



**MARMARA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



# **SICAK HAVA DALGALARININ İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ**

**YUNUS ÖZTÜRK**

**DOKTORA TEZİ**

**İş Güvenliği Anabilim Dalı**  
**İş Güvenliği Programı**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Bülent Oktay AKKOYUNLI**

**EŞ-DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Hakkı BALTACI**

**İSTANBUL, 2023**



**MARMARA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



# **SICAK HAVA DALGALARININ İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ**

**YUNUS ÖZTÜRK**  
(726418006)

**DOKTORA TEZİ**

İş Güvenliği Anabilim Dalı  
İş Güvenliği Programı

**DANIŞMAN**

Prof. Dr. Bülent Oktay AKKOYUNLU

**EŞ-DANIŞMAN**

Doç. Dr. Hakkı BALTACI

**İSTANBUL, 2023**

# MARMARA ÜNİVERSİTESİ

## FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Öğrencisi Yunus ÖZTÜRK'ün “Sıcak Hava Dalgalarının İnsan Sağlığına Etkileri” başlıklı tez çalışması, 27.09. 2023 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

### Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Bülent Oktay AKKOYUNLU (Danışman)  
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

Doç.Dr. Kamil ERKAN (Üye)  
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

Doç.Dr. İlker ORUÇ (Üye)  
Kırklaireli Üniversitesi ..... (İMZA).....

Prof. Dr. Hüseyin TOROS (Üye)  
İstanbul Teknik Üniversitesi ..... (İMZA).....

Prof. Dr. Cenk SESAL (Üye)  
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

### ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .....2023 tarih ve 12345 sayılı kararı ile **Yunus ÖZTÜRK**'ün İş Güvenliği Anabilim Dalı, İş Güvenliği Programında Doktora derecesi alması onanmıştır.

**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü**  
**Prof. Dr. Bülent EKİCİ**

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                          |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ .....                                                                                                              | ii   |
| ÖZET .....                                                                                                               | iii  |
| SICAK HAVA DALGALARININ (SHD) İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ .....                                                             | iii  |
| ABSTRACT .....                                                                                                           | vii  |
| THE EFFECTS OF HEAT WAVES ON HUMAN HEALTH .....                                                                          | vii  |
| YENİLİK BEYANI .....                                                                                                     | x    |
| SEMBOLLER.....                                                                                                           | xi   |
| KISALTMALAR.....                                                                                                         | xii  |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                                                                                      | xiii |
| TABLO LİSTESİ.....                                                                                                       | xiv  |
| 1. GİRİŞ.....                                                                                                            | 1    |
| 1.1 Tezin Amacı.....                                                                                                     | 3    |
| 1.2. Literatür Araştırması .....                                                                                         | 4    |
| 1.3 Sıcak Hava Dalgasının Tanımları .....                                                                                | 20   |
| 1.4. Sıcak Hava Dalgalarının İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri .....                                                     | 23   |
| 1.4.1. Sıcak hava dalgalarının ölümler üzerine etkileri .....                                                            | 24   |
| 1.4.2. Sıcak hava dalgalarının kronik hastalıklar üzerine etkileri .....                                                 | 26   |
| 1.4.3. Sıcak hava dalgalarının hastane başvuruları acil servis ziyaretleri ve ambulans çağrıları üzerine etkileri .....  | 27   |
| 1.5 Türkiye’de Sıcak Hava Dalgaları ve Sıcak hava Dalgalarının İnsan Sağlığına Etkileri Üzerine Yapılan Çalışmalar ..... | 28   |
| 2. MATERYAL VE YÖNTEM .....                                                                                              | 30   |
| 2.1 Meteorolojik Veriler.....                                                                                            | 30   |
| 2.2. Sıcak Hava Dalgası Tanımı.....                                                                                      | 30   |
| 2.3 Fethiye’de Hastane Verileri .....                                                                                    | 33   |
| 2.4 Edirne’de Hastane Verileri.....                                                                                      | 33   |
| 2.3.1 Fethiye ve Edirne’nin Hastane verilerinin İstatistiksel Analizi.....                                               | 34   |
| 3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                                                                            | 35   |

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1. Türkiye’de Sıcak Hava Dalgalarının Uzun Vadeli Değişimleri ve Sinoptikn Karakteristikleri..... | 35        |
| 3.1.1. Sıcak hava dalgalarının sayılarının zamansal ve mekânsal değişimi .....                      | 35        |
| 3.1.2. SHD'lerdeki gün sayısının zaman ve mekânsal değişimi .....                                   | 45        |
| 3.1.3. Sinoptik faktörlerin sıcak hava dalgası oluşumları üzerindeki etkileri .....                 | 48        |
| 3.2. Sıcak Hava Dalgalarının İnsan Sağlığına Etkisi.....                                            | 50        |
| 3.2.1 Fethiye’de Sıcak Hava Dalgalarının İnsan Sağlığına Etkisi.....                                | 50        |
| 3.2.1.1 SHD ve hastane başvuruları .....                                                            | 52        |
| 3.2.1.2 Sıcak hava dalgası ve Ölümler .....                                                         | 53        |
| 3.2.2 Edirne’de Sıcak Hava Dalgalarının İnsan Sağlığına Etkisi .....                                | 56        |
| 3.2.2.1 SHD ve hastane başvuruları .....                                                            | 57        |
| <b>4. SONUÇLAR.....</b>                                                                             | <b>59</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                                               | <b>66</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                                                               | <b>83</b> |

## ÖNSÖZ

Tez çalışmamın tüm aşamasında desteklerini esirgemeyen danışman hocalarım Doç. Dr. Hakkı BALTACI ve Prof. Dr. Bülent Oktay AKKOYUNLU'ya teşekkürü borç bilirim. Ayrıca değerli jüri üyeleri Doç. Dr. Kamil ERKAN ve Doç. Dr. İlker ORUÇ'a teşekkür ederim. Çalışmam esnasında FDK-2021-10257 nolu proje ile maddi destek sağlayan Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve GTU-2021-A-105-21 nolu proje ile maddi destek sağlayan Gebze Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

EYLÜL 2023

Yunus ÖZTÜRK

## ÖZET

# SICAK HAVA DALGALARININ İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Bu çalışmada Türkiye’de Sıcak Hava Dalgalarının (SHD) sayısındaki ve süresindeki uzun vadeli değişimleri incelenmiş ve bu sonuçlar kullanılarak SHD’lerin insan sağlığı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.

Öncelikle Türkiye’de meydana gelen SHD’lerin sayıları ve süreleri ile SHD’lerin sayılarını ve sürelerini kontrol eden sinoptik mekanizmalar birlikte incelemiştir. Bu amaçla 1960-2019 dönemi için Türkiye geneline homojen dağılmış 94 meteoroloji istasyonunun günlük maksimum sıcaklık (Tmax) kayıtları alınarak her yılın Mayıs-Eylül ayları arası analizler için kullanılmıştır. Sıcak hava dalgaları, günlük maksimum sıcaklıkların %90 dilimin üzerinde bulunan ve en az üç gün ve daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır. Bu tanım kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre, SHD’lerin sayısında ve süresinde en fazla artışın son on yılda (2010-2019) meydana geldiği belirlenmiştir. SHD sayısındaki en fazla artış, Türkiye’nin kıyı bölgelerinde (sırasıyla 0,54, 0,46 ve 0,44 SHD sayısı/on yıl ile Marmara, Ege ve Karadeniz bölgeleri) bulunmuştur. Özellikle Ege Bölgesi’nde, Asya yaz musonunun Orta Anadolu’ya kadar yayılması ve buna bağlı olarak doğudan gelen 850-hPa seviyesindeki (22°C) yüksek sıcaklıklara sahip karasal yüzey rüzgârlarının Kuzey Afrika’dan Türkiye’nin batısına doğru uzandığı belirlenmiştir. Bu durum bulut örtüsünde anormal düşüşlere (uzun vadeli ortalamaya göre %70 azalma) neden olduğu için çok sayıda sıcak hava dalgası meydana gelmesine neden olmaktadır. Öte yandan, özellikle son yirmi yılda (2000-2019) Karadeniz üzerinde yer alan istasyonlarda SHD sürelerindeki artışlar meydana geldiği belirlenmiştir. Asya yaz musonunun Türkiye’nin kuzeydoğusuna doğru hareket etmesi, Karadeniz kıyılarına uzanan 850 hPa’da 18-22°C aralığındaki sıcaklık bantları ve 500 hPa’da batı rüzgârlar, SHD sürelerinin uzamasına neden olan ana sinoptik koşullar olarak belirlenmiştir.

Sıcak Hava Dalgaları (SHD) insan sağlığını olumsuz olarak etkileyen en önemli atmosferik olaylardan bir tanesidir. Bu nedenle bu çalışmada sıcaklık –sağlık ilişkisi de araştırılmıştır. Yapılan çalışmada SHD’lerin insan sağlığına etkilerini incelemek için

Türkiye'nin en kuzeybatısında ve en güney batısında yer alan Edirne ili ile Fethiye seçilmiştir. Türkiye'nin Akdeniz bölgesi SHD'lerin sayısında en çok artışın meydana geldiği bölgelerden biri olduğu için, çalışma alanından biri olarak Fethiye seçilmiştir. Bu amaçla Fethiye'de 2019 yılının 1 Mayıs-30 Eylül tarihleri arasında meydana gelen SHD'lerin insan sağlığına etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmada SHD'ler, günlük maksimum sıcaklıkların %90'lık eşik değerinin üzerinde art arda en az 3 gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar tanımlanmıştır. Bu tanım kullanılarak 2019 yılında uzunlukları sırasıyla 6, 7 ve 5 gün olan toplam 3 SHD (SHD 1, SHD 2 ve SHD 3) tespit edilmiştir. Bu SHD'lere, bitimlerinden itibaren üçer günlük gecikmeler eklenmiştir ve uzunlukları sırasıyla 9, 10 ve 8 gün olmuştur. İstatistiksel analizlerde logaritmik Z testi yöntemi kullanılarak 3 gün gecikmeli SHD günlerindeki hastane verileri ile referans günlerindeki hastane verileri karşılaştırılmıştır. Referans verileri olarak 2014-2018 yılları arasındaki 5 yılın 1 Mayıs-30 Eylül tarihleri arasındaki hastane verileri kullanılmıştır. Sonuç olarak 2019 yılında meydana gelen 3 SHD'de, hastane başvurularında SHD 1, SHD 2 ve SHD 3'te elde edilen Risk oran (RR) değerleri ve anlamlılıkları sırasıyla 1.09 (95% CI: 1.06-1.12), 1.11 (95% CI: 1.08-1.14) ve 1.13 (95% CI: 1.09-1.16), ( $p<0.05$ ) olarak bulunmuştur. Bu üç SHD süresince hastaneye toplamda 2524 ekstra başvuru yapıldığı tespit edilmiştir. SHD'lerin ölümler üzerindeki etkisi incelendiğinde ise SHD 1, SHD 2 ve SHD 3'te elde edilen RR değerleri ve anlamlılıkları sırasıyla 1.90 (95% CI: 1.04-3.46), 1.96 (95% CI: 1.03-3.75) ve 2.18 (95% CI: 1.13-4.20), ( $p<0.005$ ) olarak bulunmuştur. Sonuç olarak 2019 yılında meydana gelen üç SHD'de toplam 22 ekstra ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir. Meydana gelen ölümler yaşlara göre incelendiğinde en çok etkilen grubun %82 ile 65 yaş ve üzeri olduğu görülmüştür. Ölenlerin % 64'ünün erkek ve % 36'sının kadın olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Fethiye'de SHD'lerin insan sağlığını olumsuz olarak etkileyen en önemli doğal felaketlerden biri olduğunu göstermektedir.

Sıcak hava dalgalarının insan sağlığına etkilerini belirlemek amacıyla ikinci çalışma alanı olarak Edirne seçilmiştir. Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Edirne şehrinde 2018 yılının Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında kaydedilen poliklinik kayıtları ve bu aylardaki günlük maksimum sıcaklıkları içeren atmosfer verileri temin edilmiştir. Analizlerde SHD, günlük maksimum sıcaklıkların %90 eşik değerinin üzerinde art arda en az 3 gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır. Bu tanımla



30 Ağustos- 4 Eylül tarihleri arasında 6 günlük bir SHD tespit edilmiştir. Bu SHD'ye 3 günlük gecikmeler eklenerek uzunluğu 9 gün olmuştur. Analizlerde 6-29 Ağustos arasındaki poliklinik verileri ile 8 Eylül- 3 Ekim tarihleri arasındaki poliklinik verileri referans olarak kullanılmıştır. Analiz için logaritmik Z testi yöntemi kullanılmıştır ve SHD-sağlık ilişkisini gösteren risk oranı (RR) hesaplanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda 9 günlük SHD ile hastane başvuruları arasındaki ilişkiyi gösteren RR 1.19 (95% CI: 1.17-1.21  $p<0.05$ ) olarak hesaplanmıştır ve toplamda 2557 ekstra hastane başvurusu gerçekleştiği tespit edilmiştir. Hastane başvuruları cinsiyete göre incelendiğinde; kadın hasta başvurularının erkeklere göre daha fazla olduğu görülmüştür. SHD esnasında kadın hasta başvurularındaki artışı gösteren RR 1.20 (95% CI: 1.17-1.23  $p<0.05$ ) olarak hesaplanmıştır. Başvurular yaşlara göre sınıflandırılarak <15,15-64 ve >65 olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Yapılan analizler sonucunda en fazla artışın çocuk (<15) yaş grubundaki hastalarda olduğu görülmüştür ve artışı gösteren RR değeri 1.33 (95% CI: 1.24-1.42  $p<0.05$ ) olarak hesaplanmıştır. Polikliniklerdeki hasta yoğunlukları incelendiğinde ise 1.36 (95% CI: 1.30-1.43  $p<0.05$ ) RR ile en çok hasta başvurusunun kardiyoloji polikliniğine yapıldığı belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları ileride SHD'lere karşı alınacak önlemlere yol gösterici olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Sıcak Hava Dalgaları, küresel ısınma, Bölgesel Trendler, Sinoptik Kompozitler, Türkiye, Ölüm Oranları, Hastalık Oranları, Hastane Başvuruları, Fethiye, Poliklinik, Kardiyoloji, Edirne

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECTS OF HEATWAVES ON HUMAN HEALTH**

In this study, firstly, the long-term changes in the number and duration of Heat Waves (HWs) in Turkey were examined and then using these results, the effects of HWs on human health were analyzed.

This study firstly, investigates the frequency distribution and magnitude changes of heat waves (HWs) together with their controlling synoptic mechanisms for Turkey. For this purpose, daily maximum temperature (Tmax) records of 94 meteorological stations, which are homogenously distributed over Turkey, are used for the period 1960-2019. Tmax above the 90<sup>th</sup> percentile and at least three consecutive days are used to define heat wave (TmaxHW) for the warm period (May—September) of a year. According to the main results, total numbers of HWs are in increasing mode in Turkey, with the highest frequency in the last decade (2010-2019). The maximum increase in the number of HWs (NHWs) is shown in the coastal areas (Marmara, Aegean and Black Sea regions with 0.54, 0.46, and 0.44 NHWs/decade, respectively) of Turkey. For Aegean region, extension of Asiatic summer monsoon low to the central Anatolia and associated easterly terrestrial surface winds, high temperature gradients at 850-hPa (22°C), a mid-level ridge extension from northern Africa to the western Turkey and related abnormal decreases in cloud cover (70% decrement when compared to long-term means) are the main reasons causing high number of heat wave events. On the other hand, the increase in HW duration is greater at the stations located over Black Sea, especially in the last two decades (2000-2019). Moving of deeper Asiatic summer monsoon low to the northeastern of Turkey, temperature advection (18-22°C at 850-hPa) across the Black Sea coast and western winds at 500-hPa are shown as the main synoptic conditions controlling the duration of HWs in the Black Sea region of Turkey. The results could become a useful tool for weather forecasters in order to better predict the occurrence of HWs.

Heatwaves (HWs) are one of the most important atmospheric events that negatively affect human health. In recent years, there have been many studies investigating the negative effects of HWs on human health in different parts of the world. In this study, HWs which

occurred between 1 May and 30 September 2019 in Fethiye Province, located in southwestern Turkey, were investigated for their effects on human health. In the study, daily maximum temperatures were used for the definition of HWs, and temperatures that continued for at least 3 consecutive days or more at the 90% threshold value were considered HWs. Using this definition, a total of 3 HWs (HW 1, HW 2, and HW 3) with lengths of 6, 7, and 5 days, respectively, were identified in 2019. Three lag days were added to the end of these HWs, and their lengths were 9, 10, and 8 days, respectively. In statistical analyses, hospital data recorded on HWs days (including the 3 lag days) on reference days were compared using the logarithmic Z test method. Hospital data between May 1st and September 30th in the 5 years between 2014 and 2018 were used as reference data. As a result, in the 3 HWs that occurred in 2019, the relative risk (RR) values and their confidence intervals in HW 1, HW 2, and HW 3 at hospital admissions were 1.09 (95% CI: 1.06–1.12), 1.11 (95% CI: 1.08–1.14), and 1.13 (95% CI: 1.09–1.16), ( $p < 0.05$ ), respectively. When the effect of HWs on death was examined, the RR values and confidence intervals in HW 1, HW 2, and HW 3 were 1.90 (95% CI: 1.04–3.46), 1.96 (95% CI: 1.03–3.75), and 2.18 (95% CI: 1.13–4.20), ( $p < 0.005$ ), respectively. As a result, it was determined that a total of 22 extra deaths that occurred in three HWs were recorded in 2019. When the deaths were analysed by age, it was seen that the most affected group was 65 years and older, accounting for 82% of deaths. It was determined that 64% of the deaths were in men, and 36% were in women. These results show that HWs in Fethiye are one of the most important natural disasters that negatively affect human health.

Edirne was chosen as the second study area in order to determine the effects of heat waves on human health. This study aimed to determine the health effects of the 9-day HW in 2018 in Edirne, located in northwest Turkey. For this purpose, polyclinic registration data was recorded in June, July, August, and September 2018, and atmospheric data, including daily maximum temperatures in these months, were obtained. HW is defined as temperatures at the 90% threshold of daily maximum temperatures and persisting for at least three consecutive days or more. Based on this definition, a 6-day HW was detected between August 30 and September 4. Lags of 3 days were added to this HW, and its length became nine days. Polyclinic data from August 6 to 29 and from September 8 to October 3 were used as a reference in the analyses. The logarithmic Z test method was used for the analysis, and the risk ratio (RR) was calculated to show the HW-health

relationship. As a result of the study, the RR showing the relationship between 9-day HW and hospital admissions was calculated as 1.19 (95% CI: 1.17-1.21  $p<0.05$ ), and it was determined that there were 2557 extra hospital admissions in total. When hospital admissions were analyzed according to gender, it was observed that female admissions were higher than male admissions, and the RR for female admissions was 1.20 (95% CI: 1.17-1.23  $p<0.05$ ). In order to analyze the admissions by age, the data were divided into three groups as  $<15$ , 15-64, and  $>65$ . As a result of the analysis, the highest increase was observed in patients  $<15$  years of age, and the RR was 1.33 (95% CI: 1.24-1.42  $p<0.05$ ). When the patient density in polyclinics was analyzed, the cardiology polyclinic had the highest number of patient admissions with an RR of 1.36 (95% CI: 1.30-1.43  $p<0.05$ ). The results of the study will be the guide for the measures to be taken against HWs in the future.

**Key words:** Heat Waves, Global Warming, Regional Trends, Synoptic Composites, Turkey, Mortality, Morbidity, Hospital Admissions, Fethiye, Polyclinic, Cardiology, Edirne

## **YENİLİK BEYANI**

Türkiye’de sıcak hava dalgalarının oluşumunu etkileyen sinoptik mekanizmaların rolü ile meydana gelen SHD’lerin sıklığını ve büyüklüğünü etkileyen atmosferik koşulları inceleyen ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada SHD’leri meydana getiren sinoptik koşullar incelenmiştir. Ayrıca meydana gelen SHD’lerin sıklığını ve büyüklüğünü etkileyen atmosferik koşullar ortaya konmuştur. Özellikle bulut örtüsün SHD oluşumlarına etkisi incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda bulut örtüsünde meydana gelen azalmanın SHD’lerin sayısını ve süresini artırdığı bulunmuştur.

