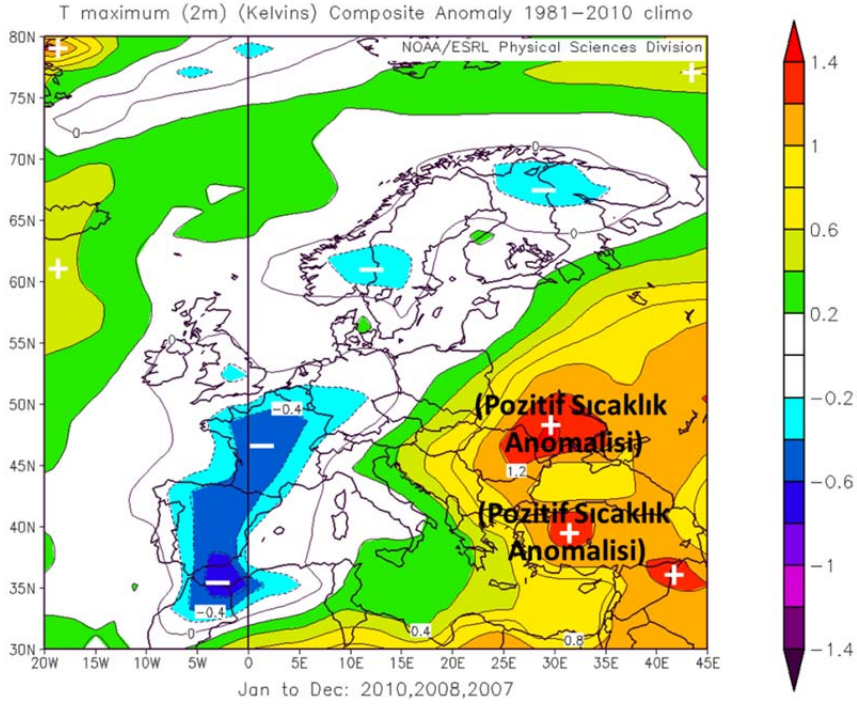
Türkiye istasyonlarında en yüksek sayıda rekor maksimum hava sıcaklıklarının gözleendiği, sırasıyla 2010 kış, 2008 ilkbahar ve 2007 yaz mevsimlerindeki normalden daha yüksek maksimum hava sıcaklıkları ise, diğer yüzey ve yüksek atmosfer anomali desenlerine ek olarak (burada verilmedi), çoğunlukla Kuzeydoğu Afrika’dan Doğu Akdeniz, Türkiye ve Balkanlar üzerinden Karadeniz’in kuzey ve kuzeydoğusuna kadar geniş bir alanda etkili olan 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi ortalama hava sıcaklıklarında ortaya çıkan kuvvetli pozitif sıcaklık anomalileri ile bağlantılıdır (Şekil 7). Bu anomali dağılışı desenine göre, Türkiye’de kaydedilen rekor maksimum hava sıcaklıklarının en yüksek sayıda olduğu 3 mevsimden, sırasıyla, 2010 kışındaki rekorlar, Türkiye ve Karadeniz üzerindeki (Şekil 7a); 2008 ilkbaharındaki rekorlar, Türkiye ve Hazar Havzası üzerindeki (Şekil 7b) ve son olarak 2007 yaz mevsimindeki rekorlar, merkezi Balkanlar üzerinde yerleşik kuvvetli pozitif sıcaklık anomalisi (Şekil 7c) desenlerinin varlığı ve etkisiyle açıklanabilir.



Şekil 5: Türkiye’de çalışmada kullanılan MGM’nin klimatoloji ve meteoroloji istasyonlarında en yüksek sayıda rekor maksimum hava sıcaklıklarının gözleendiği, sırasıyla 2010, 2008 ve 2007 yıllarına karşılık gelen 1981-2010 klimatolojisine göre 3 yıllık yüzey ve yüksek atmosfer birleşik anomalilerinin Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılış desenleri: (a) 500 hPa jeopotansiyel yükseklik anomalisi (m); (b) 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi vektörel rüzgâr anomalisi (m/s, rüzgâr hızı ve yönü); (c) 850 hPa düzeyi meridiyonal rüzgâr anomalisi (m/s, hız) ve (d) 850 hPa düzeyi hava sıcaklığı anomalisi (K)

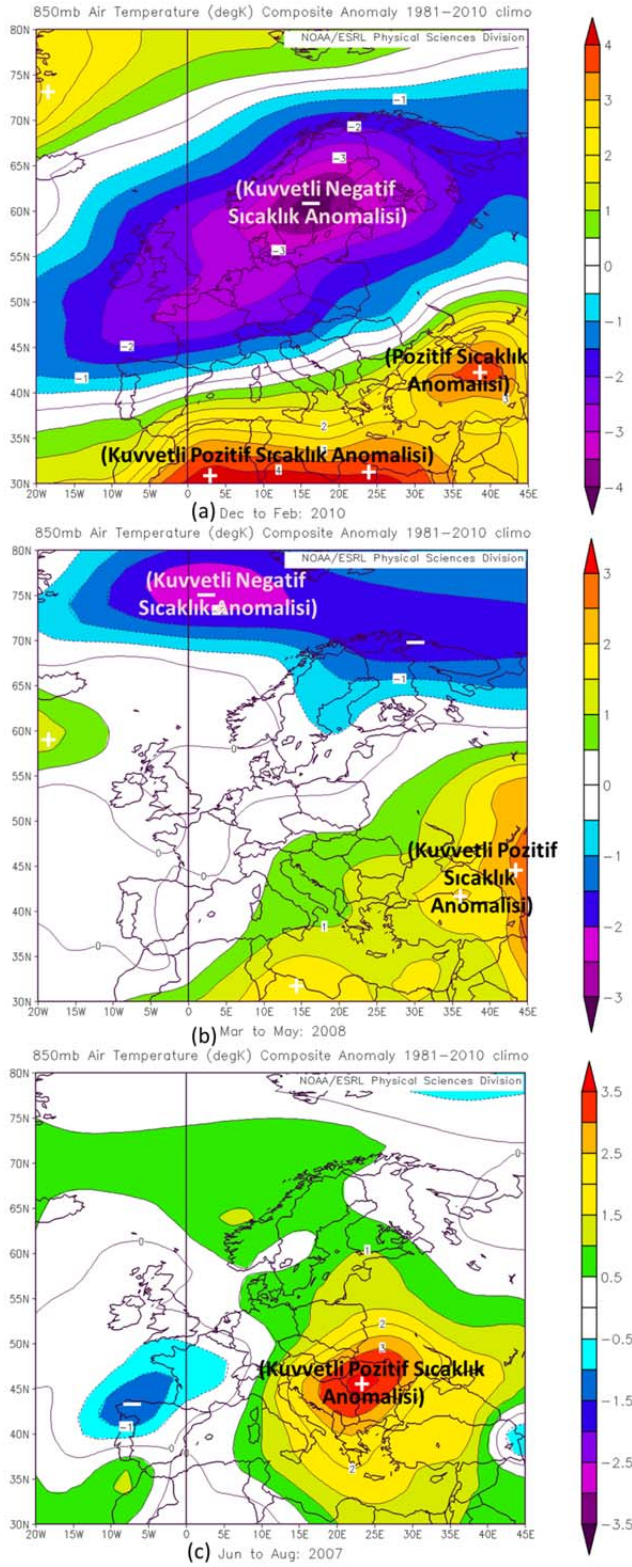
Figure 5: Geographic distribution patterns of the three-year surface and upper atmospheric composite anomalies from the 1981-2010 climatology over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the years of 2010, 2008 and 2007, in which the highest number of record maximum air temperatures were observed at the climatological and meteorological stations of Turkey used in the study, respectively: (a) 500 hPa geopotential height composite anomaly (m); (b) 850 hPa geopotential height level vector wind anomaly (m/s, wind speed and wind direction); (c) 850 hPa level meridional wind anomaly (m/s), and (d) 850 hPa level air temperature anomaly (in K).

Observed Changes in the Frequencies of Record Maximum and Record Minimum Air Temperatures in Turkey during the period 1950-2014 and their Connections with Atmospheric Conditions



Şekil 6: Türkiye’de en yüksek sayıda rekor maksimum hava sıcaklıklarının gözleendiği, sırasıyla 2010, 2008 ve 2007 yıllarına karşılık gelen 3 yıllık yüzey (2 m) maksimum hava sıcaklıklarının 1981-2010 klimatolojisine göre birleşik anomalilerinin (K) Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılışı deseni.

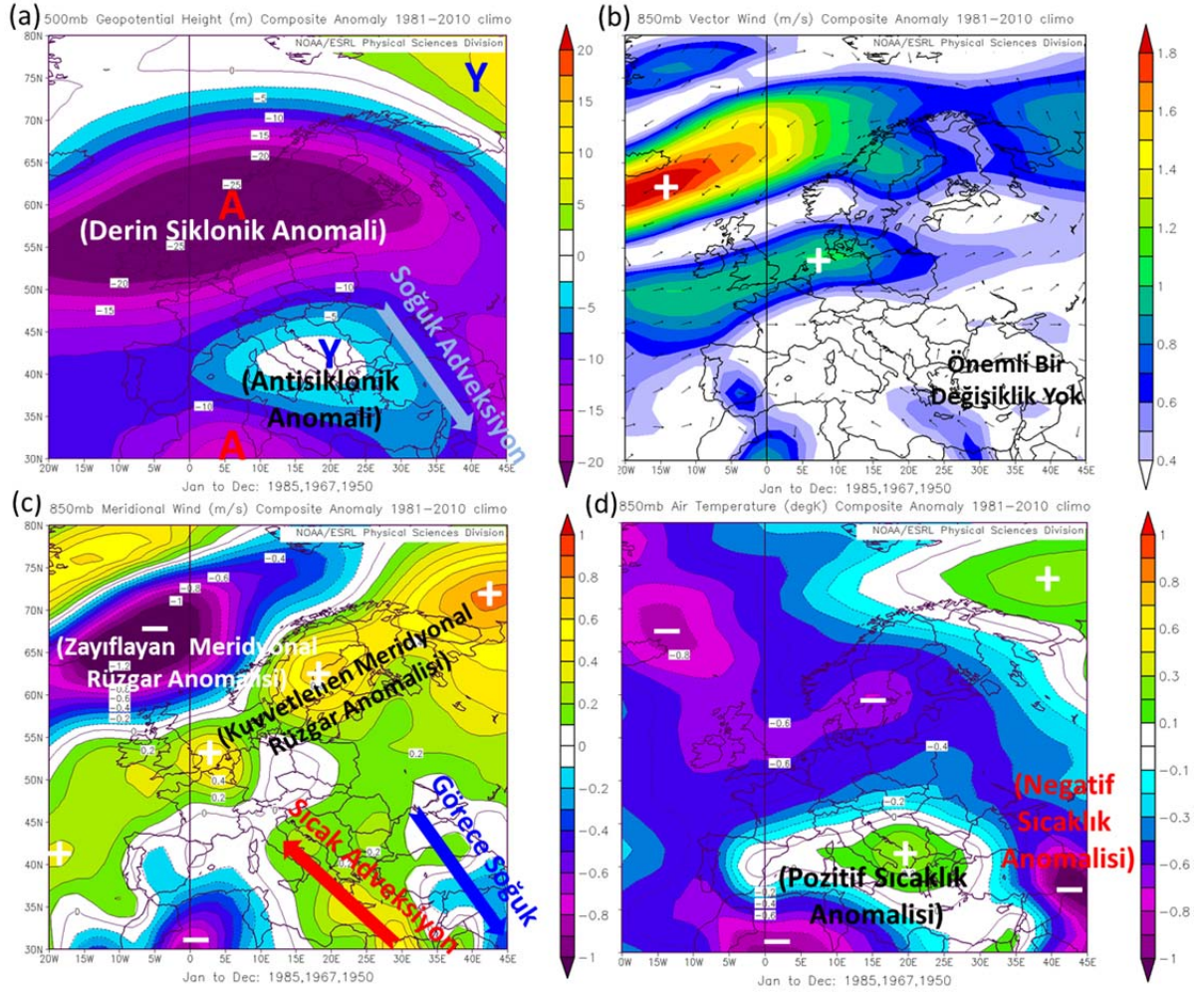
Figure 6: Geographic distribution pattern of the three-year composite anomalies (in K) from the 1981-2010 climatology of the surface (at 2 m) maximum air temperatures over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the years of 2010, 2008 and 2007, in which the highest number of record maximum air temperatures observed at the climatological and meteorological stations of Turkey used in the study, respectively.



Şekil 7: Türkiye istasyonlarında en yüksek sayıda rekor maksimum hava sıcaklıklarının gözleendiği, sırasıyla (a) 2010 kış, (b) 2008 ilkbahar ve (c) 2007 yaz mevsimlerine karşılık gelen 850 hPa düzeyi ortalama hava sıcaklıklarının 1981-2010 klimatolojisine göre mevsimlik birleşik anomalilerinin (K) Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılışı deseni.

Figure 7: Geographic distribution pattern of the seasonal composite anomalies (in K) from the 1981-2010 climatology of the 850 hPa level mean air temperatures over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the seasons of (a) 2010 winter, (b) 2008 spring and (c) 2007 summer, in which the highest number of record maximum air temperatures observed at the stations of Turkey, respectively.

Observed Changes in the Frequencies of Record Maximum and Record Minimum Air Temperatures in Turkey during the period 1950-2014 and their Connections with Atmospheric Conditions



Şekil 8: Rekor minimum hava sıcaklıklarının Türkiye istasyonlarında en yüksek sayıda gözleendiği, sırasıyla 1985, 1967 ve 1950 yıllarına karşılık gelen, 1981-2010 klimatolojisine göre 3 yıllık yüzey ve yüksek atmosfer birleşik anomalilerinin Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılış desenleri: (a) 500 hPa jeopotansiyel yükseklik anomali (m); (b) 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi vektörel rüzgâr anomali (m/s, rüzgâr hızı ve yönü); (c) 850 hPa düzeyi meridional rüzgâr anomali (m/s, hız) ve (d) 850 hPa düzeyi hava sıcaklığı anomali (K)

Figure 8: Geographic distribution patterns of the three-year surface and upper atmospheric composite anomalies from the 1981-2010 climatology over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the years of 1985, 1967 and 1950, in which the highest number of record minimum air temperatures were observed at the stations of Turkey, respectively: (a) 500 hPa geopotential height anomaly (m); (b) 850 hPa geopotential height level vector wind anomaly (m/s, wind speed and wind direction); (c) 850 hPa level meridional wind anomaly (m/s), and (d) 850 hPa level air temperature anomaly (in K).

4.2. 1985, 1967 ve 1950 Yıllarında Kaydedilen Rekor Minimum Sıcaklıkların Atmosferik Nedenleri

Çalışmada kullanılan MGM istasyonlarında en yüksek sayıda rekor minimum hava sıcaklıklarının gözleendiği, sırasıyla 1985, 1967 ve 1950 yıllarına

karşılık gelen 3 yıllık yüzey ve yüksek atmosfer birleşik anomalilerinin, maksimum hava sıcaklığı rekorlarında yapıldığı şekilde coğrafi dağılış desenleri incelendiğinde, minimum hava sıcaklığı rekorlarının belirmesinde aşağıda özetle açıklanan geniş alanlı ya da sinoptik ölçekli yüzey ve yüksek

atmosfer basınç, rüzgâr ve sıcaklık anomalilerinin etkili olduğu görülür (Şekil 8 ve Şekil 9):

(1) Birleşik 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi anomali (m) haritasında, İskandinavya ve Kuzey Avrupa yoluyla kuzey Atlantik'ten Hazar Havzası'na kadar çok geniş bir alanda etkili olan derin bir siklonik anomali ile Orta Akdeniz, Balkanlar ve Batı Anadolu üzerinde yerleşik bir antisiklonik anomali deseninin birlikte oluşturduğu kuzeyli dolaşımın denetiminde Türkiye ve bölgesi üzerinde egemen olan bir soğuk adveksiyon alanı (Şekil 8a).