SHD’leri meydana getiren atmosferik koşullar yanında SHD’lerin insan sağlığına etkileri de incelenmiştir. Türkiye’de SHD’lerin insan sağlığına etkilerini araştıran çalışmalar sınırlı sayıdadır. Özellikle ülkemizin güney ve kuzey batısında SHD’lerin insan sağlığına etkilerini inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Bu yüzden bu çalışmada Türkiye’nin güney batısında yer alan Fethiye ve kuzey batısında yer alan Edirne bölgelerinde SHD’lerin insan sağlığına etkileri incelenmiştir. SHD’lerin insan sağlığına etkilerini belirlemek amacıyla Fethiye Devlet hastanesinden alınan 2014-2019 yıllarının mayıs ve eylül ayları arasındaki hastane verileri incelenmiştir. Yine Edirne İl Sağlık Müdürlüğü’nden alınan 2018 yılına ait hastane başvuru kayıtları incelenmiştir. Her iki şehir için yapılan çalışmalar sonucunda SHD dönemlerinde ölüm oranlarında ve hastane başvurularında belirgin artışlar meydana geldiği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları ileride meydana gelecek SHD’lere karşı alınacak önlemlere yol gösterici olacaktır.

**Yunus ÖZTÜRK**

**Prof. Dr. Bülent Oktay AKKOYUNLU**

**Doç.Dr. Hakkı BALTACI**

## SEMBOLLER

|                                     |                                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------|
| $^{\circ}\text{C}$                  | : Santigrat derece                       |
| $\text{km}^2$                       | : Kilometre kare                         |
| hpa                                 | : Hekto paskal                           |
| RR                                  | : Risk ratio (risk oranı)                |
| $\text{Dr}_{\text{SHD}}$            | : SHD dönemindeki ölüm oranı             |
| $\text{Dr}_{\text{Referans Dönem}}$ | : Referans dönemlerdeki ölüm oranı       |
| Z                                   | : Doğal Logaritmik Z Test                |
| CI                                  | : Güven Aralığı                          |
| p                                   | : İstatistiksel olarak anlamlılık değeri |

## KISALTMALAR

|           |                                       |
|-----------|---------------------------------------|
| SHD       | : Sıcak Hava Dalgası                  |
| vd.       | : Ve diğerleri                        |
| DYS       | : Deniz Yüzeyi Sıcaklığı              |
| Tmax      | : Günlük maksimum sıcaklık            |
| Tmin      | : Günlük minimum sıcaklık             |
| Tmean     | : Günlük ortalama sıcaklık            |
| MB        | : Marmara Bölgesi                     |
| EB        | : Ege Bölgesi                         |
| AB        | : Akdeniz Bölgesi                     |
| İAB       | : İç Anadolu Bölgesi                  |
| KB        | : Karadeniz Bölgesi                   |
| DAB       | : Doğu Anadolu Bölgesi                |
| GAB       | : Güneydoğu Anadolu Bölgesi           |
| NCEP/NCAR | : NCEP/NCAR Reanalysis veri seti      |
| DMSLP     | : Ortalama deniz seviyesi basıncı     |
| MGM       | : Meteoroloji Genel Müdürlüğü         |
| SPSS      | : İstatistik programı                 |
| TÜİK      | : Türkiye İstatistik enstitüsü        |
| SHDGS     | : Sıcak hava dalgası gün sayısı       |
| FİNM      | : Fethiye İlçe Nüfus Müdürlüğü        |
| ABD       | : Amerika Birleşik Devletleri         |
| KOAH      | : Kronik obstrüktif akciğer hastalığı |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2. 1. Türkiye'deki 94 meteoroloji istasyonunun (kahverengi noktalar) dağılımı...                                                                                                                                                    | 32 |
| Şekil 3. 1. 1960 ile 2019 Yılları arasındaki ılık mevsim (1 Mayıs-30 Eylül) döneminde istasyonların SHD eşik değerleri (Tmax'ın 90. yüzdelik dilimi, °C olarak gölgeli renkler).<br>.....                                                 | 40 |
| Şekil 3. 2. Türkiye'de onar yıllık ortalama SHD sayıları.....                                                                                                                                                                             | 41 |
| Şekil 3. 3. (a) 1960-2019 Dönemi boyunca istasyonların SHD sayılarının zamana bağlı değişimler. (b) 1960-2019 Döneminde yaz aylarında Ege Bölgesi'nin alan ortalamalı bulut kapsamı ve SHD'ler sırasındaki bulutluluk (gri çubuklar)..... | 42 |
| Şekil 3. 4. 1960-2019 Dönemi boyunca Türkiye'nin her bölgesi (siyah çizgiler) için SHD sayısının zamansa değişimi. (Kesik kırmızı çizgiler, SHD sayılarının doğrusal regresyonunu göstermektedir.) .....                                  | 43 |
| Şekil 3. 5. 1960-2019 Dönemi için Türkiye'deki toplam sıcak hava dalgası sayılarının onar yıllık değişimi .....                                                                                                                           | 45 |
| Şekil 3. 6. 1960-2019 Dönemi boyunca istasyonların sıcak hava dalgalarının ortalama gün sayısındaki eğilimleri.....                                                                                                                       | 46 |
| Şekil 3. 7. 1960-2019 Dönemi boyunca Türkiye'nin her bölgesi (siyah çizgiler) için sıcak hava dalgalarının gün sayısındaki zamansal değişimi.....                                                                                         | 46 |
| Şekil 3. 8. Sıcak hava dalgalarının ortalama gün sayısındaki on yıllık değişimi.....                                                                                                                                                      | 47 |
| Şekil 3. 9. (a) Her SHD'lerde Günlerin Toplam Sayısının Zamansal Değişimi.....                                                                                                                                                            | 48 |
| Şekil 3. 10.a. 1960'tan 2019'a Kadar Sıcak Dönem İçin MSLP-Hpa (Siyah Çizgiler), 850 Hpa'da Sıcaklık (Gölgeli Renkler, °C), 500 Hpa'da Jeopotansiyel Yükseklik (Kesikli Kırmızı Çizgiler, Baraj) İçin İklimsel Bileşik Haritaları. ....   | 49 |
| Şekil 3. 11. 2019 Yılı sıcak hava dalgaları ve hastane başvuruları.....                                                                                                                                                                   | 53 |
| Şekil 3. 12. 2019 Yılı sıcak hava dalgaları ve ölümler .....                                                                                                                                                                              | 55 |
| Şekil 3. 13. 2018 yılında Edirne ilinde sıcak hava dalgası ve hastane başvuruları.....                                                                                                                                                    | 58 |



## TABLO LİSTESİ

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 3. 1. İllere göre sıcak hava dalgası eşik değerleri .....                          | 36 |
| Tablo 3. 2. Yıllara göre tanımlayıcı istatistik veriler .....                            | 51 |
| Tablo 3. 3. 2019 Yılı sıcak hava dalgaları dönemlerinde hastane başvuruları .....        | 52 |
| Tablo 3. 4. 2019 Yılı sıcak hava dalgaları ve ölüm oranları.....                         | 54 |
| Tablo 3. 5. 2019'da Sıcak hava dalgalarına bağlı yaşlara özgü ölüm oranları .....        | 54 |
| Tablo 3. 6. 2019 Yılında sıcak hava dalgalarına bağlı cinsiyete özgü ölüm oranları ..... | 56 |
| Tablo 3. 7. Edirne için yıllara göre tanımlayıcı istatistikler .....                     | 56 |
| Tablo 3. 8. 2018 yılında sıcak hava dalgası dönemlerinde hastane başvuruları .....       | 57 |
| Tablo 3. 9. 2018 sıcak hava dalgası dönemlerinde poliklinik kabulleri .....              | 59 |

## 1. GİRİŞ

Bir çok literatür çalışmasında, insan kaynaklı küresel ısınmadan dolayı yeryüzündeki Sıcak Hava Dalgaları (SHD)' nin daha sık meydana geldiği sonucuna varılmıştır (Jones vd. 2008; Christidis ve Stott, 2014; Kong vd., 2020). SHD'lerin sıklığındaki ve şiddetindeki bu belirgin artış sıcaklığın tetiklediği hastalıkları (Sun vd., 2014; Calkins vd., 2016); ölümleri (Huynen vd., 2001), tarımsal zararları (Van der Velde vd., 2012), orman yangınlarını (Schuldt vd., 2020) ve soğutma için artan enerji talebini (Miller vd., 2008; Burillo vd., 2017) artırmıştır. Buna ek olarak, Meehl ve Tebaldi'nin (2004) yaptıkları model sonuçlarından, 21. Yüzyılın ikinci yarısında SHD'lerin daha yoğun, daha sık ve daha uzun süreli olacakları öngörülmektedir. SHD'lerin sosyal yaşam üzerindeki önemli etkilerinden dolayı, bazı araştırmacılar SHD'lerin mekânsal ve zamansal değişimlerini analiz ederken (Smith vd., 2013; Rusticucci vd., 2015; Yoon vd., 2020), diğer araştırmacılar SHD'leri tetikleyen atmosferik mekanizmaları araştırmışlardır (Theoharatos vd., 2010; Wang vd., 2016; Valerianova vd., 2017; Yoon vd., 2018; Demirtaş, 2018). SHD esnasında çevre sıcaklığı - vücut konfor sıcaklık ilişkisi kardiyovasküler sistemiyle ilişkili olup, vücudun sıcaklığa uyum yeteneği ile kan basıncını kontrol eder. Artan termal stresle ( sıcaklık yükü), kalp-damar sistemine olan gereksinimler vücudun sıcaklığa uyumunu sağlamak için artmaktadır (Laschewski ve Jendritzki, 2002). Bu nedenle, sıcak hava dalgalarının insan sağlığı ve ölümler üzerindeki etkileri detaylı araştırılmaya başlanmıştır (Tetre vd., 2006; Shakoov vd., 2006; Poitrine vd., 2006). Örnek olarak, ekstrem hava koşulları neticesinde ortaya çıkan 2003 yılı sıcak hava dalgası sırasında, Avrupa'da 70000'den fazla ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir (Robine vd., 2008). Özellikle Fransa'da 1 ile 20 Ağustos tarihleri arasındaki ölüm oranları mevsim normallerinden % 60 daha fazla artış göstermiş (Hemon ve Jouglu, 2003) ve bu artışlar sonucunda 14802 fazla ölümün meydana geldiği ve 9 Fransız şehrinde 3096 kişinin ölümüne neden olduğu öngörülmüştür (Tetre vd., 2006). 2006 yılında meydana gelen SHD sırasında ise, Fransa'da yaklaşık 2065 fazla ölüm meydana gelirken (Fouillet ve ark. 2008), Kaliforniya'da toplam 16166 ekstra acil servis ziyareti ve ortalamadan 1182 fazla sayıda hastaneye yatış meydana gelmiştir (Knowlton vd., 2009). 2010 yılının yaz aylarında, Rusya'nın başkenti Moskova'da 44 gün süren büyük sıcak hava dalgası neticesinde, özellikle 65 yaşından büyük insanlarda neredeyse 11000 ekstrem ölüm

gerçekleşmiştir (Shaposhnikov vd., 2014). Yine Tunus'ta yapılan bir çalışmada günlük maksimum sıcaklıklardaki 1 °C'lik artışın ölüm oranlarında %2'lik bir artışa neden olduğu bulunmuştur (Bettaieb vd., 2020).

Sıcak hava dalgalarının insan sağlığına etkilerini inceleyen çalışmalarda SHD dönemlerinde ölüm oranlarındaki artışlar, acil servis ve hastane başvurularındaki artışlar ve ambulans çağrılarındaki artışlar incelenmiştir.

2011 yılında ABD'nin Houston eyaletinde meydana gelen SHD'nin ölüm oranları ve acil servis başvuruları üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışma yapılmıştır (Zhang vd., 2015). Yapılan çalışmada SHD esnasında Acil servis başvurularında %3.6'lık bir artış meydana geldiği ve ölüm oranlarında %0.6'lık bir artış olduğu bulunmuştur.

İngiltere'de yapılan bir çalışmada 2003 yılında meydana gelen SHD'nin insan sağlığına etkileri incelenmiştir (Johnson H., vd., 2005). Bu çalışmada Londra'da hastana kabullerinde SHD olmayan günlere göre, 75 yaş ve üzerindeki hastalarda %16'lık bir artış; 0-64 yaş grubundaki hastalarda ise %4'lük bir artışın olduğu tespit edilmiştir.

Avustralya'da yapılan bir çalışmada SHD esnasında böbrek hastaları ve akut böbrek yetmezliği hastalarının SHD olmayan günlere kıyasla hastane yatışlarındaki artışlar incelenmiştir (Hainsen, A. L., vd., 2008). Bu çalışmada böbrek hastalarının hastaneye yatışlarında %10'luk bir artış gözlenirken, kronik böbrek yetmezliği hastalarının hastane yatışlarında %25'lik artış meydana geldiği ortaya konmuştur.

Türkiye'de bu alanda sınırlı çalışmalar mevcuttur. 2016 yılında İzmir'de meydana gelen SHD'de ölüm oranları %181 artarak 29 ekstra ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir (Oray vd., 2018). Ayrıca SHD esnasında hastane başvurularında %19 artış bulunmuştur. Yaşlara özgü ölüm oranları incelendiğinde; SHD dönemlerinde 65 yaş ve üzeri hastaların ölüm oranlarında %208 lük artış tespit edilmiştir. Ölümün nedenlerine bakıldığında ise; %37 Hiper Tansiyon, %10 Bunaklık ve %9 Kalp hastalıkları olduğu sonucuna varılmıştır.

Diğer bir çalışmada İstanbul'da 2013-2017 yılları arasında meydana gelen SHD'lerde 419 ekstra ölüm meydana geldiği bulunmuştur (Can, vd., 2019). SHD'lerin cinsiyete göre etkileri incelendiğinde ise, kadınların SHD'lerden daha çok etkilendiği görülmüştür. SHD'lerin yaşlara özgü etkileri araştırıldığında; 75 ve üzeri yaşlardaki insanların daha fazla etkilendiğini sonucu ortaya çıkmıştır. SHD dönemlerinde meydana gelen ölümlerin nedenleri olarak kalp hastalığı olanların SHD'lerden daha çok olumsuz etkilendiği tespit

edilmiştir.

### 1.1 Tezin Amacı

Türkiye'deki sıcak hava dalgası oluşumlarını tetikleyen atmosferik mekanizmalar ve SHD'lerdeki değişikliklerin sıklığına ve büyüklüğüne odaklanan ayrıntılı araştırmalar bulunmamaktadır. Bu amaçla, bu çalışma, Türkiye'deki sıcak hava dalgalarının uzun vadeli değişimlerini ve sıcak hava dalgası olaylarını üreten sinoptik mekanizmaların rolünü açığa çıkarmayı amaçlamaktadır. Ayrıca bu çalışmanın diğer bir amacı da sıcak hava dalgalarının insan sağlığına etkilerini ortaya koymaktır. Çünkü Türkiye'de sıcak hava dalgalarının insan sağlığına üzerindeki etkililerini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar da Türkiye'nin en kalabalık şehirlerinden İstanbul ve İzmir'de yapılmıştır. Ancak Türkiye'nin güneyi SHD'lerden en fazla etkilenen bölgelerin başında gelmektedir (Ünal vd., 2013). Bu bölgelerde SHD-sağlık ilişkisini araştıran herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca Türkiye'nin Kuzey batısında da SHD'lerin insan sağlığına etkilerini inceleyen bir çalışma yapılmamıştır. Bu yüzden bu çalışmada Türkiye'nin Güneybatısında yer alan Fethiye ve Kuzey batısında yer alan Edirne Şehri seçilmiştir.

Fethiye yerleşik nüfusu yaklaşık 162000 olan ve yaz aylarında ortalama 1 milyon turistin geldiği bir şehirdir. Fethiye 36° 39' 5''Kuzey ve 29° 7' 23'' Doğu koordinatlarında bulunmaktadır. 3.055 km<sup>2</sup>'lik yüz ölçüme sahip olup nüfusu 167.114 kişidir. Fethiye Akdeniz iklimine sahiptir ve yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Bu yüzden en sıcak yaz ayı ortalama olarak 32 C° ile Ağustos ayıdır. En soğuk ay ise ortalama 10 C° ile ocak ayıdır. Yıllık ortalama sıcaklığı 21 C°'dir (MGM, 2021).

Edirne, Marmara Bölgesi'nin Trakya bölümünde 40° 30' - 42° 00' kuzey enlemleri ile, 26° 00' - 27° 00' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Denizden yüksekliği 41 m ve 6.279 km<sup>2</sup>'lik yüz ölçüme sahip olup nüfusu 408.000 kişidir. Akdeniz iklimine sahiptir ve yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Bölgenin en sıcak ayı ortalama olarak 44 °C ile Temmuz ayıdır. En soğuk ay ise ortalama -19.5 °C ile Ocak ayıdır. Yıllık ortalama sıcaklığı 14 °C'dir. Gerek yerleşik nüfusu gerekse çok sayıda turistin ziyaret ettiği Fethiye ve Edirne şehirlerinde SHD'lerin sağlık risklerinin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı Fethiye ve Edirne şehirlerinde SHD'lerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Elde edilen sonuçlar ileride SHD'lerden

korunmak amacıyla yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.

## 1.2. Literatür Araştırması

1995 yılında İngiltere’de meydana gelen SHD özellikle Londra ve Galler bölgesinde etkili olmuş ve beş gün sürmüştür (Rooney, C., vd., 1998). Sıcak hava dalgası süresince günlük ölüm oranlarındaki değişim cinsiyet, yaş ve ölüm nedeni incelenerek analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda SHD esnasında 619 ekstra ölüm gerçekleştiği tahmin edilmiştir. SHD tüm yaş gruplarında etkili olduğu ve özellikle kadınların ve solunum yetmezliği olan hastaların etkilendiği belirlenmiştir.

Haziran 1995’te Amerika Birleşik Devletleri’nin Chicago eyaletinde SHD meydana gelmiştir (Semenza, J. C., vd., 1999). SHD’lerin insan sağlığı üzerine etkilerini araştıran çalışmaların geneli SHD kaynaklı ölümlere odaklanmıştır. Bu çalışmada Chicago meydana gelen SHD kaynaklı hastalık oranları ve önlemlere odaklanmıştır. SHD esnasında hastane kayıtlarında meydana gelen artışlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Chicago’da bulunan kırk yedi hastaneden SHD esnasındaki hasta kayıtları alınmış ve SHD’den önceki kayıtlarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda hastane başvurularında %11 artış olduğu ve 65 yaş ve üzeri hastalarda %35 daha fazla yatış olduğu açığa çıkmıştır. Artan başvuruların büyük kısmı su kaybı, sıcak hava tükenmesi ve sıcaklık çarpmasıdır. Çalışmanın sonucunda SHD’lerin etkilerinden insanları korumak için iklimlendirilmiş alanların artırılması ve yaşlı insanların önceden belirlenip kontrol edilmeleri önerilmiştir.

Yüksek sıcaklıkla ölüm oranlarının artışı arasındaki korelasyonu inceleyen birçok çalışma yapılmıştır (Huynen, vd. 2001). Hollanda’da yapılan bir çalışmada SHD’ler ile soğuk havanın da ölüm oranları üzerine etkileri araştırılmıştır. 1979 ile 1997 yılları arasında sıcak hava dalgaları ile soğuk havaya bağlı çeşitli hastalıklara ilgili ölüm oranları araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda soğuk havanın ölüm oranlarını artırdığı görülmezken SHD’lerin ölümleri artırdığı görülmüştür.

Amerika Birleşik Devletleri’nde 2001 yılına kadar sıcak ve soğuk hava dalgalarının insan sağlığına etkilerini inceleyen makalelerin derlendiği bir çalışma yapılmıştır (McGeehin, M. A., vd., 2001). Bu çalışmada soğuk hava dalgalarının daha ölümcül olduğu belirtilmiştir. Yaşlılar, çocuklar, kronik hastalığı bulunanlar ile yatalak olanlar sıcak ve

soğuk hava dalgalarından en çok etkilendikleri ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonucunda sıcak hava dalgalarından klima kullanarak korunabileceği belirtilmiştir. Önlem olarak SHD eylem planlarının hazırlanması gerektiği vurgulanmıştır.

Londra ve Sofya’da sıcak ve soğuk havanın ölüm oranları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada dört yıllık günlük ölümler, hava kirliliği ve hava durumu verileri kullanılmıştır (Pattenden, S., vd., 2003). Bu çalışmada sıcaklıkla ölüm arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Genelleştirilmiş Katı Model Yöntemi kullanılmıştır. Sıcak ve soğuk havalar için iki günlük ortalama sıcaklıklar kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda aşırı soğuklarda her bir derecelik azalma için ölüm oranı Londra için %4.2, Sofya için ise %1.8 artışı görülmüştür. Aynı şekilde aşırı sıcaklıklarda her bir derece artış için ölüm oranı Londra’da %1,9, Sofya’da %3,5 artış görülmüştür. Çalışmanın sonucunda sıcak ve soğuk havaların her iki şehirde de ölümler üzerinde artırıcı etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur.