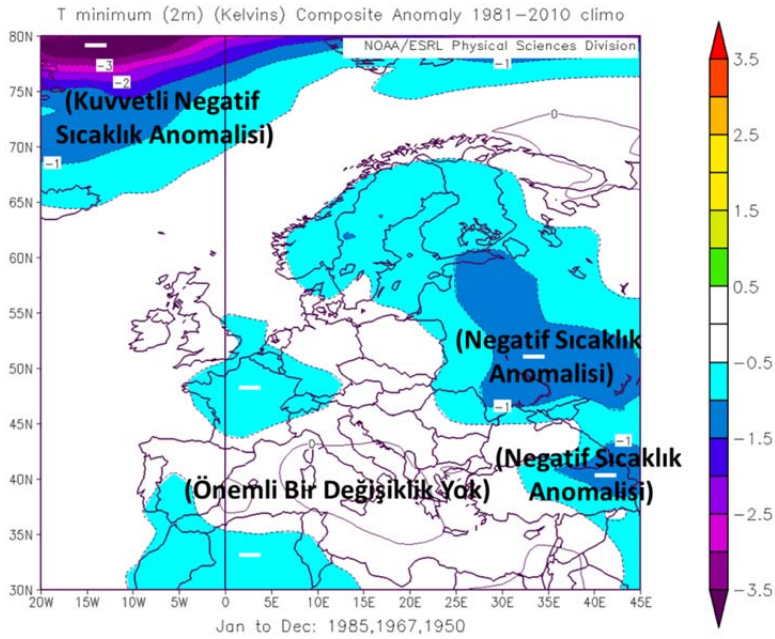
(2) 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi vektörel rüzgâr anomali (m/s, rüzgâr hızı ve yönü) haritasında, Türkiye ve bölgesinde önemli bir değişiklik yok (Şekil 8b);

(3) 850 hPa düzeyi meridional rüzgâr anomali (m/s, hız) haritasında, Kuzeydoğu Afrika, Orta Akdeniz ve Türkiye'nin batısında kuvvetlenmiş meridional rüzgârların denetiminde gelişen bir

sıcak adveksiyon alanı; genel olarak Anadolu'da ve Mezopotamya'da ise, olasılıkla zayıflayan meridional rüzgârlarla bağlantılı görece soğuk hava akımları alanı (Şekil 8c);

(4) 850 hPa düzeyi hava sıcaklığı anomali (K) haritasında, Şekil 4a ve 4c ile de uyumlu olmak üzere, Orta Akdeniz ve Balkanlar üzerinde yerleşik bir pozitif sıcaklık anomali egemenken, Anadolu, Kafkaslar, İran ve Mezopotamya üzerinde belirgin bir negatif sıcaklık anomali egemen (Şekil 8d);

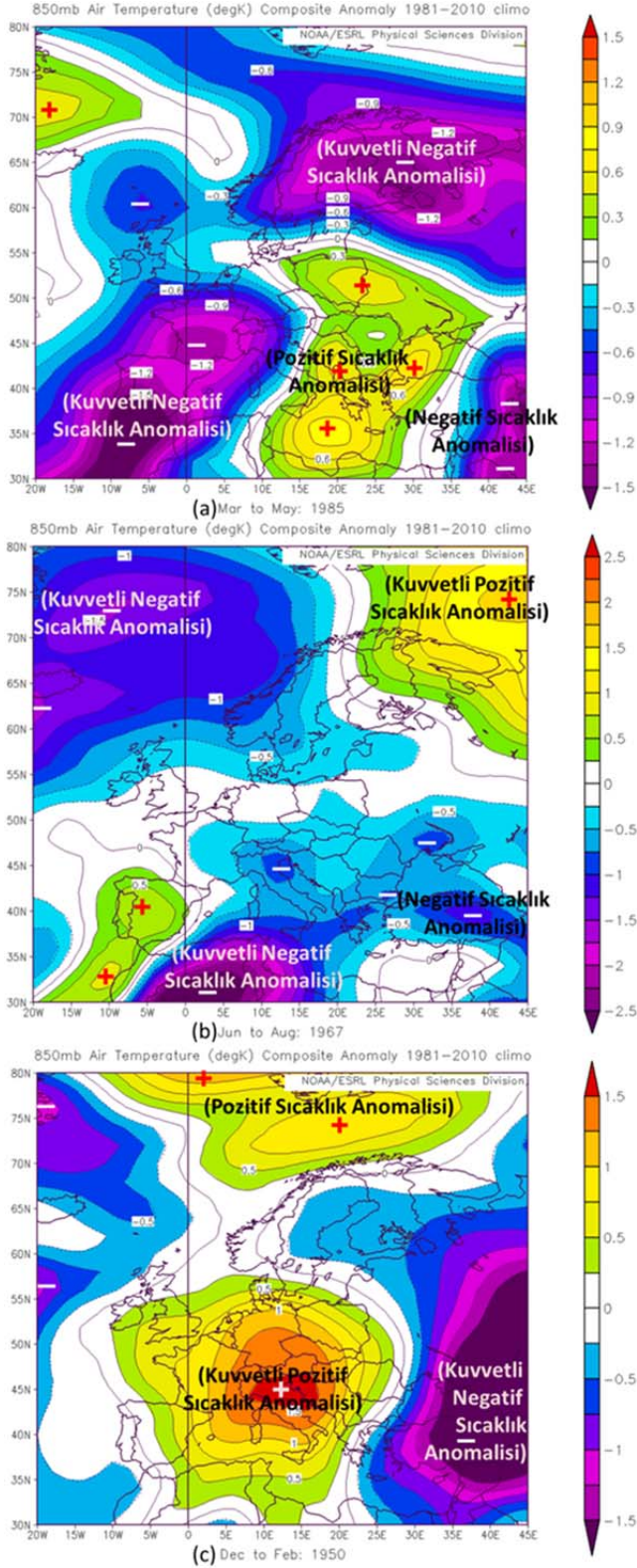
(5) Son olarak, Türkiye'de kaydedilen en yüksek sayıdaki rekor minimum hava sıcaklıkları, birleşik yüzey (2 m) minimum hava sıcaklığı anomali (K) haritasında (Şekil 9) Anadolu'nun yaklaşık doğu yarısı ve Kafkasya üzerinde görülen negatif hava sıcaklığı anomali alanıyla uyumludur.



Şekil 9: Türkiye istasyonlarında en yüksek sayıda rekor minimum hava sıcaklıklarının gözlemlendiği, sırasıyla 1985, 1967 ve 1950 yıllarına karşılık gelen 3 yıllık yüzey (2 m) minimum hava sıcaklıklarının 1981-2010 klimatolojisine göre birleşik anomalilerinin (K) Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılışı deseni.

Figure 9: Geographic distribution pattern of the three-year composite anomalies (in K) from the 1981-2010 climatology of the surface (at 2 m) minimum air temperatures over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the years of 1985, 1967 and 1950, in which the highest number of record minimum air temperatures observed at the stations of Turkey, respectively.

Observed Changes in the Frequencies of Record Maximum and Record Minimum Air Temperatures in Turkey during the period 1950-2014 and their Connections with Atmospheric Conditions



Şekil 10: Türkiye istasyonlarında en yüksek sayıda rekor minimum hava sıcaklıklarının gözleendiği, sırasıyla (a) 1985 ilkbahar, (b) 1967 yaz ve (c) 1950 kış mevsimlerine karşılık gelen 850 hPa düzeyi ortalama hava sıcaklıklarının 1981-2010 klimatolojisine göre mevsimlik birleşik anomalilerinin (K) Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılışı deseni.

Figure 10: Geographic distribution pattern of the seasonal composite anomalies (in K) from the 1981-2010 climatology of the 850 hPa level mean air temperatures over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the seasons of (a) 1985 Spring, (b) 1967 summer and (c) 1950 winter, in which the highest number of record minimum air temperatures observed at the stations of Turkey, respectively.

Çalışmada kullanılan MGM istasyonlarında en yüksek sayıda rekor minimum hava sıcaklıklarının gözleendiği, sırasıyla 1985 ilkbahar, 1967 yaz ve 1950 kış mevsimlerinde oluşan normalden daha düşük minimum hava sıcaklıkları ise, genel olarak ya Kuzey Afrika'dan Orta Akdeniz, Balkanlar ve Türkiye yoluyla Karadeniz Havzası'nın ve İran'ın kuzeyine kadar geniş bir alanda etkili olan 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi ortalama hava sıcaklıklarında ortaya çıkan kuvvetli negatif sıcaklık anomalileriyle ya da Orta ve Batı Akdeniz havzaları, Batı ve Güney Avrupa ve Kuzeybatı Afrika üzerindeki kuvvetli bir pozitif sıcaklık anomalisi ile Türkiye, Doğu Akdeniz, Rusya, Kafkasya, Hazar, Mezopotamya ve İran bölgeleri üzerinde egemen kuvvetli negatif sıcaklık anomalilerin birlikte oluşturduğu birleşik anomali deseniyle bağlantılıdır (Şekil 10).

Burada özetle tanımlanan anomali dağılışı desenine göre, Türkiye'de çalışmada kullanılan MGM istasyonlarında en yüksek sayıda kaydedilen rekor minimum hava sıcaklıklarının gözleendiği 3 mevsimden, sırasıyla; 1985 ilkbaharındaki rekorlar, Anadolu'nun doğu yarısı, Kafkaslar, Doğu Karadeniz ve Hazar havzaları ile Mezopotamya üzerindeki negatif (Şekil 10a); 1967 yazındaki rekorlar, Orta Akdeniz ve Türkiye üzerindeki negatif (Şekil 10b) ve 1950 kış mevsiminde kaydedilen rekorlar, Türkiye, Mezopotamya, İran, Kafkasya, Hazar ve Karadeniz havzaları yoluyla Doğu Akdeniz'den Rusya'nın kuzeyine kadar çok geniş bir alanda egemen olan kuvvetli ve uzun süreli bir negatif sıcaklık anomalisi (Şekil 10c) alanının etkisiyle açıklanabilir.

4.3. En Yüksek Hava Sıcaklıklarının Gözleendiği Temmuz 2000 Tarihine Karşılık Gelen Atmosfer Koşulları

Çalışmada temel alınan 1950-2014 döneminde Türkiye istasyonlarının büyük çoğunluğunda en yüksek hava sıcaklığı değerleri Temmuz 2000'de kaydedilmiştir. 1981-2010 klimatolojisine göre Temmuz 2000'e karşılık gelen aylık yüzey ve yüksek atmosfer birleşik anomalilerinin Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılışı desenlerinin başlıca tanıtıcı özellikleri şunlardır (Şekil 11 ve Şekil 12):

(1) 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi birleşik anomali (m) haritasında, daha önce tanımladığımız genel birleşik anomali desenlerinden birine karşılık gelecek biçimde, Avrupa üzerinde Atlantik'ten İskandinavya ve Rusya'ya kadar uzanan geniş alanlı derin bir siklonik anomali ile merkezi tam Türkiye üzerinde bulunan Doğu Akdeniz, Türkiye ve Bakanlar üzerinde yerleşik bir antisiklonik anomalinin birleşimi sonucunda, Orta Akdeniz ve Türkiye'nin batısında oluşan bir kuvvetlenmiş ve uzun süreli güney-batılı hava akımları (sıcak adveksiyon anomalisi) alanı (Şekil 11a);

(2) 500 hPa standart basınç düzeyindeki anomali desenine benzer biçimde, deniz düzeyi basıncı (DDB) birleşik anomali (Pa) haritasında da, Avrupa ve Akdeniz Havzası'nın tamamı ile Türkiye'nin batısını kaplayan geniş alanlı ve derin bir siklonik anomali dolaşımı ile bu alanın doğusunda Rusya ve Anadolu'nun doğusunda egemen bir antisiklonik anomali dolaşımı deseninin birleşimi sonucunda Türkiye üzerine doğru gelişen bir sıcak/nemli hava kütlesi (Şekil 11b);

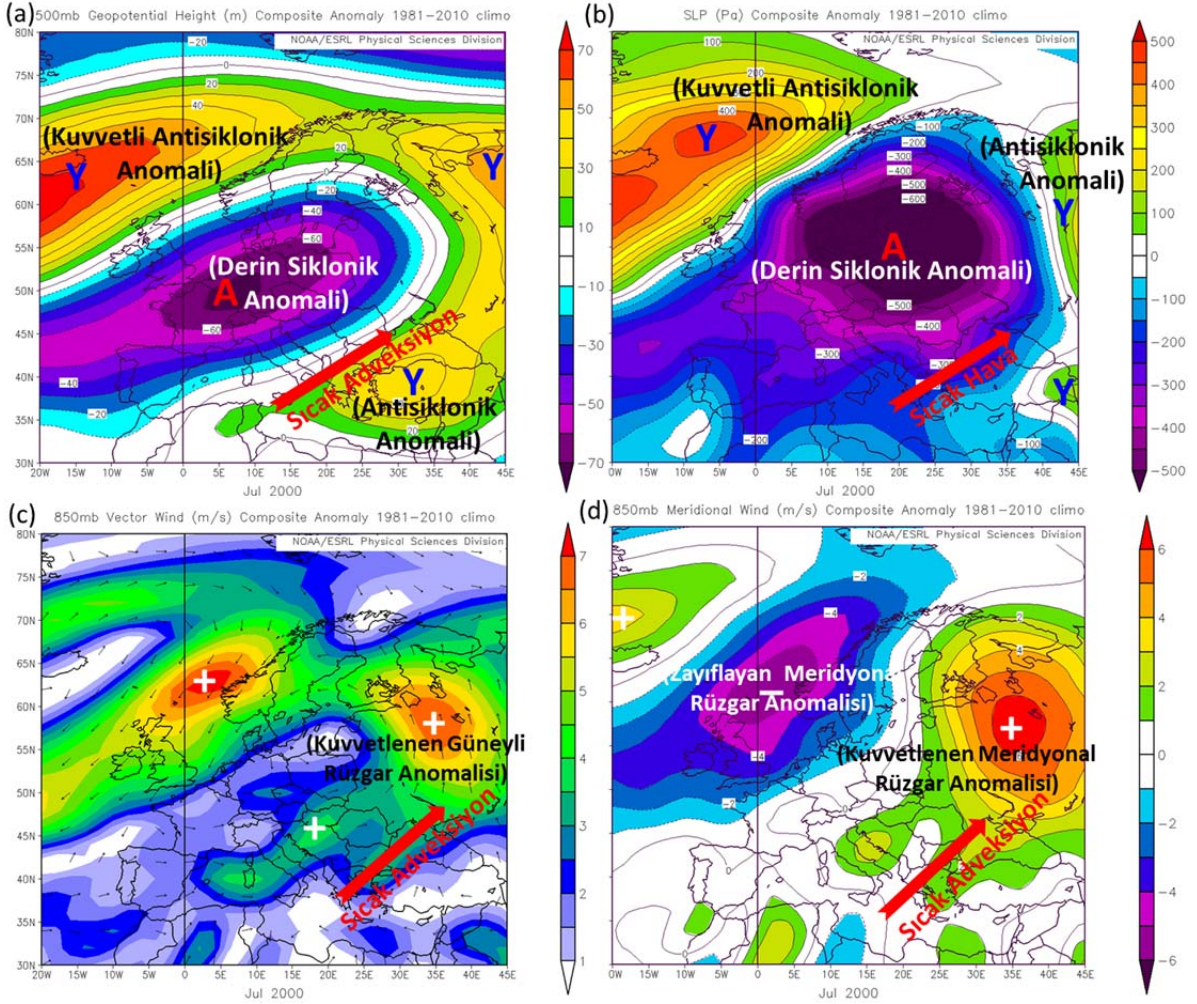
(3) 850 hPa düzeyi vektörel rüzgâr birleşik anomali (m/s, rüzgâr hızı ve yönü) haritasında, Avrupa ve özellikle merkezi Rusya üzerinde yerleşik kuvvetlenmiş ve uzun süreli güneyli rüzgâr anomalisinin denetiminde Balkanlar ve Türkiye'nin batısında gelişen belirgin bir sıcak adveksiyon alanı (Şekil 11c);

(4) 850 hPa düzeyi meridional rüzgâr birleşik anomali (m/s, hız) haritasında, Türkiye'nin batı ve kuzey bölgelerinde, merkezi Rusya üzerinde yerleşik, kuvvetlenmiş geniş alanlı bir meridional rüzgâr anomalisi dolaşım deseniyle bağlantılı bir sıcak adveksiyon alanı (Şekil 11d).