2003 yılının Ağustos ayında Fransa’da meydana gelen SHD esnasında hastane acil servis başvuruları ve ölüm sayılarındaki artışı araştıran bir çalışma yapılmıştır (Dhainaut, J. F., vd., 2004). Bu çalışmada acil servislerde 2600 fazla acil servis ziyareti, 1900 fazla hasta kabulü ve 475 fazla ölüm meydana geldiği görülmüştür.

İngiltere’nin başkenti Londra’da yapılan bir çalışmada SHD’lerin acil servis başvuruları üzerindeki etkileri çeşitli nedenler ve yaş grupları açısından incelenmiştir (Kovats, R. S., vd., 2004). Zaman serisi analizi, 1994-2000 yılları arasında günlük acil servis kayıtları, mevsim, haftanın günleri, bağıl nem ve hava kirliliği gibi değişkenler kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda SHD’ler ile acil servis başvurularının arttığına dair açık kanıt olmamasına rağmen, böbrek hastalıkları, 5 yaşın altındaki çocuklar ve 75 yaşın üstündeki insanların acil servis başvurularında artış olduğuna dair kanıtlar bulunmuştur.

2003 yılında Fransa’da meydana gelen SHD’yi geçmişte meydana gelen SHD’lerle kıyaslayan bir çalışma yapılmıştır (Trigo, R. M., vd., 2005). Bu çalışmaya göre 2003 yılında meydana gelen SHD son 500 yılın en sıcak yazının yaşanmasına neden olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada SHD’nin etkilediği alan bakımından büyüklüğü ve ulaştığı maksimum sıcaklığı, daha önce meydana gelen SHD’lerle kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonucunda yüzey sıcaklıkları ve troposfer sıcaklıklarının Fransa’daki artan ölüm oranlarıyla ilişkisi gösterilmiştir.

Yüksek ve düşük sıcaklıkların insan sağlığına etkilerini araştıran bir çalışmada 65 yaş ve üstü kalp ve akciğer hastalarının hastanedeki ölüm kayıtları incelenmiştir (Schwartz, J., vd., 2005). Kronik kalp yetmezliği, diyabet ve koah gibi hastalıkların sıcak ve soğuk havalarda ölüm riski üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca cinsiyet yaş ve beyaz ırktan olmayanların sıcaklıktan etkilenme düzeyleri araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda diyabet hastalarının sıcaktan daha çok etkilendiği, koah hastalarının soğuk havada ölüm riskinin arttığı ve beyaz ırktan olmayanların hem sıcak hem de soğuk havalarda ölüm risklerinin arttığı bulunmuştur.

2003 yılında tüm Avrupa'da hissedilen sıcak hava dalgası İsviçre'de de etkili olmuştur (Grize, L., vd., 2005). Sıcak hava dalgasının İsviçre'deki bazı şehirlerde ölüm oranlarını araştıran bir çalışmada sıcak hava dalgasının meydana geldiği günlerde hastanelerde kayıtlı ölüm ve ölüm nedenleri ile günlük meteoroloji kayıtları incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda ölüm oranlarında %7'lik bir artış olduğu bulunmuştur. Lozan, Cenova ve Basel'de yaşayan yaşlı insanların sıcak havadan daha çok etkilendikleri ve ölümlerin en çok bu şehirlerde yaşayan insanlarda meydana geldiği bulunmuştur.

Hollanda'nın 2003 yılında meydana gelen SHD'de diğer Avrupa ülkelerine göre nispeten daha az etkilendiği söylenebilir (Garssen, J., vd., 2005). 2003 yılında meydana gelen SHD kaynaklı ölüm oranlarını inceleyen bir araştırmada Hollanda'da yaklaşık olarak 1400 ile 2200 kişi arasında kişinin öldüğü tahmin edilmektedir. Ölüm sayılarının nispeten diğer ülkelere göre daha az olmasının sebebi SHD'nin az nüfuslu bölgelerde meydana gelmesi ve diğer Avrupa ülkelerine göre kısa sürmesi olarak tahmin edilmektedir. Meydana gelen ölümlerin en çok yaşlı insanlarda gerçekleştiği görülmüştür.

2003 yılında Fransa'da meydana gelen sıcak hava dalgası sonucu birçok insanın ölmesinden dolayı Fransa yeni olabilecek SHD'den korunmak için erken uyarı sistemi oluşturmuştur (Pascal, M., vd., 2005). Erken uyarı sisteminde 14 şehir pilot bölge olarak seçilmiştir. Sistem bu şehirlerde geçmişte meydana gelen ölümler ve meteorolojik kayıtların analiz edilmesine dayanmaktadır. Tüm ülke genelindeki minimum ve maksimum sıcaklık değerleri tanımlanarak uyarı sistemi tüm ülkeye geneline yayılmıştır. 1 Haziran 2004 yılında faaliyete geçirilmiştir. Uyarı sistemi sağlık bakanlığı, Fransız meteoroloji bürosu ve ulusal sağlık gözetimi enstitüsü arasındaki işbirliği ile

yönetilmektedir. Sistem ile SHD'ler oluşmadan önce bir dizi önleyici eylemi hayata geçirerek meydana gelecek zararı minimuma indirmeyi hedeflenmektedir.

Yapılan bir çalışmada İspanya yarım adasının iki şehrinde SHD'lerin insan sağlığı üzerine etkileri incelenmiştir (Herrera, R. G., vd., 2005). Lizbon ve Madrid'de SHD kaynaklı ölümler araştırılmıştır. Her iki şehirde de sıcaklık belirli bir eşiği aştığında ölüm oranlarında kayda değer bir artış olduğu görülmüştür. Lizbon için eşik değer 34 C derece iken Madrid için bu değer 36 derecedir. Bu değerleri aşan ve 3 gün süren SHD'lerin çok sayıda ölüme neden olduğu görülmüştür. Bu şehirlerin SHD'lerden etkilenme düzeyleri karşılaştırıldığında Lizbon'un daha çok etkilendiği görülmüştür. Ayrıca kadınların erkeklere göre daha çok etkilendiği ve meydana gelen ölümlerde kadın sayısının erkeklerin yaklaşık iki katı olduğu ortaya çıkmıştır.

2003 yılında Fransa'da meydana gelen sıcak hava dalgası üzerine yapılan bir çalışmada sıcak hava dalgaları sonucu oluşan felaketin doğal ve sosyoekonomik nedenleri irdelenmiştir (Poumadere, M., vd., 2005). 2003 yılında Fransa'da SHD'lere karşı hazırlanmış herhangi bir plan yapılmamıştır. Yüksek sıcaklığın yanında sosyoekonomik kırılganlık ağustos 2003'te 14947 kişinin ölümüne neden olmuştur. Buna ek olarak birçok orman yangını ve kuraklık nedeniyle tarımsal alanlar zarar görmüştür. Ölümlerin yoğun olmasında etkilenenlerin yaş, cinsiyetine ek olarak; önceden var olan, hastalık, ilaç, kentsel konut, izolasyon, yoksulluk ve hava kirliliği gibi değişkenler de etkili olmuştur. Çalışmanın sonucunda SHD'lerle ilgili daha çok araştırma ve alınan önlemlerin artırılması gerektiği vurgulanmıştır.

2003 yılında Fransa'da meydana gelen SHD'nin ölüm oranları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır (Tertre, A. L., vd., 2006). Bu çalışmada dokuz Fransız şehrinde SHD'nin ölüm oranları üzerindeki etkisini zaman serisi yöntemi kullanılarak belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda SHD'ye bağlı 3096 aşırı ölüm meydana geldiği bulunmuş ve SHD'nin aşırı ölümlere neden olduğu ortaya çıkarılmıştır.

İtalya'da yapılan bir çalışmada sıcak havaya maruz kalan kişilerde görülen hastalıkların kayıt ve rapor edilmesine etki eden faktörler incelenmiştir (Mastrangelo, G., vd., 2006). Sıcak hava dalgaları esnasında hastane kayıtlarında sıcak havaya bağlı hastalıkların istatistiklerinin gerçeği yansıtır yansıtmadığı araştırılmıştır. Daha önce yapılan



alışmalar lm oranlarına odaklanırken, SHD'ye bağlı hastalık kayıtlarıyla ilgili yeterince çalışma yapılmadığı belirtilmiştir.

2003 yılında Avrupa'da meydana gelen SHD'den dolayı birçok insan ölmüştür (Kovats, R. S., vd., 2006). SHD'lerden korunmak amacıyla erken uyarı sistemleri kurulmuştur. Yapılan bir çalışmada erken uyarı sisteminin yapısı ve SHD'lerden korunmak için yapılması gerekenler incelenmiştir. Aynı zamanda SHD esnasında yapılması gerekenler açıklanmıştır.

Avrupa'nın üç büyük şehrinde (Londra, Milan ve Budapeşte) sıcak hava dalgalarının ölüm oranları üzerinde etkisini belirlemek amacıyla genişletilmiş zaman serisi yöntemi kullanılarak bir araştırma yapılmıştır (Hajat, S., vd., 2006). Bu alışmada Londra'da SHD ile ilişkilendirilmiş ölümlerin yarısından daha azı belirlenen SHD dönemlerinde meydana gelmiştir. Bu durum Budapeşte ve Milan'da beşte birden daha az olduğu bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda basit lineer denklemler kullanılarak SHD'nin ölüm oranları üzerindeki etkisinin tespit edilebileceği belirtilmiştir.

Fransa'da SHD kaynaklı ölümlerin oranları daha kesin olarak belirleyebilmek için iki ayrı hastanenin acil servis departmanlarında bir çalışma yapılmıştır (Claessens, Y. E., vd., 2006). Bu çalışmada 2001, 2002 ve 2003 yıllarının 1 Mayıs-30 Eylül tarihleri arasında acil servis başvurusundaki hasta profilleri ayrıntılı olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmada 2003 yılında meydana gelen SHD sırasında acil servis departmanına yönlendirilen hastalarla ilgili kolayca elde edilen değişkenler kullanılarak günlük bileşik gösterge oluşturulmuştur. Belirlenen gösterge  değişkenden oluşmaktadır. Bunlar 70 yaş üzeri hastaların yüzdesi, vücut ısısı 39 derecenin üzerinde olan hastaların yüzdesi ve acil servise kabul edilen veya ölen hastaların yüzdesidir. Çalışmanın sonucunda; göstergenin zaman eğrisinin belirlenen bölgedeki ölüm oranının belirlenmesinde uygun olduğu görülmüştür. Belirlenen göstergenin SHD kaynaklı ölümlerin engellemesi için erken uyarı sistemlerinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Sıcak hava dalgalarının gelecek dönemlerde daha sık görülmesi ihtimali yüksek olmasına karşın, sıcak çarpmasının insan ölümleri üzerindeki etkisi hakkında çok az şey bilinmektedir (Misset, B., vd., 2006). Yapılan bir çalışmada Fransa'da 2003 yılında meydana gelen SHD esnasında hastanelerin yoğun bakım ünitelerinde meydana gelen hasta ölümleri için risk faktörleri ve hastalık sonuçlarının tahminleri incelenmiştir.

Ağustos 2003'te sıcaklık çarpmasını belirlemek için belirlenen hastanelerdeki hekimlere anket gönderilmiştir. Bu anket; demografik bilgileri, yoğun bakım ünitesindeki yoğunluğu, iklimlendirme sisteminin etkinliği ve hastane ölüm oranlarını içermiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda, sıcak hava çarpması nedeniyle yoğun bakım ünitesine başvuran hastaların ölüm oranlarının yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Yoğun bakım ünitesindeki iklimlendirme sisteminin olmaması ölüm riskini artırmaktadır.

Fransa'da 60 yaş ve üzerindeki muhtaç insanlara devlet ödenek vermektedir. Bu ödeneğin miktarı muhtaçlık düzeyine göre değişmektedir (Belmin J., vd., 2007). Muhtaçlık düzeyi ile SHD'lerden kaynaklı ölüm riski arasındaki ilişkiyi belirlemek için 2003 yılında Fransa'da bu ödeneği alan 31000 kişi incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda muhtaçlık düzeyinin fazla olduğu insanların yüksek hava sıcaklıklarında ölüm risklerinin de fazla olduğu bulunmuştur. SHD'lerden koruma çalışmalarının özellikle bu insanlar üzerinde yoğunlaştırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Avustralya'nın Adelaide şehrinde SHD'lerin insanlar üzerindeki olumsuz etkilerini belirlemek amacıyla hastanelerdeki ambülans çağrıları, acil servis kayıtları ve ölüm oranları üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Nitschke, M., 2007). Bu amaçla sıcak hava dalgası olmayan dönemlerdeki hastane kayıtlarıyla, sıcak hava dalgası esnasındaki hastane kayıtları Vaka-Serisi çalışmasıyla kıyaslamışlardır. Çalışmayı 1993-2006 yılları arasındaki hastane kayıtlarını incelenerek gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda SHD esnasında ambülans sayılarında %4'lük artış meydana geldiği, toplam hastane başvurularının %7 arttığı, toplam ruh sağlığı başvurularının %7 arttığı, böbrek hastalığı başvurularında %13 ve istemik kalp hastalıklarında %8 artış meydana geldiği görülmüştür.

İngiltere'de sıcak ve soğuk hava dalgalarının olumsuz etkilerinden dolayı kimlerin risk altında olduğu konusunda yeterli bir araştırma yapılmamıştır (Shakoor, H., vd., 2007). İngiltere ve Galler'de soğuk ve sıcaktan en çok etkilenen alt grupları belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada 1993-2003 yılları arasında bu bölgede bulunan tüm bakım evleri ve huzur evlerinde kayıtlı insanların günlük ölüm oranlarına bağlı ekolojik zaman serisi metodolojisi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Londra'nın doğu bölgesinde sıcaklığa bağlı, tüm araştırma alanında ise soğuğa bağlı ölümlerin olduğu görülmüştür. En çok etkilenenlerin solunum hastalığı olanların ve kadınların olduğu

görülmüştür. Sıcak ve soğuk havadan korunmak için yapılan çalışmaların tüm yaşlı insanları kapsaması gerektiği vurgulanmıştır.

2006 yılında Avrupa'nın batısında sıcak hava dalgası meydana gelmiş ve Fransa bu sıcak hava dalgasından çok etkilenmiştir (Fouillet, A., vd., 2008). 2003 yılında özellikle Fransa'da meydana gelen ve sonuçları felakete dönüşen sıcak hava dalgasından sonra ulusal ve yerel olarak birçok önlem alınmıştır. Sıcak hava dalgasına karşı halkı uyarmak için erken uyarı sistemleri kurulmuştur. Yapılan bir çalışmada 2003 yılından sonra SHD'ye karşı alınan önlemlerin etkinliğini belirlemek amacıyla 2006 yılında meydana gelen ölüm oranlarının sonuçları, SHD meydana gelmeden önce yapılan tahminlerle karşılaştırılmıştır. Alınan önlemlere dayanarak yapılan tahminlerde Fransa'da SHD kaynaklı 6452 kişinin ölebileceği tahmin edilmiştir. 2006 yılında meydana gelen SHD'de ise 2065 kişi sıcak hava dalgasından dolayı hayatını kaybettiği belirlenmiştir. Meydana gelen ölüm miktarı beklenenden yaklaşık 4400 kişi daha az gerçekleşmiştir. Bu sonucun, insanlarda SHD'lerle ilgili farkındalığın arttığını ve alınan önlemlerin işe yaradığını gösterdiği belirtilmiştir.

Roma, Stockholm, Torino Valencia, ve Zürih'te sıcak hava dalgasıyla meydana gelen ölümler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır (Baccinhi, M., vd., 2008). Hava sıcaklıklarının ölüm oranları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla hava sıcaklığı eşik değerleri belirlenmiştir. Bu sıcaklık kuzey Avrupa şehirlerinde 23.3 derece iken Akdeniz şehirlerinde 29,4 derece olarak belirlenmiştir. Sıcak hava dalgası en çok solunum yetmezliği hastaları ile yaşlıların ölümüne neden olmuştur. Avrupa genelinde sıcak hava dalgalarının ölüm oranları üzerinde önemli bir etkisi olduğu vurgulanmıştır.

2003 yılında Avrupa'da meydana gelen SHD sonucu birçok insanın ölümüne neden olmuştur. Yapılan birçok araştırmada bu tarihte meydana gelen ölüm oranlarında farklı sonuçlar bulunmuştur (Robine, J. M., vd., 2008). Fransa'da yapılan bir çalışmada Avrupa'da bulunan 16 ülkede 2003 yılında meydana gelen SHD'ye bağlı ölümleri araştırılmıştır. Bu çalışmada Avrupa'da 70000'e yakın kişinin SHD'den dolayı öldüğü bulunmuştur.

Avrupa'nın üç şehrinde (Milano, Budapeşte ve Londra) yüksek hava sıcaklıklarının günlük ölüm oranlarına etkisini araştıran bir çalışma yapılmıştır (Ishigami, A., vd., 2008). SHD kaynaklı ölümlerin yaş, cinsiyet ve sosyoekonomik açıdan incelemesi yapılmıştır.

Bu çalışmada üç şehir ısıya bağlı ölümleri belirlemek için genel bir zaman serisi yaklaşımı kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda Londra ve Budapeşte’de sosyoekonomik durumun SHD kaynaklı ölümler üzerinde etkisinin olduğuna dair bir kanıt bulunamamıştır. Ancak Milano’da genç ve varlıklı olanların daha fazla risk altında olduğu bulunmuştur. Sıcaklığa bağlı risklerin özellikle Londra ve Milano’da yaş ve cinsiyete göre artışı gösterilmiştir. Bu çalışmaya göre özellikle kadınlar SHD’lerden daha çok etkilenmektedir.

Yapılan bir çalışmada Avrupa’nın 25 şehrinde SHD’nin insan sağlığına etkileri araştırılmıştır (Baccini, M., vd., 2008). Yapılan çalışmada maksimum hissedilir sıcaklıklarda 1C°’lik artışın, akdeniz kıyılarındaki şehirlerde %3.12 ve kuzey Avrupa şehirlerinde ise %1.84 oranında artış meydana geldiği tespit edilmiştir.

2001-2008 yılları arasında yayınlanan SHD’ler ve ölüm oranları ile ilgili makaleler incelenerek bir derleme çalışması yapılmıştır (Basu R., vd., 2009). Bu çalışmada toplam 36 makale belirlenerek 3 gruba ayrılmıştır. 1. Yüksek ortam sıcaklığı ve ölüm oranları, 2. Yüksek ortam sıcaklığı ve ölüm oranı ilişkisinin çelişkileri ve hava kirleticileri, 3. Yüksek ortam sıcaklığı ve ölüm oranlarının etkilediği savunmasız alt gruplar. Bu çalışmayla sıcak havanın en çok kalple ilgili hastaları etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca savunmasız alt gruplar olarak da, siyah ırk, etnik gruplar, kadınlar sosyoekonomik durumu düşük olanlar ve 65 yaş üstü insanlar oldukları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda özellikle kentsel alanda SHD’lere karşı önlemlerin atılması gerektiği vurgulanmıştır.

Sıcak hava dalgalarının ölüm oranları üzerindeki etkisini araştıran bir çalışma İtalya’nın Roma şehrinde yaşayan 65 yaş ve üzeri insanlar incelenerek yapılmıştır (Schifano, P., vd., 2009). Araştırma 2005 ile 2007 yılları arasında sınırlandırılmıştır. SHD’lerden en çok etkilenenlerin 65-74 yaş arasında olan insanlar, yalnız yaşayanlar, kalp hastalığı, solunum yetmezliği olanlar olduğu bulunmuştur. 75 yaş ve üstü kadın ve evlenmemiş olanların sıcağa karşı daha hassas olduğu görülmüştür.

SHD’lerden özellikle yaşlıların olumsuz olarak etkilediği bilinmektedir. İngiltere’de SHD’lerden korunmak amacıyla SHD eylem planı hazırlanmıştır (Abrahamson, V., vd., 2009). Hazırlanan SHD eylem planının uygulanabilir olup olmadığının belirlemek amacıyla yaşlı bakım sektöründe çalışan hizmetli, hemşire ve gönüllülerden oluşan personellerle görüşmelere dayalı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda az

sayıda çalışanın SHD eylem planından haberdar olduğu, ancak çok sayıda çalışanın ise SHD'lerin özel önlem alınacak kadar sıklıkla meydana gelmediğini düşündükleri ortaya çıkmıştır. Eylem planının uygulanmasında karşılaşılan aksaklıkları gidermek için birçok sektörün iş birliği içinde çalışması gerektiği vurgulanmıştır.