(5) 850 hPa düzeyi aylık ortalama (Şekil 12a) ve aylık maksimum yüzey (2 m) (Şekil 12b) hava sıcaklıkları birleşik anomali (K) haritalarında, Türkiye'de ekstrem rekor maksimum hava sıcaklıklarının olduğu 2000 yılı Temmuz ayındaki bu ekstrem sıcak hava koşullarının, yukarıda tanımladığımız birleşik atmosfer anomali desenlerinin ortak bir ürünü olarak, yalnız Türkiye ile sınırlı olmadığı, Balkanlar, Ege Denizi, Anadolu ve Mezopotamya'yı kaplayan geniş bir

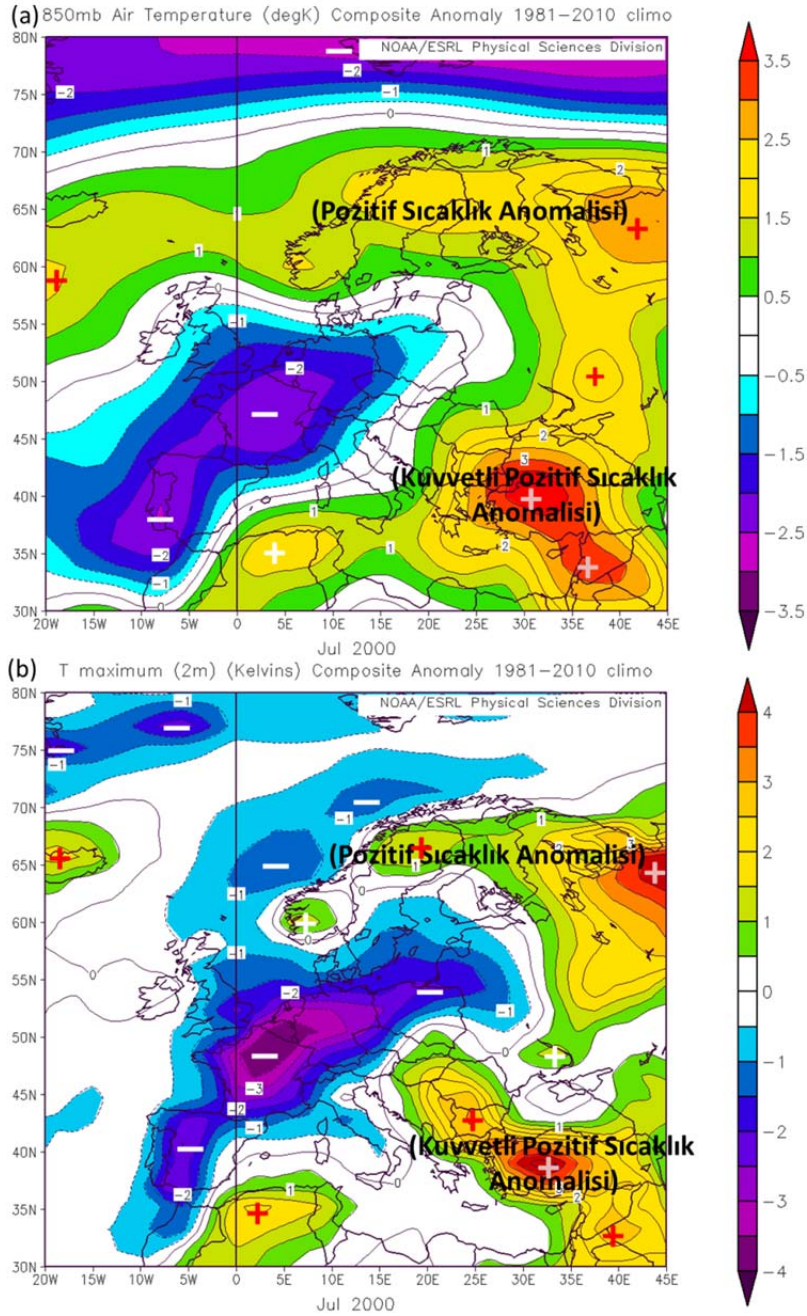
alanda etkili olduğu görülür. Kuvvetli pozitif hava sıcaklığı anomali merkezlerinin en kuvvetlisi ve en geniş alanlı olanı ise, hem 850 hPa düzeyi ortalama

hava sıcaklığı (Şekil 12a) hem de yüzey maksimum hava sıcaklığı (Şekil 12b) anomali desenleri açısından tam Türkiye üzerindedir.



Şekil 11: Türkiye istasyonlarında en yüksek hava sıcaklıklarının gözleendiği Temmuz 2000'e karşılık gelen, 1981-2010 klimatolojisine göre aylık yüzey ve yüksek atmosfer birleşik anomalilerinin Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılış desenleri: (a) 500 hPa jeopotansiyel yükseklik anomalisi (m); (b) Deniz düzeyi basıncı (DDB) anomalisi (Pa); (c) 850 hPa düzeyi vektörel rüzgâr anomalisi (m/s, rüzgâr hızı ve yönü) ve (d) 850 hPa düzeyi meridyonal rüzgâr anomalisi (m/s, hız).

Figure 11: Geographic distribution patterns of the surface and upper atmospheric monthly composite anomalies from the 1981-2010 climatology over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the July 2000, in which the highest air temperatures were observed at the stations of Turkey, respectively: (a) 500 hPa geopotential height anomaly (m); (b) Sea level pressure (SLP) anomaly (Pa); (c) 850 hPa level vector wind anomaly (m/s, wind speed and wind direction), and (d) 850 hPa level meridional wind anomaly (m/s).



Şekil 12: Türkiye istasyonlarında en yüksek hava sıcaklıklarının gözlemlendiği Temmuz 2000'e karşılık gelen, (a) 850 hPa düzeyi aylık ortalama ve (b) yüzeydeki (2 m) aylık maksimum hava sıcaklıklarının 1981-2010 klimatolojisine göre aylık birleşik anomalilerinin (K), Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılış desenleri.

Figure 12: Geographic distribution patterns of the monthly composite anomalies (in K) from the 1981-2010 climatology of (a) the 850 hPa level monthly mean and (b) the surface (at 2 m) maximum air temperatures over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the July 2000, in which the highest air temperatures observed at the stations of Turkey, respectively.

4.4. En Düşük Hava Sıcaklıklarının Gözleendiği Ocak-Şubat 1950 Tarihine Karşılık Gelen Atmosfer Koşulları

1950-2014 çalışma döneminde kullanılan MGM istasyonlarının çoğunda, Ocak-Şubat 1950 tarihinde en düşük hava sıcaklıkları kaydedilmiştir. Ocak-Şubat 1950 aylarında gözlenen en düşük hava sıcaklıklarının atmosferik nedenleri ve oluşum düzenekleriyle bağlantılı dağılışı desenlerini ortaya koyabilmek ve açıklayabilmek amacıyla hazırlanan, yüzey ve yüksek atmosfer birleşik anomali haritalarının başlıca tanıtıcı özellikleri ise, özetle, aşağıdakileri içerir (Şekil 13 ve Şekil 14):