2006 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinde SHD meydana gelmiştir (Knowlton, vd., 2009). Bu hastanelerdeki hasta yatışlarında ve acil servislerdeki artışlarının sebebinin genel bir durum olup olmadığı veya SHD'lerden mi kaynaklandığını belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Kaliforniya'nın altı bölgesinde hastane yatışları ve acil servis kayıtları toplanmıştır. SHD esnasında ekstra 16166 acil servis başvurusu ve 1182 hastane yatışı tespit edilmiştir. 0-4 yaş aralığındaki çocuklar ve 65 ve üstü yaşlardaki insanların risk altında olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda SHD'lerin ölüm oraları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır.

D'Ippoliti'nin yaptığı çalışmada 1990-2004 yılları arasında Avrupa'da meydana gelen SHD'ler incelemiştir (D'Ippoliti, D., vd., 2010). Özellikle 2003 yılının yaz ayında meydana gelen SHD'lerin dokuz Avrupa şehrindeki etkisini karşılaştırmıştır. Hava sıcaklıklarının normal olduğu dönemlerdeki ölüm oranlarıyla SHD'ler esnasında meydana gelen ölüm oranlarını kıyaslamıştır. Buna göre Akdeniz kıyılarında bulunan şehirlerde SHD kaynaklı ölüm oranlarının kuzey Avrupa'da bulunan şehirlere göre daha fazla olduğunu göstermiştir. SHD'lerden en çok 65 yaş üstündeki insanların etkilendiği görülmüştür.

Portekiz'in iki büyük şehrinde Lizbon ve Oporto'da yaz aylarında günlük sıcaklıkla ölüm oranları arasında ilişkiyi belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır (Almeida, S. P., vd., 2010). Günlük sıcaklıktaki 1C°'lik artışın, özellikle kalp ve solunum hastalarının günlük ölüm oranlarında kayda değer oranda artış meydana getirdiği görülmüştür. Bu artışlar 65 yaş ve üzerindeki insanlarda daha fazla olduğu gösterilmiştir. Çalışmanın sonucunda Portekiz'de sıcaklıkla günlük ölüm oranları arasında bir ilişki olduğu ortaya konmuştur.

Sıcak hava dalgaları esnasında klima kullanımının SHD'lerin etkisini azaltıp azaltmadığı konusunda az şey bilinmektedir (Ostro, B., vd., 2010). Bu çalışmada 1999-2005 yılları arasında Kaliforniya'da sıcaklıkla hastaneye yatışlar arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ayrıca klima sahibi olanların tespit edilip sıcak havanın zararlı etkisini azaltıp

azaltmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda klima kullanımının sıcaklığın etkisini azalttığı ve insanları koruduğu görülmüştür.

Kaliforniya’da 2011 yılında meydana gelen SHD nem ile birleşince etkileri daha da şiddetlenmiştir (Gershunov, A., vd., 2011). Yapılan bir çalışmada sıcak hava dalgasının insan sağlığına etkilerini belirlemek amacıyla, sıcak hava dalgası esnasında hastane acil servis başvurularındaki artış incelenmiştir. Çalışmada nem, sıcaklık ve acil servis başvuruları arasındaki ilişkiyi belirlemek için kanonik korelasyon analizini kullanmışlardır. Sıcaklık ve nemin, demografik, adaptasyon ve iklimlendirme cihazları gibi faktörler ile halk sağlığına etkileri ortaya konmuştur. Çalışmanın sonucunda şehrin kıyı kesiminde yaşayanların sıcak hava ve nemden daha çok etkilendiği bulunmuştur.

SHD’lerin etkisinden korunmak için birçok çalışma yapılmaktadır. SHD’lerin dalgalarının etkilerini azaltmak için birçok ülkede SHD risk yönetimi ve SHD eylem planları hazırlanmaktadır (Lass, W., vd. 2011). Lass, ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada evrensel olarak uygulanabilecek bir SHD risk yönetimi çerçevesi oluşturmuştur. Gelecekte maruz kalınacak SHD’lerden daha etkili korunmak için yapılacak risk yönetiminin bileşenlerinin neler olduğunu incelemiştir.

Sıcak hava dalgasının süresi, yoğunluğu ve mevsimsel zamanlamasının ölüm oranları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla 43 ABD şehrinde araştırma yapılmıştır (Anderson, G. B., vd., 2011). Bu amaçla 1 Mayıs-30 Eylül tarihleri arasında en az 2 gün süren sıcak hava dalgaları yoğunluk, süre ve zamanlama olarak karakterize edilmiştir. Her bir şehir için SHD’ler esnasındaki ölüm oranlarıyla normal günlerdeki ölüm oranları karşılaştırılmıştır. SHD esnasında ölüm oranlarının %3,74 oranında arttığı, SHD yoğunluğunda meydana gelen her bir farhanaytlık artışın ölüm oranlarını % 2,49 artırdığını ve SHD’lerin uzunluğunda meydana gelen bir günlük artışın %0,38 oranında ölüm oranlarını artırdığını bulmuşlardır.

Laaide ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada SHD’ler esnasında gündüz sıcaklıklarıyla gece sıcaklıklarının ölümler üzerine etkisini araştırmıştır (Laadi, K., vd. 2012). Araştırma için Paris’in belli bir bölgesi seçilmiş ve SHD süresince uydudan bu bölgenin kızılötesi kamera görüntüleri alınmıştır. Bu görüntüleri kullanarak bir zaman çizelgesi elde etmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda kentlerde yaşayan yaşlı insanların SHD’ye maruz kalmalarının ölüm olasılığını artırdığını bulmuşlardır. Bu olasılığın artmasında gece

sıcaklıklarının gündüz sıcaklıklarına göre daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Dünya Sağlık Örgütü'nün 51 Avrupa ülkelerinde SHD'lerden korunmak amacıyla yaptıkları çalışmaları ve hazırladıkları eylem planlarını değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapmıştır (Bittner, M. I., vd., 2012). Bu çalışmada 18 Avrupa ülkesinin SHD eylem planını hazırladıkları ve 33 ülkenin ise henüz bir çalışma yapmadığı ortaya çıkmıştır. SHD'lerin olumsuz etkilerinden korunmak için SHD eylem planlarının hazırlanması ve uygulanmasında tüm kurumların etkin olarak işbirliği yapması gerektiği belirtilmiştir.

İspanya Devleti Sağlık Bakanlığı sıcak hava dalgaları için eşik değerler belirlemiştir (Tobias, A., vd., 2012). Bu eşik değerler sıcak hava dalgası esnasında önlem almak için harekete geçilecek minimum sıcaklıkları göstermektedir. Bu eşik değerlerin etkinliğini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada 52 İspanya şehrinde yaz aylarında günlük ölümler ve maksimum ve minimum sıcaklıklar toplanmıştır. Resmi eşik değerlerinin aşıldığı günler belirlenerek relatif risk metoduyla incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda resmi eşik değerlerinin aşıldığı günler tutarsızlık gösterdiği ve relatif risklerin şehirlerarasında değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Bu durumun resmi eşik değerlerinin çok yüksek olarak belirlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak aşırı sıcaklıkların İspanyada günlük ölümler üzerinde çok büyük bir etkisi olduğu görülmüştür.

Güney Kore'de yapılan bir çalışmada sıcak hava dalgalarının ölüm oranları üzerine etkileri incelenmiştir (Son, J. Y., vd., 2012). Bu amaçla Güney Kore'nin yedi büyük şehrinde 2000-2007 yılları arasında meydana gelen SHD kaynaklı ölümler incelenmiştir. SHD günlerinde meydana gelen ölümlerle normal günlerde meydana gelen ölümler bu yedi şehir için kıyaslanmıştır. Yapılan çalışmalarda Bayesiyan hiyerarşik modelini her şehir için ve şehirlerarası genel etkilenmeyi belirlemek için kullanmışlardır. Buna göre SHD günlerinde tüm şehirlerde %4,1'lik ölüm oranlarında artış meydana gelmiştir. Seul şehrinde ise bu oran %8.4 olarak belirlenmiştir. Sıcak hava dalgalarının insan sağlığı üzerindeki etkilerini azaltmak için önlem alınması gerektiği çalışmanın sonunda belirtilmiştir.

2011 yılında Avustralya'nın Yeni Galler Eyaleti'nde yaklaşık bir hafta süren bir SHD meydana gelmiştir (Schaffer, A., vd., 2012). Bu dönemde ambulans çağrıları ve acil servis başvurularında aşırı bir artış gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada SHD süresince artan

sıcaklığa bağı olarak artan ambulans çağrıları acil servis başvuruları ve artan ölüm oranlarını belirlemeyi amaçlamıştır. SHD dönemi hastane ve ambulans çağrı kayıtları ile 2006-2007 ve 2009-2010 yıllarının aynı dönemindeki hastane ve ambulans çağrı kayıtları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmayla ambulans çağrılarında %14, acil servis başvurularında %2 ve ölüm oranlarında %13 arttığı görülmüştür.

Avustralya Brisbane’de yapılan bir çalışma SHD ile hastane acil servis başvuruları ve ölüm oranları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla zaman serisi ve vaka geçişi analizlerini kullanmışlardır (Tong, S., vd., 2012). SHD’ler süresinde ölüm oranlarında ve acil servis başvurularında artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan iki analiz yöntemlerinin sonuçlarının benzer olduğu görülmüştür.

İsveç’in Stockholm şehrinde SHD’nin insan sağlığına etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır (Rocklov, J., vd. 2012). Bu çalışmada günlük ölümlerinde SHD döneminde %8.1-%11.6 arasında artış meydana geldiğini tespit edilmiştir.

2010 yılında Kanada’da meydana gelen SHD kanada tarihinde görülmüş en şiddetli SHD olarak ölçülmüştür (Bustanza, R., vd., 2013). Bu SHD’lerin insan sağlığı üzerine etkileri araştıran bir çalışmada SHD esnasında acil servislerdeki hasta kayıtları ile günlük ölüm oranları, SHD dışındaki kayıtlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda SHD sürecinde günlük ölümlerde ve acil servis hasta kayıtlarında büyük oranda artış olduğu görülmüştür.

Çin’in başkenti Pekin’de SHD’nin koroner kalp hastaları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır (Tian, Z., vd., 2013). 2000-2011 yılları arasında günlük hava durumu ve koroner kalp hastalıkları verileri toplanmıştır. Bu veriler kullanılarak koroner kalp hastalıkları üzerinde en çok etkili olan SHD’lerin özelliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Buna göre günlük ortalama sıcaklığın 30.5 derece olan ve süresinin en az 2 gün devam eden SHD’lerin koroner kalp hastalıkları üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. SHD’nin ilk iki gününün kalp hastalıkları üzerinde kritik olduğu görülmüştür. SHD’lerden kadınların ve yaşlıların daha çok etkilendiği bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda SHD’lerin koroner kalp hastalıkları üzerinde çok etkili olduğu bulunmuştur.

Rusya’da 2010 yılında meydana gelen SHD ve SHD’lerin tetiklediği orman yangınları meydana gelmiştir (Shaposhnikov, D., vd., 2014). Orman yangınları kaynaklı hava



kirliliği ve SHD sonuçları felaket düzeyine ulaşmıştır. Yapılan bir çalışmada Moskova’da meydana gelen günlük ölümlerin SHD ve hava kirliliği ile ilişkisi analiz edilmiştir. SHD 44 gün sürmüştür. Bu dönemde çoğunlukla 65 yaş ve üstü olan 11000’e yakın kişi ölmüştür. En çok görülen ölüm nedeni olarak kalp hastalıkları, solunum ve sinir sistemi hastalıklarıdır. SHD kaynaklı orman yangınları sonucu meydana gelen hava kirliliği nedeniyle 2000 kişinin öldüğü belirlenmiştir.

Almanya’da SHD’lerin kalp hastalıklarına bağlı ölümlerini araştıran bir çalışma yapılmıştır (Zacharias, S., vd., 2014). Bu çalışmada SHD art arda en az üç gün süren ve ortalama sıcaklıkların üzerinde seyreden sıcak hava akımı olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada, Almanya’da 30 yıllık dönemlere ayrılmış iklim değişikliği senaryosu kullanılarak 21. Yüzyılın sonuna kadar meydana gelecek SHD’lerin sayısı, yoğunluğu ve süresi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu modellemeye göre Almanya için gelecekte SHD’lerin sayısında üç kat artış süresinde ise %25’lik bir artış öngörülmektedir. Bu çalışmada ayrıca SHD’lerden kalp hastalarının, iklimlendirme sisteminin varlığı ve yokluğu durumu göz önünde bulundurularak etkilenme düzeyleri araştırılmıştır. Kalp hastalarında SHD kaynaklı ölümleri iklimlendirme sistemi olmaması durumunda daha fazla artışı görülmüştür.

Avustralya Brisbane’de yapılan bir çalışmada sıcak hava dalgalarının acil servis başvuruları üzerine etkilerini araştırılmıştır (Toloo, G. S., vd., 2014). Araştırma için veriler 2000-2012 yılları arasında yaz sezonlarında elde edilmiştir. Bu çalışmada SHD tanımı günlük ortalama sıcaklığı 34 dereceden büyük ve ardışık en az 2 gün süren hava sıcaklıkları olarak tanımlanmıştır. Çalışmanın sonucunda SHD esnasında acil servis başvurularında aşırı artış olduğu görülmüştür.

2010 yılında Rusya’da meydana gelen ve son yıllarda dünya üzerinde kaydedilen en şiddetli SHD’den sonra, gelecekte maruz kalınacak SHD’lerin büyüklüğünü ve sıklığını tahmin etmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır (Russo, R., vd., 2014). Bu çalışmada SHD’lerin büyüklük endeksini belirlemek amacıyla 1980-1990,1991-2000,2001-2012 yılları arasındaki üç dönemde dünya çapında meydana gelen en güçlü SHD’ler sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma günlük maksimum sıcaklık analizine dayanmaktadır. Yapılan bu çalışma ile özellikle bu yüzyılın sonunda çok aşırı SHD’lerin oluşacağı ve güney Avrupa, Kuzey Amerika, Endonezya ve Afrika gibi dünyanın değişik bölgelerinde

her iki yılda bir SHD meydana geleceği öngörmüşlerdir.

SHD'ler esnasında vücutta oluşan termal setresi kan yardımıyla dağıtmak için kalp daha hızlı çalışmaya başlar (Kenney, W. L., vd., 2014). Bu durum kalpte zorlanmaya neden olur. Özellikle yaşlılar için kalbin aşırı zorlanması ölümcül sonuçlar doğurur. Yapılan bir çalışmada SHD'ler esnasında meydana gelen ölümler birinci nedeni kalp hastalıkları olduğu görülmüştür. Ayrıca SHD'lerden en çok yaşlıların etkilendiği belirlenmiştir. SHD'lerin artan sıklığı ve şiddeti gelecekte yaşlılar için büyük tehdit oluşturacağı görülmektedir.

ABD'nin 12 şehri için iklim değişikliği senaryoları kullanılarak, iklim değişikliğinin SHD kaynaklı ölümler üzerindeki etkilerini tahmin etmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır (Petkova, E. P., vd., 2014). Bu çalışmada tahmin edilen SHD'lerin etkisi zaman, şehir, sera gazı emisyon etkileri ve iklim değişikliği modellerine göre farklılık gösterse de 21. yüzyıl süresince SHD'ler özellikle şehirlerde büyük oranlarda ölümlere yol açacağını tahmin etmektedirler. Yapılan bu çalışmada 21. Yüzyıl süresinde seçilen 12 şehirde yaklaşık 200000 kişinin SHD'lerden dolayı öleceği öngörülmüştür. Eğer sera gazı emisyonu düşürülürse, öngörülen ölümlerden yaklaşık 22000'i önenebileceği tahmin edilmektedir.

2011 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen aşırı sıcaklardan korunmak amacıyla, 30 eyalette ilçe düzeyinde yapılan çalışmaları incelemek amacıyla anket çalışması yapılmıştır (White-Newsome, J. L., vd., 2014). Anket ilçelerde bulunan yerel sağlık ve acil müdahale birimlerine uygulanmıştır. Ankete katılan ilçelerin sadece % 40'ında SHD eylem planının mevcut olduğu görülmüştür. SHD eylem planı olan ilçelerde insanlar SHD'lerin olumsuz etkilerinden daha etkili şekilde korundukları görülmüştür. Bu yüzden SHD eylem planlarının tüm yerel yönetimlerde yaygınlaştırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Çin'in Şangay eyaletinde 2013 yılında SHD meydana gelmiştir (Sun, X., vd., 2014). 2011-2013 yılları arasında zaman serisi yöntemi kullanılarak, SHD'lerin hastane acil servis başvuruları ve ambulans çağrıları üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada genelleştirilmiş Poisson modeli kullanılmışlardır. Çalışmanın sonucunda acil servi başvurularında %2,65 artış gözlenirken ambulans çağrılarında %4,85 artış meydana geldiği görülmüştür.

2010 yılında Hindistan’da meydana gelen SHD’nin insan sağığına etkilerini araştıran bir çalışma yapılmıştır (Azhar, G. S., vd., 2014). Ahmedabad’da yapılan bu çalışmada SHD dönemlerinde ölüm oranlarında SHD olmayan döneme göre %43 arttığı tespit edilmiştir.

2011 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nin Houston şehrinde şiddetli bir SHD meydana gelmiştir (Zhang, K., vd., 2015). Bu SHD’nin insan sağığına etkisini araştıran bir çalışmada; dağıtılmış gecikme modeli 2007-2011 yılları arasındaki beş yıllık dönem için kullanılarak, 1 Mayıs-30 Eylül 2011 tarihleri arasında hastane acil servis kayıtları ile sıcaklığa bağılı ölümler arasındaki ilişkiyi tahmin etmeye çalışmışlardır. Yapılan çalışmada 2011 yılında meydana gelen SHD nedeniyle hastane acil servis başvurularında %3,6 ve ölüm oranlarında ise %0,6 artış meydana geldiği görülmüştür. 65 yaş ve üstü insanlar acil servis ziyaretlerinde en büyük risk altında olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda SHD’lerin acil servis ziyaretlerinde önemli bir etkisinin olduğu görülürken ölüm oranlarında çok etkili olmadığı belirtilmiştir.

Amerika Birleşik Devletlerinin başkenti Washington’da aşırı sıcakların insan sağığı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla göreceli risk ve zaman serisi yöntemleri kullanılarak bir çalışma yapılmıştır (Calkins, M. M., vd., 2016). Bu çalışma, Washington’da altı aylık bir süre içerisinde hastane acil servislerinin çağrı kayıtlarındaki sıcaklığa bağılı olarak meydana gelen ölümler ve hastaneye yatış gibi acil tıbbi hizmet taleplerinin analiz edilmesine dayanmaktadır. Acil tıbbi çağrılar temel yaşam desteğı ve ileri yaşam desteğı olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Göreceli risk ve zaman serisi analizleri 2007-2012 yılları arasında her yılın 1 Mayıs-30 Eylül tarihleri arasında SHD’ler ile acil tıbbi hizmet talepleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanmışlardır. Bu çalışmada acil tıbbi talepte bulunanlar yaşlarına göre sınıflandırılmıştır. Göreceli risk analizi, sıcak hava dönemlerinde temel yaşam desteğı taleplerinde %8, ileri yaşam desteğı taleplerinde %14 artış olduğunu göstermiştir. Zaman serisi analizinde ise temel yaşam desteğı taleplerinde %6,6 ileri yaşam desteğı taleplerinde ise %3,2 oranında artış olduğunu göstermiştir. Çalışmanın sonucunda aşırı sıcaklarda acil tıbbi hizmet taleplerinde tüm yaş gruplarında artış olduğunu göstermişlerdir.

İklim değışikliğine bağılı meydana gelen SHD’lerin kalp ve solunum hastaları üzerindeki olumsuz etkilerini araştırmak için Atina’da bir çalışma yapılmıştır (Paravantis, J., vd., 2017). Özellikle yaşları 65 ve üzerinde olan insanlara olan etkisi araştırılmıştır.

Araştırmanın sonucunda kalp ve solunum yetmezliği bulunan hastaların ölüm oranının hava sıcaklığı ile doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür.