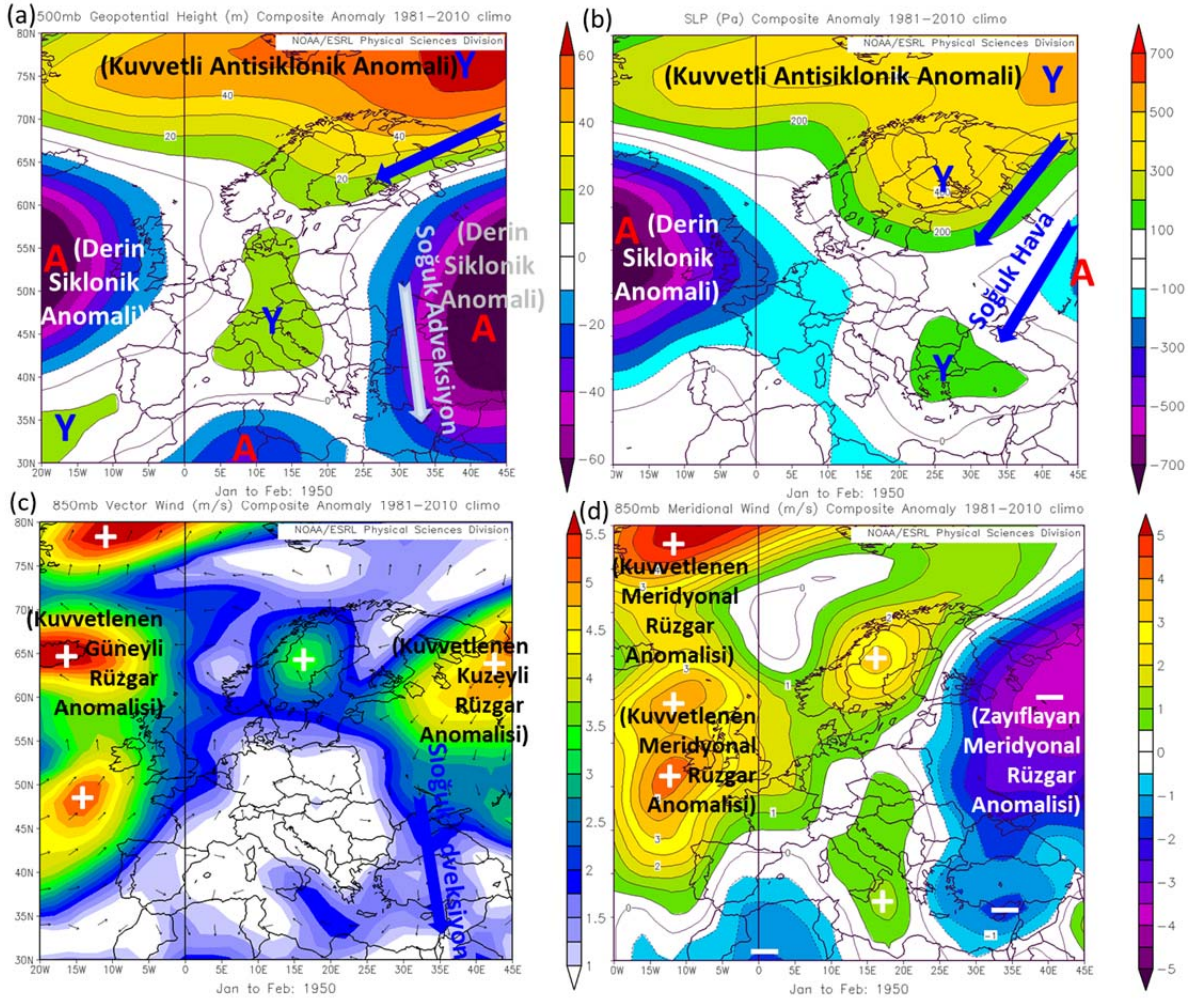
(1) Türkiye'nin tamamı, 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi birleşik anomali (m) haritasında Orta Avrupa ve İtalya üzerinde oluşmuş olan antisiklonik anomali ile Avrupa Rusya'sı, Karadeniz ve Hazar Denizi havzaları, Türkiye, Kafkaslar, İran ve Mezopotamya bölgelerini kapsayan geniş alanlı bir siklonik anomalinin birleşimi sonucu oluşan kuvvetlenmiş ve uzun süreli kuzeyli soğuk hava akımlarının (soğuk adveksiyon) etkisi altındadır (Şekil 13a).

(2) Deniz düzeyi basıncı (DDB) birleşik anomali (Pa) haritasında, İskandinavya, Avrupa Rusya'sının kuzeyi ve Kuzey Kutbu çevresinde çok geniş bir alanda oluşan kuvvetli bir antisiklonik anomalinin kuvvetlenmiş kuzeyli soğuk hava akımlarının da katkısıyla, Türkiye kuzey-doğulu soğuk anomali yüzey akımlarının etkisindedir (Şekil 13b).

(3) Türkiye, 850 hPa düzeyi vektörel rüzgâr birleşik anomali (m/s, rüzgâr hızı ve yönü) haritasında, merkezi Avrupa Rusya'sının kuzeyinde yerleşik kuvvetlenmiş ve uzun süreli bir kuzeyli rüzgâr anomalisi deseniyle bağlantılı ve onun tarafından desteklenen bir soğuk adveksiyonun etki alanındadır (Şekil 13c).

(4) Türkiye'nin tamamı, 850 hPa düzeyi meridyonal rüzgâr birleşik anomali (m/s, hız) haritasında Avrupa Rusya'sı, Doğu Akdeniz, Karadeniz Havzası ve Türkiye'yi kapsayan, kuvvetlenmiş ve uzun süreli bir zayıflayan meridyonal rüzgâr anomalisinin denetiminde Doğu Akdeniz'e ulaşan soğuk hava kütlelerinin etkisi altındadır (Şekil 13d).

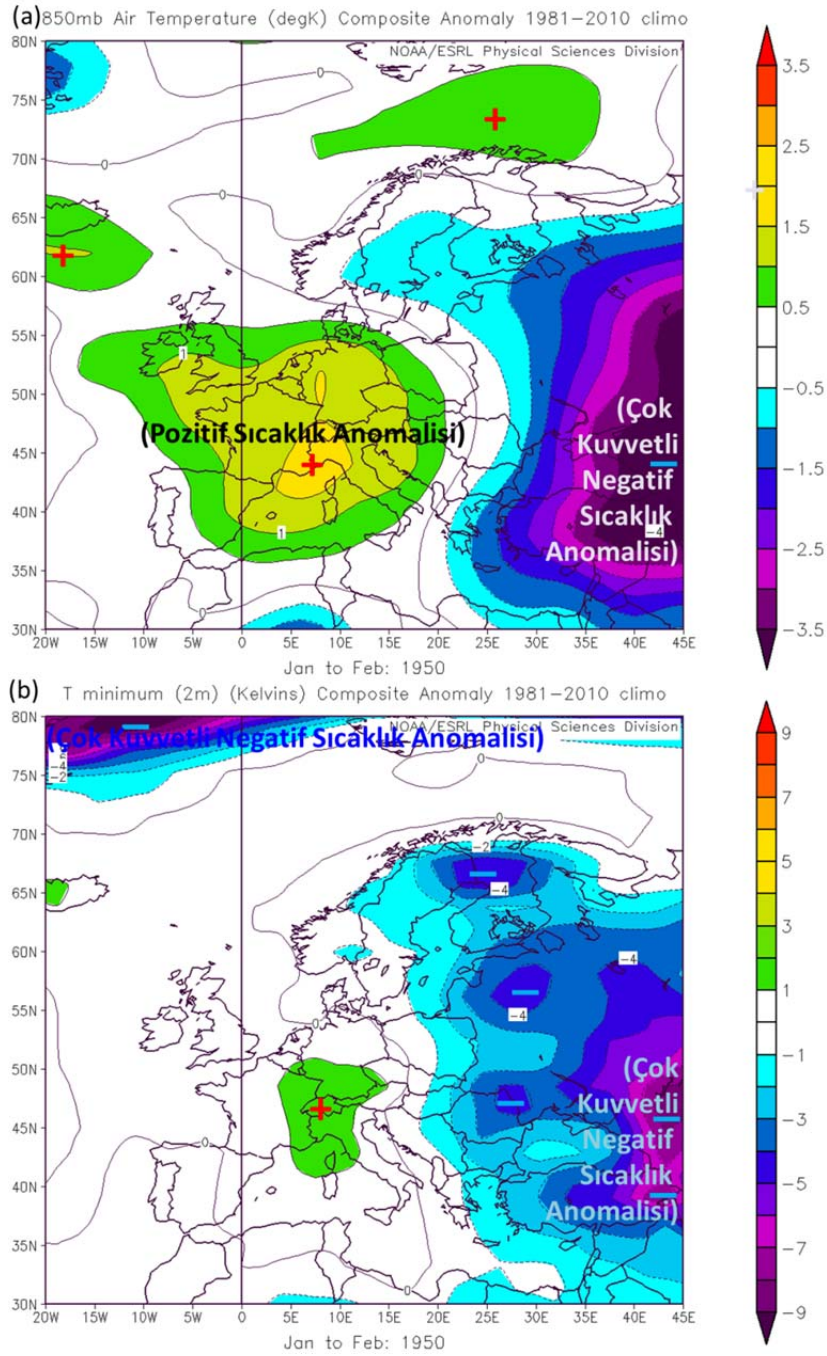
(5) Buraya kadar ilk 4 maddede açıklanan yüzey ve yüksek atmosfer hava sistemi (standart basınç düzeyi) ve rüzgâr dolaşımı anomali desenlerinin sonuçlarıyla da büyük bir tutarlılık sergileyen 850 hPa düzeyi aylık ortalama ve aylık minimum yüzey (2 m) hava sıcaklıkları birleşik anomali (K) haritalarında, İskandinavya'nın doğusu, Avrupa Rusya'sı, Karadeniz ve Hazar Denizi havzaları, Türkiye, Kafkaslar, İran ve Mezopotamya bölgelerini kapsayan geniş bir alanda çok kuvvetli ve uzun süreli negatif sıcaklık anomalileri egemendir. Yine beklendiği gibi, alansal ve şiddet olarak 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi birleşik anomali haritasındaki derin siklonik anomali deseniyle (Şekil 14a) de iyi bir uyum gösteren bu birleşik anomali deseninden, Türkiye'nin en fazla İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ile Karadeniz Bölgesi etkilenmiş görünmektedir (Şekil 14a ve Şekil 14b).



Şekil 13: Türkiye istasyonlarında en düşük hava sıcaklıklarının gözlemlendiği 1950 Ocak ve Şubat aylarına karşılık gelen, 1981-2010 klimatolojisine göre 2 aylık yüzey ve yüksek atmosfer birleşik anomalilerinin Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılış desenleri: (a) 500 hPa jeopotansiyel yükseklik anomalisi (m); (b) Deniz düzeyi basıncı (DDB) anomalisi (Pa); (c) 850 hPa düzeyi vektörel rüzgâr anomalisi (m/s, rüzgâr hızı ve yönü) ve (d) 850 hPa düzeyi meridyonal rüzgâr anomalisi (m/s, hız).

Figure 13: Geographic distribution patterns of the surface and upper atmospheric monthly composite anomalies from the 1981-2010 climatology over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the months of the January and February 1950, in which lowest air temperatures were observed at the stations of Turkey, respectively: (a) 500 hPa geopotential height anomaly (m); (b) Sea level pressure (SLP) anomaly (Pa); (c) 850 hPa geopotential height level vector wind anomaly (m/s), and (d) 850 hPa level meridional wind anomaly (m/s).

Observed Changes in the Frequencies of Record Maximum and Record Minimum Air Temperatures in Turkey during the period 1950-2014 and their Connections with Atmospheric Conditions



Şekil 14: Türkiye istasyonlarında en düşük hava sıcaklıklarının gözleendiği 1950 Ocak ve Şubat aylarına karşılık gelen, (a) 850 hPa düzeyi aylık ortalama ve (b) yüzeydeki (2 m) aylık minimum hava sıcaklıklarının 1981-2010 klimatolojisine göre aylık birleşik anomalilerinin (K), Avrupa, Akdeniz ve Türkiye bölgeleri üzerindeki coğrafi dağılış desenleri.

Figure 14: Geographic distribution patterns of the monthly composite anomalies (in K) from the 1981-2010 climatology of (a) the 850 hPa level monthly mean and (b) the surface (at 2 m) minimum air temperatures over the regions of the Europe, Mediterranean and Turkey corresponding to the months of the January and February 1950, in which the lowest air temperatures observed at the stations of Turkey, respectively.

SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye’de 81 meteoroloji-klimatoloji istasyonda kaydedilen rekor maksimum ve rekor minimum hava sıcaklıklarının yıllık sayılarının 1950-2014 döneminde gösterdiği değişimler ile gözlenen değişikliklerinin atmosferik nedenlerini incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1) Türkiye’de ölçülen rekor minimum sıcaklıkların frekansı 1950’li yıllardan günümüze doğru azalma, rekor maksimum sıcaklıkların frekansında ise bir artış gözlenmektedir. 1950-54 yılları arasındaki 5 yıllık dönemde rekor minimum sıcaklıkların frekansı 130 iken rekor 2010-2014 döneminde 9’a düşmüştür. Buna karşılık 1950-1954 döneminde 62 olan rekor maksimumların frekansı 2010-2004 döneminde 179’a yükselmiştir.

2) Rekor maksimum sıcaklıkların yıllık frekansı 2000’li yılların başından itibaren belirgin bir şekilde artış göstermiştir. Rekor maksimum sıcaklıkların yıllık frekansının en fazla olduğu dönem 2000-2014 yılları arasındadır. Türkiye’de 2000 yılından bu yana maksimum sıcaklıklara ait rekorların yaklaşık % 50’si, minimum sıcaklıklara ait olan rekorların yaklaşık % 10’u gerçekleşmiştir. Son 65 yıl içinde rekor maksimum sıcaklıkların yıllık frekansının en yüksek olduğu yıl 2010’dur. 2010 yılının sadece Aralık ayında 81 istasyonun 47’sinde rekor maksimum sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Rekor maksimum sıcaklıkların yıllık frekansının yüksek olduğu diğer yıllar 2008 ve 2007 yıllarıdır. 2008 yılının ilkbahar, 2007 yılının yaz mevsiminde etkili olan sıcak hava dalgası, birçok istasyonda son 65 yılın en yüksek sıcaklık değerlerinin kaydedilmesinde etkili olmuştur.

3) Türkiye’de kaydedilen rekor minimum sıcaklıkların yıllık sayıları 1980’li yılların ortalarında itibaren bir azalma eğilimi göstermiş, bu eğilim 2005 yılı sonrası daha da belirginleşmiştir. Rekor minimum sıcaklıkların frekansında en belirgin değişim yaz ve kış mevsiminde gözlenmektedir. Her iki mevsimde de rekor minimum sıcaklıkların yaklaşık % 50’si 1970 öncesinde kaydedilmiş, 2000 yılından başlayarak minimum sıcaklık rekorlarının sayıları hızla azalmıştır.

4) Türkiye’de incelenen 81 istasyonun büyük bir çoğunluğunda, en yüksek sıcaklık değeri 2000 ve 2007 yıllarında ölçülmüştür. En düşük hava sıcaklıklarının ölçüldüğü tarihler ise 1950 ve 1972 yıllarına karşılık gelmektedir. Bu durum 2000’li yıllardan sonra sıcak dalgalarının frekansı kadar şiddetinin de artış gösterdiğini, soğuk dalgalarının şiddetinin ise 20. yüzyılın ortalarından itibaren azaldığını ortaya koymaktadır.

5) Rekor maksimum ve rekor minimum sıcaklıkların en fazla kaydedildiği aylık, mevsimlik ve yıllara ait yüzey hava ve yüksek atmosfer anomali ve birleşik ortalama anomali haritaları incelendiğinde, sinoptik ölçekli yüzey ve yüksek atmosfer basınç, rüzgâr ve sıcaklık anomalilerinin etkili olduğu görülür. Türkiye ve bölgesindeki normalden ya da uzun süreli ortalamadan çok daha sıcak hava koşulları uzun dönemli sıcak hava dalgalarının oluşumlarını denetleyen atmosfer koşullarının, çoğunlukla kuvvetlenmiş ve uzun dönemli güney sektörlü (güney, güneydoğu ve güney-batılı) yüzey ve sınır katmanı rüzgârları ile asıl olarak 850 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyinde gelişen genel olarak güney sektörlü sıcak hava adveksiyonları ile bağlantılı olduğu görülür.

6) Türkiye’de rekor minimum sıcaklıkların frekansının yüksek olduğu yıllarda Orta Akdeniz, Balkanlar ve Batı Anadolu üzerinde yerleşik bir antisiklonik anomali deseninin birlikte oluşturduğu kuzeyli dolaşımın denetiminde Türkiye ve bölgesi üzerinde egemen olan bir soğuk adveksiyon alanının yer aldığı, 850 hPa düzeyinde Anadolu’da ve Mezopotamya’da olasılıkla zayıflayan meridional rüzgârlarla bağlantılı göreceli soğuk hava akımlarının egemen olduğu gözlenir.