Gelişen nüfusla birlikte kentsel yaşam alanları da genişleyip büyümektedir (Founda, D., vd., 2017). SHD'lerle birlikte kentsel ısı adaları da kent sakinlerini olumsuz etkilemektedir. 2012 yılında Atina'da meydana gelen SHD ve kentsel ısı adalarını inceleyen bir araştırma yapılmıştır. Çalışma SHD ile kentsel ısı adaları arasındaki bağlantıyı araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda SHD'lerin kentsel ısı adalarını tetiklediği sonucuna varılmıştır.

Çin'in Wuhan şehrinde yapılan bir çalışmada SHD'nin ölüm oranları üzerine etkileri araştırılmıştır (Zhang, Y., vd., 2017). Bu çalışmada SHD dönemlerinde ölüm oranlarında SHD olmayan dönemlere göre %63 oranında artış olduğu tespit edilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri'nin Atlanta şehrinde sıcak hava dalgalarının insan sağlığı üzerindeki etkilerini, SHD esnasında hastane acil servis kayıtları incelenerek belirlemeye çalışılmıştır (Chen, T., vd., 2017). Bu çalışmada 1993-2013 yılları arasında SHD'ler ile acil servis kayıtları arasındaki ilişki belirlemeye çalışılmıştır. Bu ilişki, hava sıcaklığı, çiğ nokta sıcaklığı, haftanın günü, zaman eğilimi vb. değişkenler Poisson Long Lineer modeller kullanarak tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda SHD'lerden en çok böbrek hastalarının etkilendiği ortaya çıkmıştır. Klima ve iklimlendirme sistemlerinin yaygın olarak kullanıldığı bölgelerde bile SHD esnasında acil servis kayıtlarında artış meydana geldiği belirlenmiştir.

2016 yılında İzmir'de hava sıcaklığı 9 gün boyunca mevsim normallerinin üzerinde bulunmuştur (Oray, N. Ç., vd., 2018). İzmir Dokuz Eylül Üniversite Hastanesi'nin acil servis bölümünde dokuz günlük SHD süresinde meydana gelen ölüm oranı ve hasta ziyaret sayısı ile bir yıl önce aynı dönemdeki ölüm oranıyla ve hasta ziyaret sayısı kıyaslanmıştır. Karşılaştırma sonucunda 2016 yılındaki hasta ziyaret sayısı ve ölüm oranı bir önceki yıla göre belirgin şekilde arttığı belirlenmiştir.

İstanbul'da yapılan bir çalışmada 2013-2017 yılları arasında SHD'nin ölüm oranlarına etkisi araştırılmıştır (Can, G., vd., 2019). Araştırma dönem içerisinde toplam 14 gün süren üç büyük SHD tespit edilmiştir. Bu çalışmada SHD dönemlerinde 419 ekstra ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir.

### 1.3 Sıcak Hava Dalgasının Tanımları

Yapılan çalışmalar incelendiğinde Sıcak Hava Dalgalarının tanımlanması için birçok parametre kullanıldığı görülmektedir. İlk olarak günlük Maksimum (Tmax), Minimum (Tmin), ortalama (Tmean) ve hissedilen sıcaklık değerlerinden biri veya birkaçı sıcak havanın tanımlanması için kullanılmıştır (Hajat. S., vd., 2006). İkinci olarak bu çalışmalarda sıcak havanın tanımlanması için eşik değerler belirlenmiştir. Hangi sıcaklık değerleri sıcak hava, hangi sıcaklık değerlerinin normal olduğunu belirlemek için eşik değerler kullanılmıştır. Bu eşik değerlerin belirlenmesinde de farklı yöntemler kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda (%90, %95, %99 vb.) yüzdelik dilimler gibi göreceli eşik değerler kullanılırken (Zhang, vd., 2017; Tong, S., vd., 2017); bazı çalışmalarda da bir sıcaklık eşik değeri (25°C, 37°C vb.) mutlak eşik değeri (Huynen vd., 2001) kullanılmaktadır. Belirlenen bu eşik değerlere eşit veya üzerindeki sıcaklıklar hesaba katılmıştır. Sıcak hava dalgalarının tanımlanmasında kullanılan üçüncü parametre ise eşik değer üzerindeki sıcaklıkların süresidir (Hansen vd., 2008; Ünal vd., 2013; Tian, vd., 2013; Perkins vd., 2013; Nissan, H., vd., 2017; Rusticucci vd., 2015). Atmosferik sıcaklıkların süresi yapılan çalışmalarda farklılıklar gösterdiği görülmektedir.

Hollanda'nın Rotterdam şehrinde yapılan bir çalışmada SHD, günlük maksimum sıcaklıkların 25 C°'ye eşit veya üzerinde bulunan ve en az beş gün süren sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Huynen vd., 2001).

Amerika Birleşik Devletlerinin Alabama eyaletinde yapılan bir çalışmada SHD, günlük ortalama sıcaklıklarının %98 eşik değerinin üzerinde bulunan ve art arda en az 2 gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Kent vd., 2014).

İngiltere'nin Başkenti Londra'da yapılan bir çalışmada SHD, günlük maksimum, günlük minimum ve günlük ortalama sıcaklıkların, %95, %99 ve %99.5 eşik değerlerinin üzerinde bulunan ve art arda en az iki, üç ve dört gün ve üzerindeki sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Hajat, S., vd., 2006).

Avustralya'nın Adelaide şehrinde yapılan bir çalışmada SHD, günlük maksimum sıcaklıkların 35 C°'ye eşit veya daha yüksek sıcaklıkların üç gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Nitschhe, vd., 2007).

Avustralya'nın Adelaide şehrinde yapılan çalışmada SHD tanımlanmasında günlük

maksimum sıcaklıkların, %90'lık eşik değeri üzerinde bulunan ve art arda üç gün ve daha fazla süren sıcaklıklar SHD olarak tanımlanmıştır (Hansen vd., 2008).

ABD'de yapılan bir çalışmada SHD'lerin 107 şehirde etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada SHD, günlük maksimum sıcaklıkların %99.5'lik eşik değerinin üzerinde bulunan ve ardışık olarak en az iki gün veya daha fazla süren sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Anderson vd., 2009).

Yapılan bir çalışmada SHD'lerin dokuz Avrupa şehrindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada iki ayrı SHD tanımı kullanılmıştır. Bu çalışmada SHD, günlük maksimum ve minimum sıcaklıkların %90 eşik değeri üzerinde bulunan ve art arda iki gün veya daha fazla süren sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (D'Ipolti vd., 2010).

Avustralya Brisbane'da yapılan bir çalışmada SHD, günlük maksimum sıcaklıkların 37 C°'ye eşit veya üzerinde devam eden sıcaklıkların 2 Gün ve daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Tong, S., vd., 2010).

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) yapılan bir çalışmada 43 şehirde SHD'lerin etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada SHD, günlük ortalama sıcaklıklarının %95 eşik değerinin üzerinde ve art arda en az iki gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Anderson vd., 2011).

Türkiye'de yapılan bir çalışmada SHD, Günlük hissedilen sıcaklık değerlerinin %90'lık eşik değeri üzerinde en az üç ve daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Ünal vd., 2012).

Yapılan bir çalışmada Kore'de bulunan yedi şehirde SHD'nin etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada SHD, günlük ortalama sıcaklıkların %98 eşik değeri üzerinde bulunan ve art arda iki gün veya daha fazla süren sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Son, J. Y., vd., 2012).

Çin'in Beijing şehrinde yapılan bir çalışmada SHD, Günlük ortalama sıcaklık değerlerinin %97.5'lik eşik değerinin üzerinde en az iki gün ve daha fazla süren sıcaklıklar olarak tanımlanmışlardır (Tian, Z., vd., 2013).

Avustralya'da yapılan bir çalışmada SHD, günlük maksimum ve minimum sıcaklıkların %90'lık eşik değeri üzerinde bulunan ve art arda üç gün veya daha fazla süren sıcaklıklar SHD olarak tanımlanmıştır (Perkins vd., 2013).

Avustralya'nın Brisbane eyaletinde yapılan bir çalışmada SHD, günlük maksimum sıcaklardan 37 C°'ye eşit veya üstünde bulunan ve art arda en az 2 gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmışlardır (Turner vd., 2013).

İspanya Barselona'da yapılan bir çalışmada SHD, günlük maksimum sıcaklıkların % 95 eşik değerin üzerinde bulunan ve art arda en az üç gün veya daha fazla süren sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır ( Xu Y., vd., 2013).

Çin'de yapılan bir çalışmada 18 farklı SHD tanımı yapılmış ve koroner kalp hastaları üzerinde hangi SHD'nin daha etkili olduğu bulunmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada koroner kalp hastalarının en çok etkilendiği SHD tanımı, günlük ortalama sıcaklıkların %97.5 eşik değerinin üzerinde bulunan ve en az 2 gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Tian, Z., vd., 2013)

Çin'in Pudong şehrinde yapılan bir çalışmada hastane ve acil servis başvurularındaki artışa en çok hangi SHD'nin neden olduğunu bulmak amacıyla birden çok SHD tanımı denenmiştir (Sun, X., vd., 2014). Bu çalışmada SHD tanımlarında günlük ortalama sıcaklıklar değerlendirilmiştir. Eşik değer olarak sırasıyla %90,%95 ve %99 değerlerinin üzerindeki sıcaklıklar alınmıştır. SHD süresi olarak da art arda gelen en az 2 gün ve 3 günlük sıcaklıklar ve daha fazla devam eden süreler alınmıştır.

Yapılan bir çalışmada dünyanın değişik bölgelerinde değişik zamanlarda meydana gelen SHD'leri incelenmiştir (Russo S., vd., 2014). Bu çalışmada SHD, günlük maksimum sıcaklıklarının %90 eşik değerinin üzerinde ve art arda en az 3 gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır.

Almanya'da yapılan bir çalışmada SHD, günlük ortalama sıcaklıkların %97.5 eşik değerinin üzerinde bulunan ve en az art arda üç gün veya daha fazla süren sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Zacharias vd., 2014).

Avustralya'da yapılan bir çalışmada SHD'lerden korunmak amacıyla SHD indeksi belirlemişlerdir. Bu çalışmada SHD, günlük maksimum sıcaklıkların %95 ve %85 eşik değerin üzerinde art arda en az 3 gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlayarak analiz yapmışlardır( Nairn j. R., vd., 2015).

Arjantin'in başkenti Buones Aires'te yapılan çalışmada SHD, Günlük maksimum sıcaklıkların %90'lık eşik değerinin üzerinde bulunan ve art arda en aza üç gün ve daha

fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Rusticucci vd., 2015).

Bangladeş'te yapılan çalışmada SHD, günlük maksimum sıcaklıkların %90'lık eşik değerin üzerinde bulunan ve art arda en az üç gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Nissan, H., vd., 2017).

Çin'in Wuhan şehrinde yapılan bir çalışmada SHD, günlük ortalama sıcaklıkların %98 eşik değerin üzerinde bulunan ve en az art arda 3 gün veya daha fazla süren sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Zhang vd., 2017).

ABD'nin Atlanta şehrinde yapılan bir çalışmada SHD, günlük maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıkların %98 eşik değerin üzerinde bulunan ve art arda en az iki gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Chen, T., vd., 2017).

Avustralya Brisbane'de yapılan başka bir çalışmada SHD, günlük ortalama sıcaklıkların %97,5 eşik değerinin üzerinde bulunan ve art arda en az iki gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır (Xu, Z., vd. 2018).

Çin'in 31 şehrini kapsayan bir çalışmada insan sağlığını en çok etkileyen SHD'yi tanımlamaya çalışmışlardır. Bunun için günlük maksimum sıcaklıklar dikkate alınmıştır (Yang, Jun. vd., 2018). Eşik değeri olarak %90, %92.5, %95, %97.5, %99 yüzdelik dilimlerinin üzerinde bulunan sıcaklıklardan ardışık en az iki gün, 3 gün ve 4 gün veya daha fazla süren sıcaklıklar dikkate alınmıştır. Bu çalışmanın sonucunda Günlük maksimum sıcaklıkların %92.5'nin üzerinde bulunan ve art arda en az 3 gün ve daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır.

Çek cumhuriyetinde yapılan bir çalışmada insan sağlığına en çok etki eden SHD'yi belirlemek için denemeler yapılmıştır (Urban A., 2020). Bu çalışmada SHD tanımı için günlük maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar kullanılmıştır. Eşik değeri olarak %95, %97.5 ve %99 yüzdeliklerin üzerindeki sıcaklıklar alınmıştır. Sıcaklık süresi için art arda devam eden en az iki ve üç günler kullanılmıştır.

#### **1.4. Sıcak Hava Dalgalarının İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri**

SHD'lerin insan sağlığına birçok etkisi vardır. Özellikle 65 yaş ve üstündekiler, çocuklar ve kadınlar sıcak hava dalgalarından çok fazla etkilenmektedir (D'Ippoliti D., vd., 2010).

Araştırmalarda SHD esnasında ölüm oranlarında artış meydana geldiği ortaya konmuştur



(Rooney vd., 1998; Dematte vd., 1998; Vandentorren vd., 2004; Garsen vd., 2005; Conti vd., 2007; Robine vd., 2008).

Sıcak hava dalgaları aynı zamanda birçok hastalığı da tetiklemektedir. Yapılan çalışmalarda sıcak hava dalgaları esnasında özellikle kronik hastalığı bulunanların hastane başvurularında artış meydana geldiği görülmüştür (Dematte vd., 1998; Varghese vd., 2005; Zhaoxing Tian vd., 2013).

Sıcak hava dalgalarının insan sağlığına etkilerini ortaya koyan diğer göstergeler ise Hastane başvuruları, Acil servis ziyaretleri ve Ambulans çağrılarındaki artıştır (Dematte vd., 1998; Nitschke vd., 2007; Hansen vd., 2008; Turner vd., 2013; Tianqi Chen vd., 2017).

#### **1.4.1. Sıcak hava dalgalarının ölümler üzerine etkileri**

1995 yılında İngiltere’de meydana gelen sıcak hava dalgasının insan sağlığına etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmada SHD esnasında 619 ekstra ölüm meydana geldiğini tespit etmişlerdir (Rooney C., vd., 1998).

1995 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nin Chicago eyaletinde SHD meydana gelmiştir (Dematte E. J., vd., 1998). Yapılan çalışmada bu SHD esnasında 600 ekstra ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir.

2003 yılında Avrupa’da meydana gelen SHD’lerden en çok Fransa etkilenmiştir (Vandentorren S., vd., 2004). Yapılan çalışmada yalnızca Fransa genelinde 14800 ekstra ölüm meydana geldiği belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada 2003 yılında meydana gelen SHD sonucunda Avrupa ülkelerinde meydana gelen ölümler özetlenmiştir (Trigo R. M., vd., 2005). Bu çalışmaya göre Fransa’da yaklaşık 15000, Almanya’da 5000, İtalya 3000, İspanya 6000, Hollanda 1500, İngiltere 2000 ve Portekiz’de 2000 kişinin öldüğü belirtilmiştir.

2003 yılında tüm Avrupa’da etkili olan bir sıcak hava dalgası meydana gelmiştir (Robine J. M., vd., 2008). Bu sıcak hava dalgasının Avrupa’nın 16 ülkesinde meydana gelen aşırı ölümler incelenmiştir. Bu çalışmada Avrupa’nın genelinde 70000 kişiden fazla ölüm meydana geldiği bulunmuştur.

İsviçre’de yapılan bir çalışmada 2003 SHD esnasında ölüm oranlarında, SHD olmayan

günlere kıyasla %7'lik bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Grize L., vd., 2005).

Hollanda'da yapılan bir çalışmada 2003 yılında meydana gelen SHD'nin insan sağlığına etkileri araştırılmıştır (Garssen J., vd. 2005). Bu çalışmada SHD esnasında 1400 ile 2200 arasında ekstra ölüm meydana geldiği belirtilmiştir.

İngiltere'de yapılan bir çalışmada 2003 yılında meydana gelen SHD'nin insan sağlığına etkileri incelenmiştir (Johnson H., vd., 2005). Bu çalışmada İngiltere genelinde 2091 ekstra ölümün olduğu tespit edilmiştir.

2003 yılında meydana gelen sıcak hava dalgasının dokuz Fransa şehrindeki etkilerini inceleyen bir araştırma yapılmıştır (Tertre A. L., vd., 2006). Bu araştırmanın sonucunda SHD sonucunda 3096 ekstra ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir.

İngiltere'de yapılan bir çalışmada sıcak hava dalgalarının eşik değerindeki 1C°'lik artışın ölüm oranlarında %3'lük bir artışa neden olduğu bulunmuştur (Hajat S., vd. ,2006).

2003 yılında Avrupa'da meydana gelen SHD'nin 15 Avrupa şehrindeki etkilerini inceleyen bir çalışma yapılmıştır (Baccini M., vd., 2008). Bu çalışmada maksimum hissedilir sıcaklıklardaki 1C°'lik artışın günlük ölüm oranlarında; Akdeniz kıyısındaki şehirlerde %3.12, kuzey Avrupa Şehirlerinde ise %1.84 artışa neden olduğu bulunmuştur.

2003 yılında meydana gelen SHD'den sonra Fransa'da SHD'lerden korunmak için birçok çalışma yapılmıştır (Fouillet A., vd. 2008). Bu çalışmalar ve alınan önlemlerden sonra 2006 yılında Fransa'da yeni bir SHD meydana gelmiştir. Yapılan araştırmada bu SHD esnasında 2065 ekstra ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir. Eğer önlemler alınmasaydı Fransa'da 6000'i aşkın insanın öleceği tahmin edilmiştir.

Dokuz Avrupa şehrinde 2003 yılında meydana gelen SHD'nin etkileri incelenmiştir (D'Ippoliti D., vd., 2010). Bu çalışmada incelenen dokuz Avrupa şehrinde SHD esnasında ölüm oranlarında %7.6 ila %33.6 arasında artış meydana geldiği ortaya konmuştur.

İspanya'da yapılan çalışmada SHD'nin insan sağlığına etkileri incelenmiştir (Tobias A., vd., 2012). Bu çalışmada SHD esnasında ölüm oranlarında, SHD olmayan günlerde meydana gelen ölüm oranlarına göre %25'lik artış meydana geldiğini bulmuşlardır.

2010 yılında Rusya'da meydana gelen sıcak hava dalgası toplam 44 gün sürmüştür (Shaposhnikov D., vd., 2014). Bu sıcak hava dalgasının insan sağlığına etkilerini araştıran bir çalışmada sadece Moskova'da 11000 ekstra ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir.

#### 1.4.2. Sıcak hava dalgalarının kronik hastalıklar üzerine etkileri

ABD'nin Chicago şehrinde yapılan bir çalışmada 55 hasta 12-20 Temmuz 1998 günleri arasında gözlemlenmiştir. SHD esnasında bu hastaların; %100'nde Organ Yetmezliği, %58'de Böbrek Yetmezliği, %45'de Kan Pıhtılaşması, %10'da Solunum Yetmezliği hastalıkları gözlenmiştir (Dematte, J. E., vd., 1998)

Hindistan'da yapılan bir çalışmada 28 hasta yaklaşık 3 yıl boyunca gözlenmiştir. Bu çalışmada SHD dönemlerinde hastaların; %85,7'sinde Solunum Yetmezliği, %67'sinde Merkezi Sinir Sistemi Bozukluğu, %53'nde Kardiyovasküler Rahatsızlık, %50'sinde Böbrek Yetmezliği hastalıklarında artış tespit edilmiştir (Warghese G. M., 2005).

Hansen ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada SHD esnasında mental rahatsızlığı bulunan hastaların SHD olmayan dönemlere göre hastaneye yatışlarında %7.3'lük bir artış olduğunu bulunmuştur (Hansen, A. L., vd., 2008). Özellikle semptomatik akıl bozuklukları, demans, duygusal bozukluklar, nevrotik, stresle ilgili bozukluklar, psikolojik gelişim bozuklukları ve bunaklık gibi hastalıkları bulunanlar SHD'lerden olumsuz olarak etkilenmişlerdir.

2006 yılında Kaliforniya'da meydana gelen SHD'nin insan sağlığına etkilerini araştıran bir çalışmada SHD esnasında acil servislere en çok, akut böbrek yetmezliği hastalığı bulunanlar, kardiyovasküler hastalığı bulunanlar, diyabet hastaları, elektrolite dengesizliği bulunan hastalar ve nefrit hastalarının başvurdukları görülmüştür (Knowlton K., vd., 2009).

Portekiz'in Lizbon ve Oporto şehirlerinde yapılan bir çalışmada SHD'nin insan sağlığına etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada SHD esnasında Lizbon'da kalp rahatsızlığına bağlı ölüm oranlarında %2.4, Oporto'da %2.1 artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada solunuma bağlı ölümlerde Lizbon'da %1.7, Oporto'da %2.7 oranında artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Almedia P. S., vd., 2010).

2006 yılında Kaliforniya'da meydana gelen SHD'nin kronik rahatsızlığı bulunan hastalar üzerindeki etkisini acil servis kayıtlarını inceleyerek araştırmışlardır. Bu çalışmada SHD esnasında acil servis başvurularında artış olduğu ve ruhsal hastalığı bulunanların SHD esnasında acil servis başvurularında artış meydana geldiği görülmüştür (Gershunow A., vd., 2011)

Portekiz'in başkenti Porto'da yapılan bir çalışmada 2006 yılında meydana gelen SHD'nin insan sağlığına etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada ortalama hissedilen sıcaklıktaki 1C°'lik artışın bir hok hastalığı tetiklediği görülmüştür. Bu çalışmada; solunum problemi olan hastaların hastane başvurularında %1.7'lik artış, kronik obstrüktif akciğer hastalarının hastane başvurularında %5.5'lük artış meydana geldiği bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada 75 yaş ve üzerindeki solunum hastaların hastane başvurularında %3.3'lük artış bulunmuştur. 75 yaş üstü solunum hastalığı bulunan kadınların başvurularında %3.9; erkeklerin başvurularında %2.7 artış olduğu görülmüştür (Monteiro, A., vd., 2013).

İspanya'nın başkenti Madrid'de yapılan bir çalışmada SHD'lerin Parkinson hastaları üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Linares, C., vd., 2016). Bu çalışmada günlük maksimum sıcaklıklarda tespit edilen eşik değerde 1C°'lik artışın Parkinson hastalarının hastane yatışlarında %13'lük artış meydana getirdiği tespit edilmiştir.

ABD'nin Atlanta şehrinde yapılan çalışmada farklı sıcaklıklar kullanılarak tanımlanan SHD'lerin hangi hastalıkları daha çok tetiklediği tespit edilmeye çalışılmıştır (Chen T., vd., 2017). Bu çalışmada Maksimum sıcaklık kullanılarak tanımlanan SHD'lerin böbrek yetmezliği hastalarının acil servis başvurularında %15 artış meydana geldiği görülmüştür. Minimum sıcaklık kullanılarak tanımlanan SHD'lerin İs kemik inmesi hastalarının acil servis başvurularını %9 artırdığı tespit edilmiştir. Ortalama sıcaklıklar kullanılarak yapılan SHD'ler esnasında bağırsak enfeksiyonu hastalarının acil servis başvurularında %10'luk artış meydana geldiği tespit edilmiştir.

#### **1.4.3. Sıcak hava dalgalarının hastane başvuruları acil servis ziyaretleri ve ambulans çağrıları üzerine etkileri**

1995 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin Chicago eyaletinde SHD meydana gelmiştir (Dematte E. J., vd., 1998). Yapılan çalışmada bu SHD esnasında 3300 ekstra acil servis ziyareti meydana geldiği tespit edilmiştir.

2006 yılında Kaliforniya'da meydana gelen SHD'nin hastana yatışlarına ve acil servis başvurularına etkilerini araştıran bir çalışma yapılmıştır (Knowlton K., vd., 2009). Bu çalışmada acil servis başvurularında ekstra 16.166 başvuru ve hastane yatışlarında da 1182 ekstra yatış meydana geldiğini tespit edilmiştir. Hastaneye başvuranların yaşları incelendiğinde en çok 0-4 yaş gurubu ile 65 yaş üstündekilerin etkilendiği görülmüştür.

2006 yılında Fransa’da meydana gelen SHD’nin insan sağığına etkilerini belirlemek amacıyla Acil Servis kayıtlarını inceleyen bir araştırma yapılmıştır (Josseran, L., vd., 2009). Bu çalışmada özellikle 65 ve üstü yaşlarda bulunan insanların acil servis başvurularında yaklaşık %6.5 artış meydana geldiğı tespit edilmiştir.

Avustralya’nın Sydney şehrinde yapılan bir çalışmada SHD dönemlerinde hastana acil servis başvuruları incelenmiştir (Schaffer, A., vd., 2012). Bu çalışmada SHD esnasında acil servislere, 104 sıcağına bağılı rahatsızlık ve 236 aşırı su kaybı kaynaklı başvuru ve 106 ambulans çağrısının yapıldığı tespit edilmiştir. Yapılan analizde ambulans çağrılarında %14, acil servis başvurularında ise %2 artış meydana geldiğı tespit edilmiştir.

ABD’nin kuzey Carolina şehrinde yapılan bir çalışmada SHD döneminde acil servis kayıtları incelenmiştir (Lippman, S. J., 2013). Bu çalışmada sıcak hava dönemlerinde acil servislerdeki 2539 vakanın sıcaklıkla ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Çin’in Pudong şehrinde yapılan bir çalışmada SHD’lerin insan sağığına etkileri, ambulans çağrıları ve acil servis başvuruları incelenerek tespit edilmeye çalışılmıştır (Sun, X., vd., 2014). Bu çalışmada SHD döneminde Ambulans çağrılarında SHD olmayan dönemlere göre %4.85, Acil servis başvurularında ise %2.62 artış olduğu bulunmuştur.

ABD’de yapılan bir çalışmada SHD’lerin Astım hastalarına etkisi araştırılmıştır (Figgs L., W., 2019). Bu çalışmada SHD döneminde SHD olmayan döneme göre Astım hastalarının Acil servis başvurularında %23’lük bir artış olduğunu göstermiştir. Ayrıca siyah ırkın beyaz ırka göre astım nedeniyle acil servis başvuruları 3.25 kat daha fazla olduğu görülmüştür.

Londra’da yapılan bir çalışmada atmosfer sıcaklıklarında 1C°’lik artışın tüm yaş grupları için acil servis başvurularında %1’lik artış meydana getirdiğı tespit edilmiştir (Hotz I. C., vd., 2020). Özellikle sıcaklıktaki bu artış 0-15 yaş grubundakilerin acil servis başvurularını %1.4 artırdığı tespit edilmiştir.

### **1.5 Türkiye’de Sıcak Hava Dalgaları ve Sıcak hava Dalgalarının İnsan Sağığına Etkileri Üzerine Yapılan Çalışmalar**

İçerisinde Türkiye’nin de bulunduğu Doğı Akdeniz’de bulunan 246 istasyondan alınan 1960 – 2006 yılları arasındaki meteorolojik veriler incelenerek SHD’lerin sayısı uzunluğu ve şiddeti incelenmiştir (Kuglitsch, F. G., vd., 2010). Bu çalışma sonucunda SHD’lerin

sayısı ve süresinde artış olduğu görülmüştür.

Türkiye'nin batısında 1965-2006 yılları arasında meteorolojik veriler kullanılarak SHD'lerin sayısı ve süresindeki değişimler belirlenmeye çalışılmıştır (Ünal, Y. S., vd., 2013). Bu çalışmada Türkiye'nin batısında SHD'lerin sayıları ve sürelerinde artış olduğu görülmüştür.

Avrupa Akdeniz bölgesi ve Türkiye'de 2000, 2007 ve 2010 yıllarının Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında meydana gelen sıcak hava dalgalarının değişimleri incelenmiştir (Demirtaş, M., 2017). 2000 yılında Balkan Yarımadası'nda ve Türkiye'de bulunan 42 şehirde SHD'ler rekor sıcaklıklar kaydedildiği; 2007 yılında Yunanistan, Bulgaristan, Romanya ve Türkiye'de bulunan 34 şehirde sıcaklık rekorlarının kırıldığı; 2010 yılında ise Rusya ve Türkiye'de Özellikle Ağustos ayında rekor sıcaklıklar tespit edilmiştir. Bu çalışmada özellikle Türkiye'nin batısında SHD oluşumlarında artış meydana geldiği görülmüştür.

2007 yılında Türkiye'de meydana gelen yüksek sıcaklıkların nedenlerini araştıran bir çalışma yapılmıştır (Demirtaş, M., 2018). Bu çalışmada Akdeniz üzerindeki atmosferik durumun, Kuzey Afrika'dan Türkiye ve Balkanlar üzerine sıcak havanın gelmesine neden olduğu ve bunun sonucu olarak 2007 yazında iki büyük SHD'nin oluştuğu belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda gelecek yıllarda Türkiye'de bu tür SHD'lerin daha sık yaşanabileceği öngörülmüştür.

Türkiye'de SHD'lerin uzun vadeli değişimlerini belirlemek amacıyla 1950'den 2018'e kadar sıcak hava dalgalarının sayısı, süresi, frekansı, büyüklüğünü ve genliğini araştıran bir çalışma yapılmıştır (Ecmel, E., vd., 2021). Bu çalışmada Türkiye'de bulunan 88 meteoroloji istasyonundan alınan günlük minimum ve günlük maksimum sıcaklıkların %90' lık dilimi dikkate alınarak sıcak hava dalgası endeksleri hesaplanmıştır. Hesaplanan eğilim analizlerinde 1950 ile 2018 yılları arasında SHD'lerin sayısında ve süresinde artışlar meydana geldiği bulunmuştur. Bu artışlar 1990 yılın ortalarından sonra özellikle Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinin kıyı kesimlerinde daha fazla meydana geldiği görülmüştür.

İzmir Dokuz Eylül Üniversite Hastanesi'nde yapılan bir çalışmada 2016 yılının Haziran ayında meydana gelen SHD'nin insan ölümlerine etkileri araştırılmıştır (Oray, N., vd. 2018). Bunun için Dokuz Eylül Üniversitesi'nin acil servisinde meydana gelen ölümler

incelenmiştir. Bu çalışmada üniversitenin acil servisinde SHD döneminde 29 ekstra ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir.

İstanbul'da yapılan bir çalışmada 2013-2017 yılları arasında meydana gelen SHD'lerin insan sağlığına etkileri araştırılmıştır (Acar, H., C., vd., 2019). Bu çalışmanın sonucunda İstanbul'da SHD dönemlerinde toplam 419 ekstra ölümün meydana geldiği tespit edilmiştir.

## **2. MATERİYAL VE YÖNTEM**

### **2.1 Meteorolojik Veriler**

SHD'leri tespit etmek için 1 Mayıs - 30 Eylül arasındaki sıcak mevsim dönemi incelemeye alınmıştır. Bu zaman aralığı, Türkiye'de uzun yaz döneminde (Mayıs ve Eylül ayları arasında) çok sayıda SHD meydana geldiği için seçilmiştir. Örneğin Mayıs 2020, geçmiş yıllardaki kayıtlara göre Türkiye'nin en sıcak Mayıs ayı olarak kaydedilmiştir (Erlat ve Avşar, 2020). Bu mevsimsel benzerlik nedeniyle analiz için yaz aylarına Mayıs ve Eylül aylarında eklenmiştir. Farklı ülkelerde yapılan bir çok çalışmada, SHD'lerin değişimlerini bulmak için bu 5 aya odaklanılmıştır (Smith vd., 2013). Yapılan çalışmada 1960-2019 döneminde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan ülkenin geneline homojen dağılmış 94 meteoroloji istasyonunun günlük Tmax değerleri kullanılmıştır (Şekil 1). Bu veriler, İklim Değişikliği Tespiti ve Endeksleri tarafından sağlanan ve RCLIMDEX yazılım paketi ile verilerin eksiksizlik, makullük ve hassasiyetleri kontrol edildiği için tercih edilmiştir (Baltacı vd., 2018). Ek olarak, RHTestV3 yazılım paketi, zaman serilerindeki iklimsel olmayan kaymaları (homojen olmama) bulmak için günlük Tmax verilerine uygulanmıştır. Sonuç olarak, 94 meteoroloji istasyonunun günlük Tmax değerleri, SHD üzerinde çalışmak için uygun görülmüştür.

### **2.2. Sıcak Hava Dalgası Tanımı**

Türkiye, Doğu Akdeniz Havzasının bir parçası olarak, Avrupa ve Akdeniz sıcak hava dalgalarına karşı oldukça duyarlı ülkelerden biridir. 21. yüzyılın sonlarına kadar sıcak hava dalgalarında meydana gelen sıcaklık yükselişi ve öngörülen genlik artışı, ülkede sıcak hava dalgasına bağlı sağlık problemleri riskini artırmaktadır. SHD'lerin Türkiye'de önemli sağlık etkilerine rağmen, şimdiye kadar birkaç sıcak hava dalgası çalışması

yapılmıştır. Kuglitsch vd. (2010) tarafından, Türkiye'nin de dâhil olduğu Doğu Akdeniz havzası için SHD'lerin çeşitliliği araştırılmış ve Türkiye'nin batı ve güney kesimleri ile Doğu Karadeniz kıyıları için SHD'lerin sayılarında belirgin artışlar bulunmuştur. Daha sonra, Ünal vd., (2013) tarafından yapılan çalışmada, 1965-2006 dönemi için hissedilir sıcaklıkların 90. yüzdalık diliminde ve art arda en az üç gün ve daha fazla devam eden sıcaklıklar SHD tanımı olarak kullanılarak yapılan çalışmada, Türkiye'nin batısındaki yaz aylarında meydana gelen sıcak hava dalgalarına odaklanılmıştır. Özellikle 1998 yılından sonra, SHD sürelerinde belirgin artışların olduğu sonucuna varılmıştır. Buna ek olarak, Doğu Akdeniz ve Karadeniz'deki sıcak gün sayısı ile deniz yüzeyi sıcaklıkları (DYS) arasında yüksek pozitif korelasyonlar bulunmuştur. Sağlık etkileri açısından ele alındığında, Leone vd., (2013) tarafından, İstanbul'da sıcaklık eşik değeri üzerindeki 1°C'lik bir artışın her yaşta ölüm oranında % 2.4 artışa neden olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmada (Can vd., (2019)), İstanbul'da 2015, 2016 ve 2017 yıllarının yaz aylarında meydana gelen SHD'leri nedeniyle 419 ekstra ölüm tespit edilmiştir.

Sıcak hava dalgalarının genellikle aşırı ve olağandışı bir sıcak hava dönem olduğu bilinmektedir. Bir bölgedeki sıcak hava dalgasını belirlemek için şimdiye kadar farklı meteorolojik parametreler ve eşik seviyeleri kullanılmıştır. Bu nedenle, SHD'lerin tanımı konusunda bir fikir birliği yoktur. Meteorolojik parametreler için genellikle, günlük ortalama sıcaklıklar Tmean (Anderson ve Bell, 2011), günlük maksimum sıcaklıklar Tmax (Peng vd., 2011), sıcaklık ve nem (Grundstein vd., 2012) ve hissedilir sıcaklıklar (Steadman, 1984) kullanılmıştır. Sıcak hava eşik seviyeleri ile ilgili olarak, mutlak eşik (Robinson, vd., 2001) veya göreceli eşik (Anderson ve Bell, 2011) genel olarak dikkate alınmıştır. Ek olarak, araştırmacılar genellikle bir gün (Tan vd., 2007), ardışık iki gün veya daha fazla (Son vd., 2012) ve ardışık üç gün veya daha fazla (Unal vd., 2013) gibi sıcak hava dalgalarını tanımlamak için farklı süreler kullanmışlardır. Farklı sıcak hava tanımlarını kullanmanın ana nedenlerinden biri, araştırmacıların farklı bakış açılarından kaynaklanmaktadır. İklim bilimcileri, uzun vadeli bir ortalamaya ait aşırı sıcaklığın sapmalarını analiz ederken; Sağlık araştırmacıları, aksine, bir sıcak hava dalgasının insan sağlığıyla ilgili yönleriyle ilgilenmektedirler.

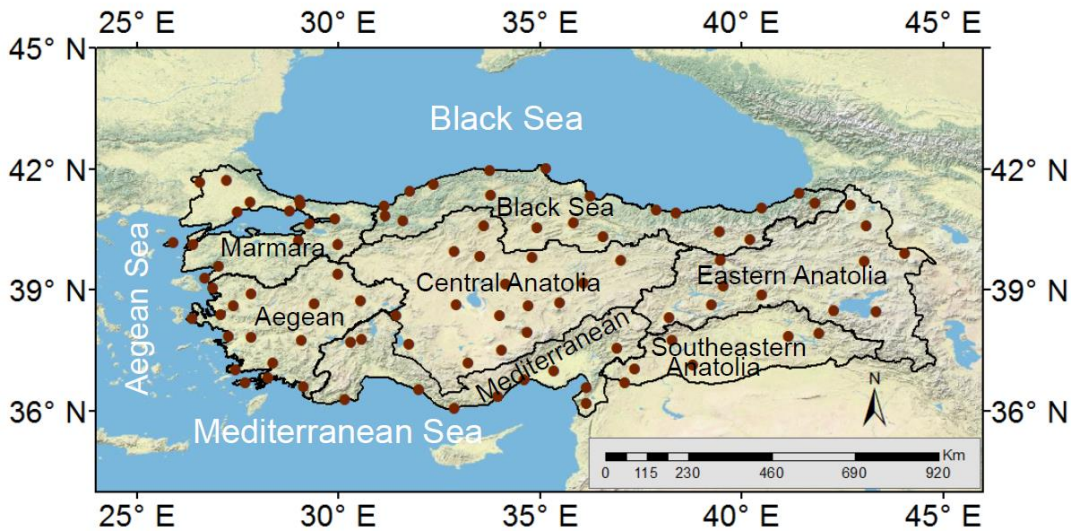
Bu çalışmada sıcak hava dalgası tanımı için, mutlak eşik yerine göreceli eşik değeri seçilmiştir. Çünkü Türkiye'nin karmaşık topografyaya sahip olması ve ülkenin nemli iklim bölgeleriyle kuru iklim bölgeleri arasındaki bariz farklılıklar, Türkiye'nin her



bölgesi için mutlak eşik değerin kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada günlük Tmax sıcaklıkları kullanılmıştır. Eşik değeri olarak 90. yüzdeleri dâhil seçilmiştir. Eşik değeri üzerinde ardışık olarak en az üç gün ( $\geq 3$ ) ve daha fazla devam eden sıcaklıklar SHD olarak tanımlanmıştır. Bu tanım, Türkiye ve diğer ülkelerde daha önceki çalışmalarda yaygın olarak kullanıldığı için seçilmiştir (Perkins ve Alexander, 2013; Ünal vd., 2013). Bu tanımla, elde ettiğimiz sonuçları daha önce yapılmış çalışmalarla karşılaştırabilmek ve elde edilen sonuçları tartışabilmek için bir fırsat oluşturabileceği için tercih edilmiştir.

SHD'lerin trend analizini yapmak ve eğilimlerin güven aralıklarını belirlemek için, her istasyon ve bölgede Doğrusal Regresyon ve Mann-Kendall testinin sıralı bir versiyonu kullanılmıştır. Mann-Kendall, klimatolojik ve hidrolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan, iyi bilinen, parametrik olmayan, sıra tabanlı bir testtir (Goossens ve Berger, 1986; Baltacı, 2019; Baltacı vd., 2020). Trend sonuçlarına göre normal dağılım tablosunun +1,96 üstü ve -1,96 altı değerleri %95 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

İklimsel olarak farklı bölgelerdeki SHD'lerin değişimlerini araştırmak için Türkiye, Erinc (1984) 'e benzer şekilde yedi bölgeye ayrılmıştır. Şekil 2.1.'de görülebileceği gibi, bölge başına istasyon sayısı Marmara Bölgesi (MR): 15; Ege Bölgesi (EB): 16; Akdeniz Bölgesi (AB): 11; İç Anadolu Bölgesi (İAB): 16; Karadeniz Bölgesi (KB): 19; Doğu Anadolu Bölgesi (DAB): 11; ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GAB): 6'dır.



Şekil 2. 1. Türkiye'deki 94 meteoroloji istasyonunun (kahverengi noktalar) dağılımı.

Bulut örtüsünün ve büyük ölçekli sirkülasyonların SHD üzerindeki rolünü araştırmak

için, 2.5° X 2.5° grid çözünürlüğü ile NCEP / NCAR reanaliz verilerinden bulut örtüsü, günlük ortalama deniz seviyesi basıncı (DMSLP), 850 hPa seviyesinde Atmosfer sıcaklıkları ve 500 hPa seviyesinin jeopotansiyel yükseklik değerleri kullanılmıştır.