7) Bu çalışmada elde edilen ilk sonuçlar, daha önce kuzey yarımküre ve Avrupa’da rekor yüksek ve düşük sıcaklık değişimlerine ilişkin çalışmaların sonuçları ile büyük ölçüde uyumludur. IPCC Ekstrem Olaylar Üzerine Özel Raporu, Akdeniz bölgesi için yüksek güvenilirlikle olmak üzere Avrupa’da yüksek sıcaklık ekstremlerinin frekansının önemli ölçüde arttığı belirtilmektedir (IPCC/SREX, 2012). Kuzey yarımkürede 2001-2011 döneminde birbirini izleyen 11 yıl boyunca gözlenen sıcak rekorlarının yıllık sayılarındaki gözlenen artışın % 95 seviyesinde anlamlı olduğu,

1998, 2007 ve 2010 yıllarında gözlenen artışın anlamlılık seviyesinin % 99'a yükseldiği belirtilmektedir. Sonuçlar Avrupa'da 2001-2011 döneminde gözlenen rekor sayılarının durağan iklim koşullarında sürekli bir değişimi göz ardı ederek açıklanamayacağını göstermiştir (Christiansen, 2013). Küresel sıcaklık artışının bugünkü düzeyinde ya da üzerinde sürmesi, büyük olasılıkla, iklim sisteminde 21. yüzyıl süresince 20. yüzyılda gözlenenenden daha büyük birçok değişikliklere neden olacaktır. Bu durum, içinde bulunduğumuz yüzyılda rekor maksimum hava sıcaklıklarının frekansının daha da artacağını göstermektedir.

Teşekkür ve Katkı Belirtme

Yazarlar, Türkiye "klimatolojik rekor maksimum ve minimum hava sıcaklığı verilerini" araştırma amaçlı bedelsiz sağladığı için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne; "20. Yüzyıl Yeniden Analiz ya da

Çözümleme Sürüm 2 Veri Setini (20.yy-Yençöz-S2)"

http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/20thC_Rean/ adresinden kamusal kullanıma bedelsiz sağladığı için, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Okyanus ve Atmosfer Kurumu (NOAA), Yer Sistemi Araştırma Laboratuvarı (ESRL) Fiziksel Bilimler Bölümü'ne (PSD) (kısaca, NOAA/ESRL/PSD) teşekkür etmeyi bir borç bilir.

The authors are very grateful both the NOAA/OAR/ESRL/PSD (Boulder, Colorado, USA) for providing us "the 20th Century Reanalysis V2 data" from their Web site at http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/20thC_Rean/, and the Turkish Meteorological Service for providing us "record maximum and minimum air temperature data and their occurrence date."

REFERANSLAR

- Altan, G., Türkeş, M. 2014. 'Çanakkale yöresinde oluşan orman yangınlarının hidroklimatolojik karakteristikleri ve iklim değişimleriyle ilişkisi'. *Ege Coğrafya Dergisi* **20** (2): 1-25.
- Balafoutis, C. J. 2007. 'The recent heatwaves over Balkans as an indicator of climate change and a signal for new planning decisions.' *Developments in Tourism Climatology*. 3rd International Workshop on Climate, Tourism and Recreation Alexandroupolis, Greece. 2007.
- Christiansen B. 2013. 'Changes in Temperature Records and Extremes: Are They Statistically Significant?'. *Journal of Climate* **26**: 7863-7875.
- Compo, G.P., J.S. Whitaker and P.D. Sardeshmukh, 2006. 'Feasibility of a 100 year reanalysis using only surface pressure data'. *Bulletin of the American Meteorological Society* **87**: 175-190.
- Compo, G.P., J.S. Whitaker, P.D. Sardeshmukh, N. Matsui, R.J. Allan, X. Yin, B.E. Gleason, R.S. Vose, G. Rutledge, P. Bessemoulin, S. Brönnimann, M. Brunet, R.I. Crouthamel, A.N. Grant, P.Y. Groisman, P.D. Jones, M. Kruk, A.C. Kruger, G.J. Marshall, M. Maugeri, H.Y. Mok, Ø. Nordli, T.F. Ross, R.M. Trigo, X.L. Wang, S.D. Woodruff and S.J. Worley. 2011. 'The Twentieth Century Reanalysis Project'. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **137**: 1-28. DOI: 10.1002/qj.776 Free and Open Access.
- Coumou, D., Rahmstorf S. 2012. 'A decade of weather extremes'. *Nature Climate Change* **2**: 491-496.
- Efthymiadis, D., Goodess, C. M., Jones P. D. 2011. 'Trends in Mediterranean gridded temperature extremes and large-scale circulation influences'. *Natural Hazards Earth System Science* **11**: 2199-2214.

- Erlat, E., Türkeş, M. 2012. 'Analysis of observed variability and trends in numbers of frost days in Turkey for the period 1950–2010'. *International Journal of Climatology* **32**(12): 1889–1898. DOI: 10.1002/joc.2403
- 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. DOI: 10.1002/joc.3556
- Field, C. B. ve ortak yazarlar, Eds., 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Summary for Policymakers. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 19 pp.
- IPCC/SREX. 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- IPCC. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, ABD, 1535 s.
- Kendon, M. 2014. 'Has there been a recent increase in UK weather records?'. *Weather* **69**: 327–332.
- 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, DOI:10.1029/2009GL041841.
- Meehl, G.A., Arblaster, J.M., Tebaldi, C. 2007. 'Contributions of natural and anthropogenic forcing to changes in temperature extremes over the United States'. *Geophysical Research Letters* **34**, L19709.
- Meehl, G.A., Tebaldi, C., Walton, G., Easterling, D., McDaniel, L. 2009. 'The relative increase of record high maximum temperatures compared to record low minimum temperatures in the US'. *Geophysical Research Letters* **36**, L23701.
- Morak S., Hegerl G. C., Christidis N. 2013. 'Detectable Changes in the Frequency of Temperature Extremes'. *Journal of Climate* **26**: 1561–1574.
- Ning, L., Riddle, E. E., Bradley, R. S. 2015. 'Projected Changes in Climate Extremes over the Northeastern United States'. *Journal of Climate* **28**: 3289–3310.
- Rowe, C. M., Derry L. E. 2012. 'Trends in record-breaking temperatures for the conterminous United States'. *Geophysical Research Letters* **39**, L16703.
- Saha, S. ve ortak yazarlar 2006. 'The NCEP Climate Forecast System'. *Journal of Climate* **19**: 3483-3517.
- Şahin, S., Türkeş, M. 2013. 'Contemporary surface wind climatology of Turkey'. *Theoretical and Applied Climatology* **113**: 337-349. DOI: 10.1007/s00704-012-0789-5
- Shiogama, H., Nozawa, T., Emori S. 2007. 'Robustness of climate change signals in near term predictions up to the year 2030: Changes in the frequency of temperature extremes'. *Geophysical Research Letters* **34**, L12714.

- Trewin, B., Vermont, H. 2010. 'Changes in the frequency of record temperatures in Australia, 1957-2009'. *Australian Meteorological and Oceanographic Journal* **60**: 113-119.
- Tebaldi, C., Hayhoe K., Arblaster, J.M., Meehl, G.A. 2006. 'Going to the extremes; An intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events'. *Climatic Change* **79**: 185-211.
- Türkeş, M. 1987. 'Küresel iklim sisteminde son yıllarda görülen önemli iklim anomalileri'. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, *Meteoroloji Dergisi* **33**: 43-56.
- Türkeş, M. 2010. *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Birinci Baskı, Kriter Yayınevi - Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, ISBN: 978-605-5863-39-6, 650 + XXII sayfa, İstanbul.
- Türkeş, M., Altan, G. 2012. 'Analysis of the year 2008 fires in the forest lands of the Muğla Regional Forest Service by using drought indices'. *International Journal of Human Sciences* **9**: 912-931.
- Türkeş, M., Erlat, E. 2008. 'Influence of the Arctic Oscillation on variability of winter mean temperatures in Turkey'. *Theoretical and Applied Climatology* **92**: 75-85.
- Türkeş, M., Erlat, E. 2009. 'Winter mean temperature variability in Turkey associated with the North Atlantic Oscillation'. *Meteorology and Atmospheric Physics* **105**: 211-225. DOI: 10.1007/s00703-009-0046-3
- Wergen, G., Krug J. 2010. 'Record-breaking temperatures reveal a warming climate'. *EPL* **92**: 30008 doi: 10.1209/0295-5075/92/30008.
- Whitaker, J.S., Compo, G.P., Wei, X., Hamill T.M.. 2004. 'Reanalysis without radiosondes using ensemble data assimilation'. *Monthly Weather Review* **132**: 1190-1200.

İnternet Kaynakları

http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/20thC_Rean/

http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.20thC_ReanV2.Html#references

<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik>