### **2.3 Fethiye’de Hastane Verileri**

2014-2019 yıllarının 1 Mayıs -30 Eylül tarihlerinde kaydedilen hastane verileri, Muğla İl Sağlık Müdürlüğü’nün izniyle Fethiye Devlet Hastanesi’nden alınmıştır. Veriler günlük hastane başvuruları ve ölüm sayılarını kapsamaktadır. Bu veriler kullanılarak SHD’ler esnasında hastane başvurularındaki ve ölümlerdeki artışlar incelenmiştir. Hastane ölüm verilerinde yaş ve cinsiyet parametreleri bulunmaktadır. SHD’lerin yaşlara göre etkileri 15-64 ve  $\geq 65$  yaş aralıklarında incelenmiştir. Ayrıca SHD’lerin cinsiyete göre etkileri de araştırılmıştır.

Yapılan çalışmada SHD’ler; günlük maksimum sıcaklıklar kullanılarak, eşik değer olarak %90 dilimde ve ardışık 3 gün ve daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır. Bu tanımla 2019 yılında sırasıyla uzunlukları 6, 7, ve 5 gün olan 3 SHD (SHD 1, SHD 2 ve SHD 3) tespit edilmiştir. Birçok ülkede yapılan çalışmalarda SHD sonrası gecikmelerde hesaba katılmıştır (Can, vd., 2019). Avustralya Brisbane’de yapılan bir çalışmada SHD’lerin etkisinin beş gün devam ettiğini bulmuşlardır (Huang vd., 2012). Bu çalışmaya göre 5. gün sonunda SHD etkisi sona erdiği görülmüştür. Bu çalışmada SHD’ler bittikten sonra ilk 3 gün yoğun olarak etkisinin devam ettiği ve 5. gün etkisinin bittiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmada Brisbane’de yapılan çalışmaya benzer şekilde 3 günlük gecikmeler her bir SHD’ye eklenmiştir. Böylece eklenen gecikmeler sonucunda SHD 1’in uzunluğu 9 gün, SHD 2’nin uzunluğu 10 gün ve SHD 3’ün uzunluğu ise 8 gün olmuştur.

### **2.4 Edirne’de Hastane Verileri**

Hastane verileri Edirne İl Sağlık Müdürlüğü’nün izniyle alınmıştır. Bu veriler 2018 yılındaki Edirne’deki tüm hastanelerin günlük poliklinik başvuru sayılarını, hastaların cinsiyet, yaşları ve saptanan hastalık teşhislerini kapsamaktadır. Türkiye’de hastane poliklinikleri resmi tatillerde kapalı olduğundan hafta sonuna denk gelen tarihlerde veri bulunmamaktadır

Yapılan çalışmada SHD'ler; günlük maksimum sıcaklıklar kullanılarak, eşik değer olarak %90 dilimde ve art arda 3 gün veya daha fazla devam eden sıcaklıklar olarak tanımlanmıştır. Bu tanımla 2018 yılında Edirne'de 30 Ağustos-4 Eylül tarihleri arasında toplam 6 gün devam eden bir SHD tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda SHD günlerine, yüksek sıcaklıkların etkilerinin görüldüğü gecikme günleri de eklenmiştir (Can, vd, 2019 ; Huang vd., 2012). Bu nedenle tespit edilen 6 günlük SHD'ye 3 günlük gecikmeler eklenmiştir ve bu gecikme günleriyle birlikte toplamda 9 SHD günü analizlerde kullanılmıştır.

### 2.3.1 Fethiye ve Edirne'nin Hastane verilerinin İstatistiksel Analizi

SPSS V21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı analiz için kullanılmıştır. 3 gün gecikmeli SHD dönemlerindeki hastane başvurularındaki artışlar, ölüm oranları ile cinsiyete ve yaşa özgü ölüm oranları, aşağıdaki 1 ve 2 numaralı denklemlerle hesaplanmıştır. Risk Ratio (RR) ve anlamlılıkları aşağıdaki 3 numaralı denklem kullanılarak hesaplanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Doğal logaritmik Z testleri, 3 gün gecikmeli SHD dönemi ölüm oranları ile referans dönemleri ölüm oranlarını karşılaştırmak için kullanılmıştır (Can vd., 2019). Z Testi aşağıdaki 6 numaralı denklemle hesaplanmıştır.

$$DR_{(SHD)} = \frac{SHD \text{ Dönemi Ölüm Oranları}}{Nüfus Sayısı * SHD \text{ Dönemi Ölüm Oranları}} \quad (1)$$

$$DR_{(Referans \text{ Dönem})} = \frac{Referans \text{ Dönemi Ölüm Oranları}}{Nüfus Sayısı * Referans \text{ Dönemi Ölüm Oranları}} \quad (2)$$

$$RR = \frac{DR_{(SHD)}}{DR_{(Referans \text{ Dönem})}} \quad (3)$$

$$var(DR_{SHD}) = \sqrt{\frac{SHD \text{ Dönemi Ölüm Oranları}}{(Nüfus Sayısı * SHD \text{ Dönemi Ölüm Oranları})^2}} \quad (4)$$

$$var(DR_{Referans \text{ Dönem}}) = \sqrt{\frac{Referans \text{ Dönemi Ölüm Oranları}}{(Nüfus Sayısı * Referans \text{ Dönemi Ölüm Oranları})^2}} \quad (5)$$

$$Z = \frac{\ln(DR_{SHD}) - \ln(DR_{Referans Dönem})}{\sqrt{\frac{var(DR_{SHD})}{(DR_{SHD})^2} + \frac{var(DR_{Referans Dönem})}{(DR_{Referans Dönem})^2}}} \quad (6)$$

Burada  $DR_{SHD}$  SHD dönemlerindeki ölüm oranını,  $DR_{Referans Dönem}$  referans dönemlerdeki ölüm oranlarını göstermektedir.

Analizlerde Fethiye’de 2019 yılının 1 Mayıs-30 Eylül tarihleri arasında meydana gelen 3 SHD döneminde kaydedilen hastane verileri referans dönemlerde kaydedilen hastane verileri ile karşılaştırılmıştır. Analiz için 2014-2018 yılları arasındaki 5 yılın 1 Mayıs-30 Eylül tarihleri arası referans dönemi olarak seçilmiştir. Karşılaştırma için kullanılan referans günlerinin başlangıç ve bitiş tarihleri, SHD’lerin gün ve ay olarak başlangıç ve bitiş tarihleriyle aynıdır. Böylece referans dönemlerinin gün sayıları SHD dönemlerinin gün sayılarına eşit olmuştur.

Edirne hastane verileri için  $DR_{heatwave}$  2018’de meydana gelen SHD dönemlerindeki hastane başvuru oranını,  $DR_{reference period}$  referans dönemlerdeki hastane başvuru oranlarını göstermektedir. Analizlerde 2018 yılının 30 Ağustos-7 Eylül tarihleri arasında meydana gelen 9 günlük SHD süresince kaydedilen hastane verileri, referans dönemlerde kaydedilen hastane verileri ile karşılaştırılmıştır. Analiz için SHD’den önceki 6-29 Ağustos tarihlerindeki hastane verileri ile SHD’den sonraki 10 Eylül-3. Ekim tarihlerindeki hastane verileri referans olarak kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Türkiye’de Sıcak Hava Dalgalarının Uzun Vadeli Değişimleri ve Sinoptik Karakteristikleri

##### 3.1.1. Sıcak hava dalgalarının sayılarının zamansal ve mekânsal değişimi

İlk adım olarak, her istasyonun  $T_{max}$  verileri için SHD eşik değerleri hesaplanmıştır. Aşağıdaki Tablo 3.1.’de 90 istasyon istasyondan alınan verileri kullanarak belirlediğimiz

eşikler bulunmaktadır.

**Tablo 3. 1** İllere göre sıcak hava dalgası eşik değerleri

| İstasyon | Eşik Değer | Kullanılan Veri% | Kayıp Veri % |
|----------|------------|------------------|--------------|
| ADANA    | 36         | 99.4             | 0.6          |
| ADİYAMAN | 39.8       | 95.1             | 4.9          |
| AFYON    | 32.3       | 99.6             | 0.3          |
| AĞRI     | 32.1       | 98.1             | 1.9          |
| AKÇAKOCA | 28         | 97.6             | 2.4          |
| AKHİSAR  | 37.4       | 99.8             | 0.2          |
| AKSARAY  | 33.3       | 96.2             | 3.8          |
| AKŞEHİR  | 32.4       | 99.9             | 0.01         |
| ALANYA   | 33.8       | 99.3             | 0.7          |
| AMASYA   | 34.8       | 98.2             | 1.8          |
| ANAMUR   | 34.8       | 99.8             | 0.2          |
| ANKARA   | 33.2       | 99.9             | 0.1          |
| ANTAKYA  | 33.5       | 99.8             | 0.2          |
| ARDAHAN  | 27.3       | 99.3             | 0.7          |
| ARTVİN   | 30.1       | 99.8             | 0.2          |
| AYDIN    | 38.2       | 99.8             | 0.2          |
| AYVALIK  | 34.4       | 97.7             | 2.3          |
| BARTIN   | 31         | 97.9             | 2.1          |
| BATMAN   | 41.3       | 99.8             | 0.2          |
| BAYBURT  | 30.6       | 99.9             | 0.1          |

|            |      |      |      |
|------------|------|------|------|
| BEYŞEHİR   | 31.4 | 99.9 | 0.1  |
| BİLECİK    | 32.1 | 99.7 | 0.3  |
| BİNGÖL     | 36.6 | 99.5 | 0.5  |
| BODRUM     | 36.8 | 99.5 | 0.5  |
| BOLU       | 31.2 | 99.5 | 0.5  |
| BURDUR     | 34.6 | 99.8 | 0.2  |
| BURSA      | 33.6 | 99.7 | 0.3  |
| ÇANAKKALE  | 32.7 | 99.7 | 0.3  |
| ÇANKIRI    | 34.3 | 99.8 | 0.2  |
| ÇEŞME      | 32   | 94.8 | 5.2  |
| CİHANBEYLİ | 33.8 | 99.2 | 0.8  |
| ÇORLU      | 31.4 | 99.4 | 0.6  |
| ÇORUM      | 32.6 | 99.5 | 0.5  |
| DATÇA      | 34.4 | 90.9 | 9.1  |
| DENİZLİ    | 37   | 99.9 | 0.1  |
| DİKİLİ     | 34   | 99.8 | 0.2  |
| DÜZCE      | 32.2 | 99.8 | 0.2  |
| EDİRNE     | 34.6 | 99.8 | 0.2  |
| EDREMIT    | 35.1 | 98.7 | 1.3  |
| ELAZIĞ     | 36.6 | 99.3 | 0.67 |
| EREĞLİ     | 33.9 | 91.5 | 8.5  |
| ERZİNCAN   | 34.5 | 99.9 | 0.1  |
| FETHİYE    | 36.6 | 99.7 | 0.3  |
| FİNİKE     | 36.4 | 98.8 | 1.2  |

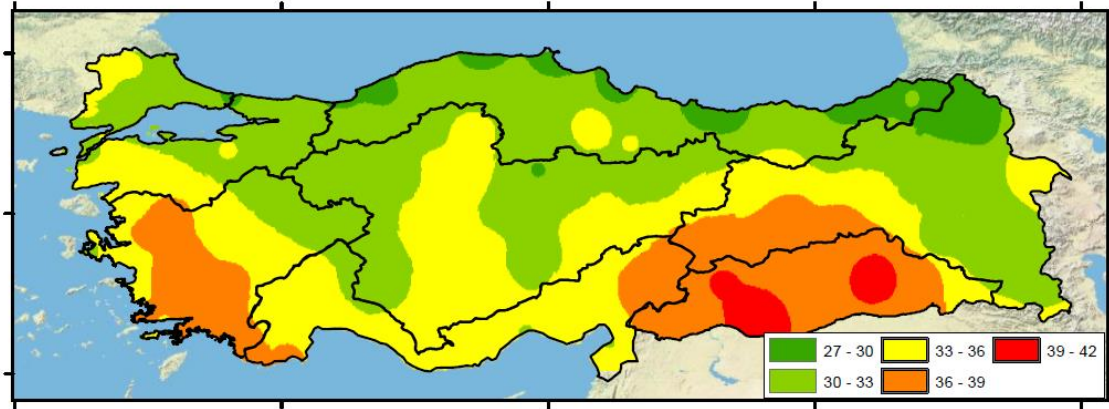
|               |      |      |     |
|---------------|------|------|-----|
| FLORYA        | 30.9 | 98.9 | 1.1 |
| GAZİANTEP     | 37.5 | 99.9 | 0.1 |
| GEMEREK       | 33.1 | 94.4 | 5.6 |
| GİRESUN       | 28.4 | 99.9 | 0.1 |
| GÖKÇEADA      | 32   | 95.8 | 4.2 |
| GÜMÜŞHANE     | 32.9 | 96.2 | 3.8 |
| HOPA          | 29.2 | 96.1 | 3.9 |
| IĞDIR         | 35.4 | 99.9 | 0.1 |
| İNEBOLU       | 28.6 | 99.8 | 0.2 |
| İSKENDERUN    | 32.8 | 99.9 | 0.1 |
| ISPARTA       | 33   | 99.6 | 0.4 |
| İZMİR         | 35.2 | 99.8 | 0.2 |
| KAHRAMANMARAŞ | 38.4 | 99.8 | 0.2 |
| KARAMAN       | 33.8 | 99.9 | 0.1 |
| KARS          | 29   | 99.1 | 0.9 |
| KASTAMONU     | 31.4 | 99.9 | 0.1 |
| KAYSERİ       | 33.6 | 99.6 | 0.4 |
| KİLİS         | 38.4 | 99.7 | 0.3 |
| KİREÇ BURNU   | 29.5 | 99.8 | 0.2 |
| KIRIKKALE     | 34   | 98.8 | 1.2 |
| KIRKLARELİ    | 33.3 | 99.7 | 0.3 |
| KIRŞEHİR      | 32.8 | 99.9 | 0.1 |
| KOCAELİ       | 32.6 | 98.1 | 1.9 |
| KUMKÖY        | 29.6 | 99.9 | 0.1 |

|           |      |      |     |
|-----------|------|------|-----|
| KUŞADASI  | 33.3 | 97.9 | 2.1 |
| KÜTAHYA   | 31.8 | 99.9 | 0.1 |
| MALATYA   | 36.5 | 99.4 | 0.6 |
| MANİSA    | 37.4 | 99.1 | 0.9 |
| MARMARİS  | 36.7 | 99.7 | 0.3 |
| MERSİN    | 32.8 | 99.9 | 0.1 |
| MUĞLA     | 36   | 99.7 | 0.3 |
| NEVŞEHİR  | 31.5 | 99.9 | 0.1 |
| NİĞDE     | 32.1 | 99.9 | 0.1 |
| ORDU      | 29.1 | 98.1 | 1.9 |
| RİZE      | 28.6 | 99.9 | 0.1 |
| SAMSUN    | 28.5 | 99.3 | 0.7 |
| ŞANLIURFA | 40.5 | 99.8 | 0.2 |
| SİİRT     | 39   | 99.9 | 0.1 |
| SİLİFKE   | 35   | 99.9 | 0.1 |
| SİNOP     | 28.2 | 99.8 | 0.2 |
| SİVAS     | 31.8 | 99.9 | 0.1 |
| TATVAN    | 30.9 | 92.1 | 7.9 |
| TEKİRDAĞ  | 30   | 99.5 | 0.5 |
| TOKAT     | 33.2 | 99.6 | 0.4 |
| TUNCELİ   | 37.4 | 99.4 | 0.6 |
| UŞAK      | 33   | 99.7 | 0.3 |
| VAN       | 30   | 99.6 | 0.4 |
| YALOVA    | 31   | 99.9 | 0.1 |



|           |      |      |     |
|-----------|------|------|-----|
| YOZGAT    | 29.6 | 99.9 | 0.1 |
| ZONGULDAK | 27.3 | 98.5 | 1.5 |

Aşağıdaki Şekil 3.1.'de Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GAB), Türkiye'nin en sıcak bölgesi olarak görülmektedir. Örneğin bu bölgede sıcaklıklar 39 ° C eşik seviyesini aşarak en az ardışık üç gün ve daha fazla devam ederse bu bölgede sıcak hava dalgaları meydana gelmektedir.

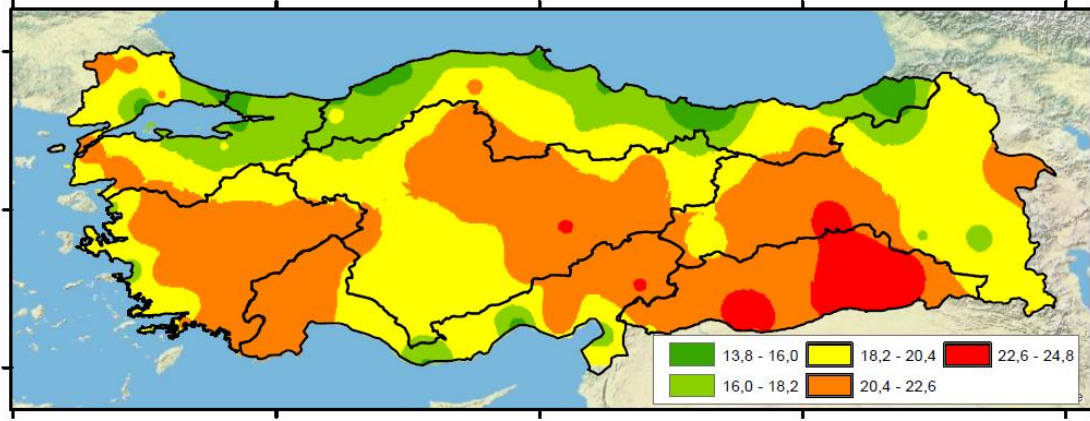


**Şekil 3. 1.** 1960 ile 2019 Yılları arasındaki ılık mevsim (1 Mayıs-30 Eylül) döneminde istasyonların SHD eşik değerleri (Tmax'ın 90. yüzdelik dilimi, °C olarak gölgeli renkler).

Bu bölge, ülkenin en kurak bölgesi olarak bilinmekte ve alçak basınç Asya Musonunun Türkiye'nin Güneydoğusuna doğru uzanması sonucunda, günlük maksimum sıcaklık dalgalanmaları ile daha kuru ve daha sıcak atmosferik koşullar meydana gelmektedir.

Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi ikinci en yüksek günlük Tmax eşik değeri Ege Bölgesi'nin güney kesiminde meydana gelmektedir. Bu bölgedeki yüksek Tmax eşik değerlerinin var olmasının temel nedeni, sıcak ve kuru havanın kuzeydoğu rüzgârlarıyla İç Anadolu Bölgesi'nden taşındığı düşünülmektedir. Öte yandan sıcak hava dalgası oluşumları için en düşük Tmax eşik değerleri Doğu Karadeniz bölgesinde bulunmuştur. Bu havzada yaz aylarında kuzeybatı rüzgar rejimleri hakimdir ve genellikle Karadeniz'den gelen nispeten ılık ve nemli hava sıcaklık dalgalanmalarına neden olur. Karadeniz üzerinden gelen sıcak ve nemli hava, Doğu Karadeniz'in kıyı topraklarında nispeten soğuk güney akışlarıyla karşılaştığında, karasız atmosferik koşullar ve buna bağlı derin konvektif hücreler gelişir ve aşırı yağışları meydana getiren sel olaylarına neden olur (Baltacı vd., 2017).

Ayrıca SHD'lerin onar yıllık ortalama değerlerini hesapladığımızda; GAB, İç Anadolu Bölgesi'nin doğusu ve Ege Bölgesi'nin kırsal alanları ortalama olarak en yüksek değerlere sahiptir (Şekil 3.2.).



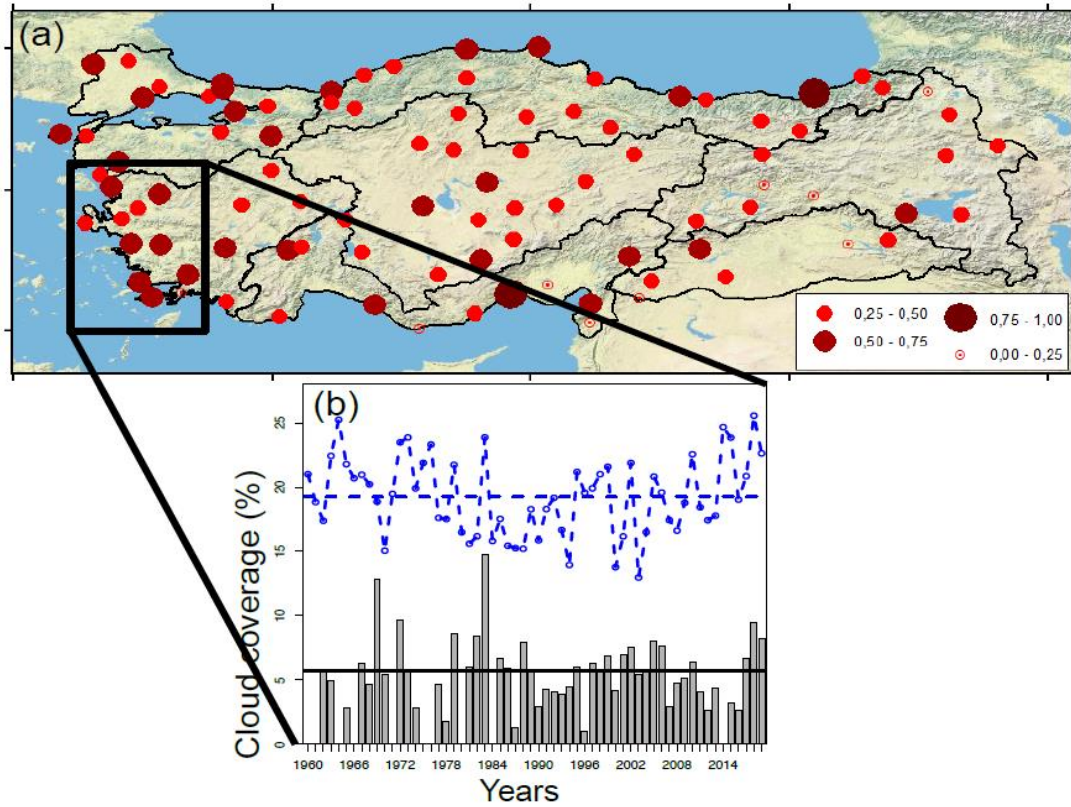
Şekil 3. 2. Türkiye'de onar yıllık ortalama SHD sayıları.

Bu sonuç, ülkenin karasal ve plato alanlarında SHD'lerin daha fazla meydana geldiğini göstermektedir. Ayrıca bu durum gündüz meydana gelmektedir. Çünkü kıyı bölgelerle kıyaslandığında karasal iklim bölgelerinde yeryüzüne gelen güneş ışınımı su buharı ve bulut örtüsü gibi güneş radyasyonunu yansıtıcı ve engelleyici atmosferik koşullarla karşılaşmazlar. Önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi (Baltacı vd. 2015; Baltacı 2017, 2020), Türkiye'yi çevreleyen denizlerden esen hakim rüzgarlar, kıyı bölgelerine önemli miktarda nispeten daha düşük sıcaklıklarda nem getirmektedirler. Bu nedenle, denize bitişik bölgelerde yani kıyı bölgelerinde SHD'lerin sayısı karasal alanlar kadar çok değildir. Ek olarak, atmosferik bloklama sistemleri ve buna bağlı olarak yüksek seviyeli sırt oluşumları, kıyı bölgelerinde meydana gelen SHD'lerin sürelerini artırmaktadır (Demirtaş, 2018). Öte yandan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin plato özellikleri ile bu bölgenin karasal ve kurak alanlarının özellikleri Asya Muson sistemine yakınlık göstermektedir. Bu yakınlık, GAB'ta sık sık SHD meydana getiren ana coğrafi / iklimsel ve atmosferik koşulların oluşmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Daha ayrıntılı incelemek amacıyla, SHD sayılarının zamansal değişimlerini bilmek gerekmektedir. Yani SHD'lerin süresindeki artışların zamansal değişimlerini bilmek gerekmektedir. Bu amaçla, SHD'lerin sayılarının istasyon bazlı uzun vadeli değişimleri hesaplanmıştır (Şekil 3.3.a). Ana sonuçlara göre, tüm istasyonların % 91'i istatistiksel

olarak önemli pozitif eğilimler göstermekte ve en yüksek pozitif on yıllık eğilimler Türkiye'nin kıyı istasyonlarında bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre kırsal bölgelerdeki SHD sayıları kıyı bölgelerindeki SHD sayılarından daha fazla olduğu görülmüştür. Buna karşın, kıyı istasyonlarında tespit edilen SHD sayılarındaki artışın kırsal alanlarda bulunan istasyonlarda tespit edilen SHD sayılarındaki artışlardan daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durumun ana nedenlerinden biri bulut örtüsünün değişmesiyle açıklanabilir.

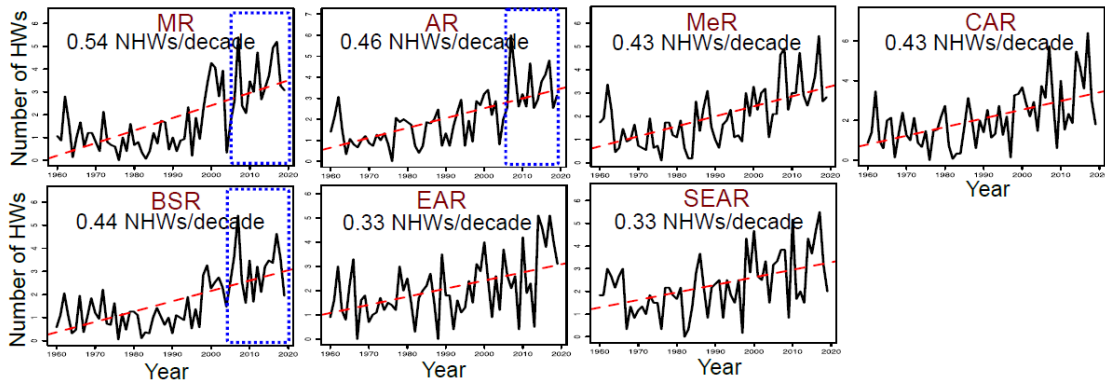


**Şekil 3. 3. (a)** 1960-2019 Dönemi boyunca istasyonların SHD sayılarının zamana bağlı değişimler. **(b)** 1960-2019 Döneminde yaz aylarında Ege Bölgesi'nin alan ortalamalı bulut kapsamı ve SHD'ler sırasındaki bulutluluk (gri çubuklar)

Kotsias ve Lolis (2018) tarafından belirtildiği gibi, yaz aylarında Akdeniz Havzası'ndaki toplam bulut örtüsünün çok az olması, kıyı alanlarında meydana gelen SHD'lerin sayısında ve süresinde artışlara neden olmaktadır. Bulut örtüsünün yüzdelik değişimini incelemek için, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yaz aylarında meydana gelen SHD'ler esnasında, toplam bulut örtüsünün alansal ortalamasının (%) uzun vadeli değişimleri incelenmiştir (Şekil 3.3.b). Ege bölgesi, tüm komşu istasyonlar arasında SHD sayısında

istatistiksel olarak en belirgin pozitif eğilimler gösterildiğinden seçilmiştir. Genel olarak bu bölgede bulut örtüsü 1980'lerde azalmaya ve son on yılda artmaya başlamıştır. Sonuç olarak, tüm yaz aylarında ortalama bulut örtüsü %19 olarak kaydedilmiştir. Ancak SHD'ler sırasında, bulut örtüsü minimum değerlerde olduğu tespit edilmiştir ve SHD esnasında bulut miktarı, ortalama bulut örtüsünden neredeyse % 70 daha az olduğu görülmüştür.

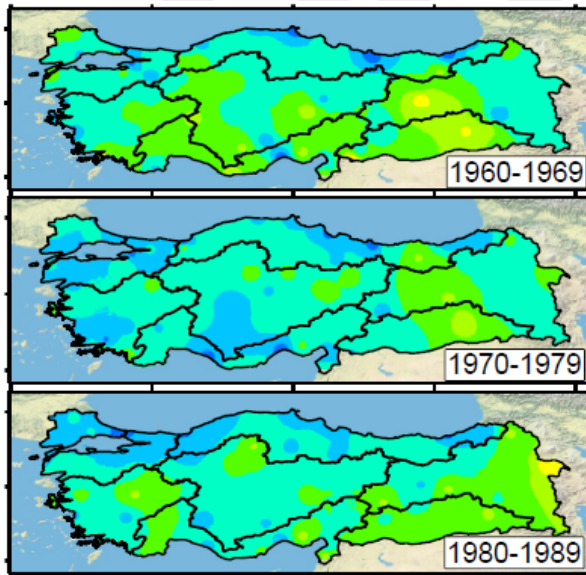
Bölgesel olarak incelendiğinde, SHD sayısının uzun vadeli değişimleri çıkarılmıştır (Şekil 3.4.). Tüm bölgeler istatistiksel olarak anlamlı pozitif eğilimler göstermektedir. SHD'lerde en yüksek artışlar sırasıyla 0,54, 0,46 ve 0,44 SHD sayısı / on yıl ile MB, EB ve KB bölgelerinde gözlenmiştir. Bu üç bölgeye odaklandığımızda, özellikle 2005-2019 yılları arasında SHD artış hızının çok daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3.4.'te mavi dikdörtgenle belirtilen dönem). Marmara Bölgesi açısından bakıldığında, bu bölge, İstanbul'da km<sup>2</sup> başına 2500 kişiye varan nüfus yoğunluğu ile Türkiye'nin en çok sanayileşmiş, tarımsal olarak gelişmiş kalabalık coğrafi bölgesi olduğu görülmektedir. Bölgesel nüfus yoğunluğu incelendiğinde Marmara Bölgesi'nde km<sup>2</sup> başına ortalama 300 kişi düştüğü görülmektedir (Türkiye İstatistik Enstitüsü (TUIK), 2011). Yüksek nüfus yoğunluğu nedeniyle arazi örtüsü değişiklikleri ve MB'de şehir-ısı adası ilişkisinin etkisi, kırsal alanlarla kıyaslandığında günlük sıcaklık değerini artırmaktadır.



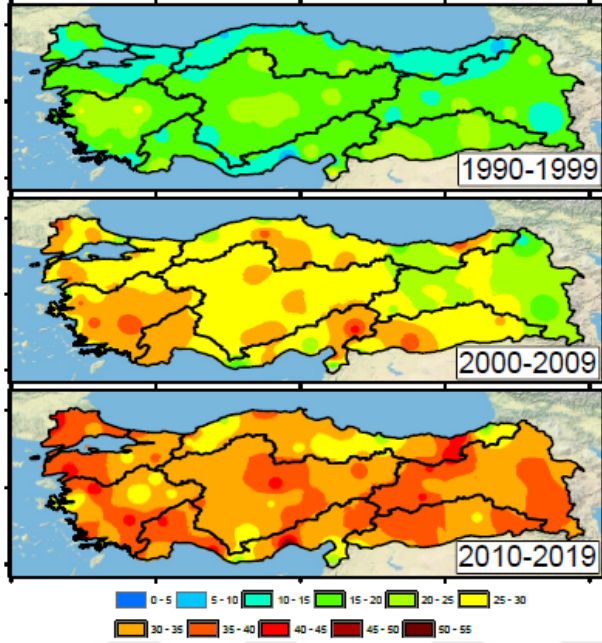
**Şekil 3. 4.** 1960-2019 Dönemi boyunca Türkiye'nin her bölgesi (siyah çizgiler) için SHD sayısının zamansa değişimi. (Kesik kırmızıçizgiler, SHD sayılarının doğrusal regresyonunu göstermektedir.)

Kentsel çevrelerde yaşayanların kent dışı bölgelere göre daha büyük risk altında olduğu

bilinmektedir (Lass ve ark. 2011). Stern Review'e (2006) göre, Güney Avrupa'da, ortalama yıllık sıcaklıklardaki artışlar ve özellikle yaz aylarında meydana gelen yüksek sıcaklıklar, sıcağa bağlı ölümlerde artışa neden olmaktadır. İklim simülasyonlarında, sıcaklıkların 2°C artırılmasıyla oluşturulan senaryolar, özellikle şehirlerde sıcaklığa bağlı ölüm sayılarının 2-3 kat artabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, MB'nde yaşayan yaşlı insanların, SHD'lerin tetikleyeceği hastalıklardan daha fazla etkilenecekleri öngörülmektedir. Bu amaçla, acil durum hizmet sağlayıcılarını koordine etmek, planlamaya yardımcı olmak için şehir güvenlik açığı haritalarını oluşturmak ve şehir-ısı adası etkisini azaltmak için stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir (Ebi ve Semenza 2008; Wilhelmi ve Hayden 2010). SHD'lerin onar yıllık değişimlerini bulmak için her on yıllık dönemde toplam SHD sayısı araştırılmıştır (Şekil 3.5.).





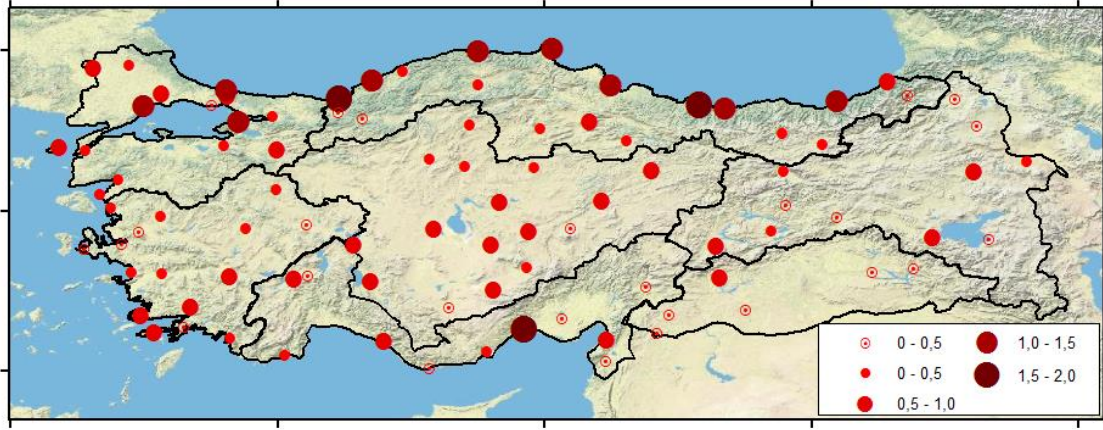


**Şekil 3. 5.** 1960-2019 Dönemi için Türkiye'deki toplam sıcak hava dalgası sayılarının onar yıllık değişimi

Son on yıllık dönemde (2010-2019), 21. yüzyılın başlarında toplam SHD sayısının belirgin bir şekilde arttığı ve tüm bölgelerde en yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür. SHD'lerdeki en önemli artış, Türkiye'nin batı kesiminde meydana gelmektedir. Bu sonuçlar Ünal vd. (2003) yaptıkları çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

### 3.1.2. SHD'lerdeki gün sayısının zaman ve mekânsal değişimi

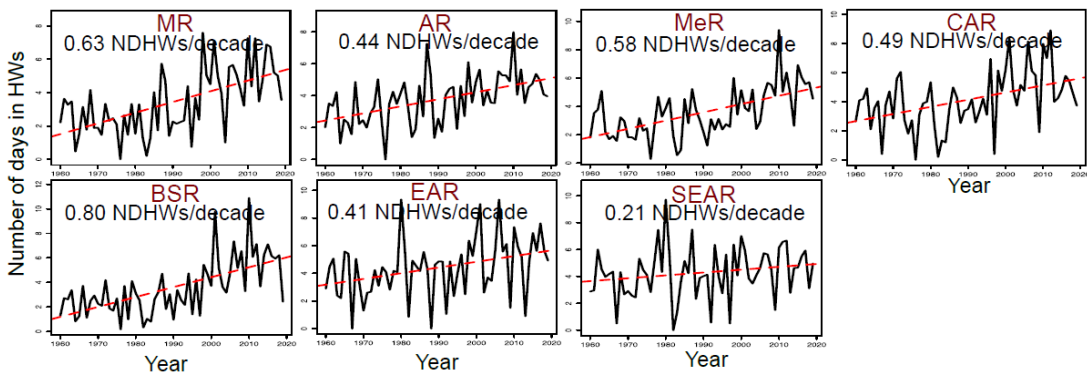
SHD'lerin frekans değişikliklerinin yanı sıra, SHD'lerin süresindeki değişimler de çok önemlidir. Bu nedenle, her istasyon için sıcak hava dalgalarının gün sayılarının (SHDGS) uzun vadeli değişimleri hesaplanmıştır (Şekil 3.6).



**Şekil 3. 6.** 1960-2019 Dönemi boyunca istasyonların sıcak hava dalgalarının ortalama gün sayısındaki eğilimleri.

Şekil 3.6.'deki, düz noktalar, % 95 düzeyinde istatistiksel olarak önemli pozitif eğilimlere karşılık gelirken, doldurulmamış daireler, Mann-Kendall testine göre önemsiz pozitif eğilimleri göstermektedir. Noktaların boyutu ve rengi trendin büyüklüğü ile orantılıdır (gün / on yıl). Eğilim arttıkça noktaların büyüklüğü ve rengin koyuluğu artmaktadır.

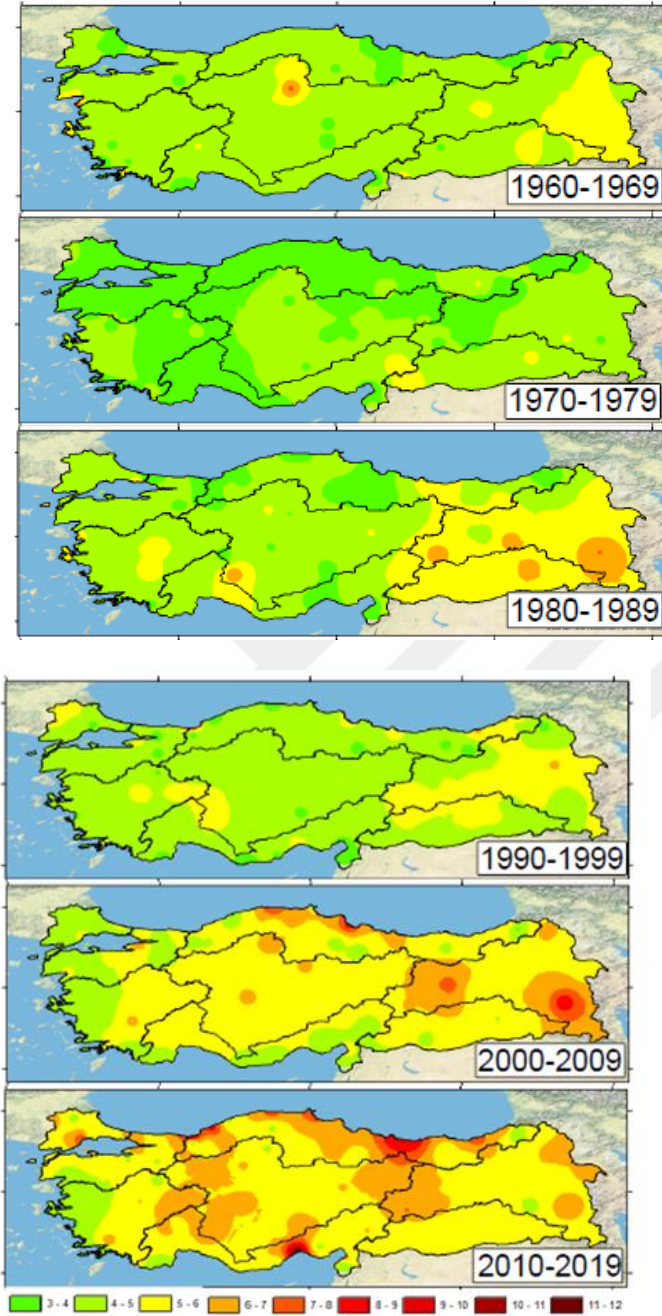
Mann-Kendall testine göre tüm istasyonların % 72'si SHDGS'lerde istatistiksel olarak anlamlı pozitif eğilimler göstermektedir ( $p < 0.05$ ). SHD süresindeki en yüksek artış, Karadeniz'in kıyı kesimlerinde yer alan istasyonlarda görülmüştür. Bölgesel açıdan, KB dışındaki en önemli SHDGS'lerdeki artışlar (0.80 SHDGS / on yıl) sırasıyla Marmara ve Ege bölgelerinde bulunmuştur (Şekil 3.7.).



**Şekil 3. 7.** 1960-2019 Dönemi boyunca Türkiye'nin her bölgesi (siyah çizgiler) için sıcak hava dalgalarının gün sayısındaki zamansal değişimi.

Mekânsal dağılıma bakıldığında, SHD gün sayılarındaki artışlar ülke genelinde son yirmi

yılda daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca Karadeniz Bölgesi'nde SHDGS'lerdeki artışın kıyılarından iç kesimlere doğru genişlediği görülmektedir (Şekil 3.8.).

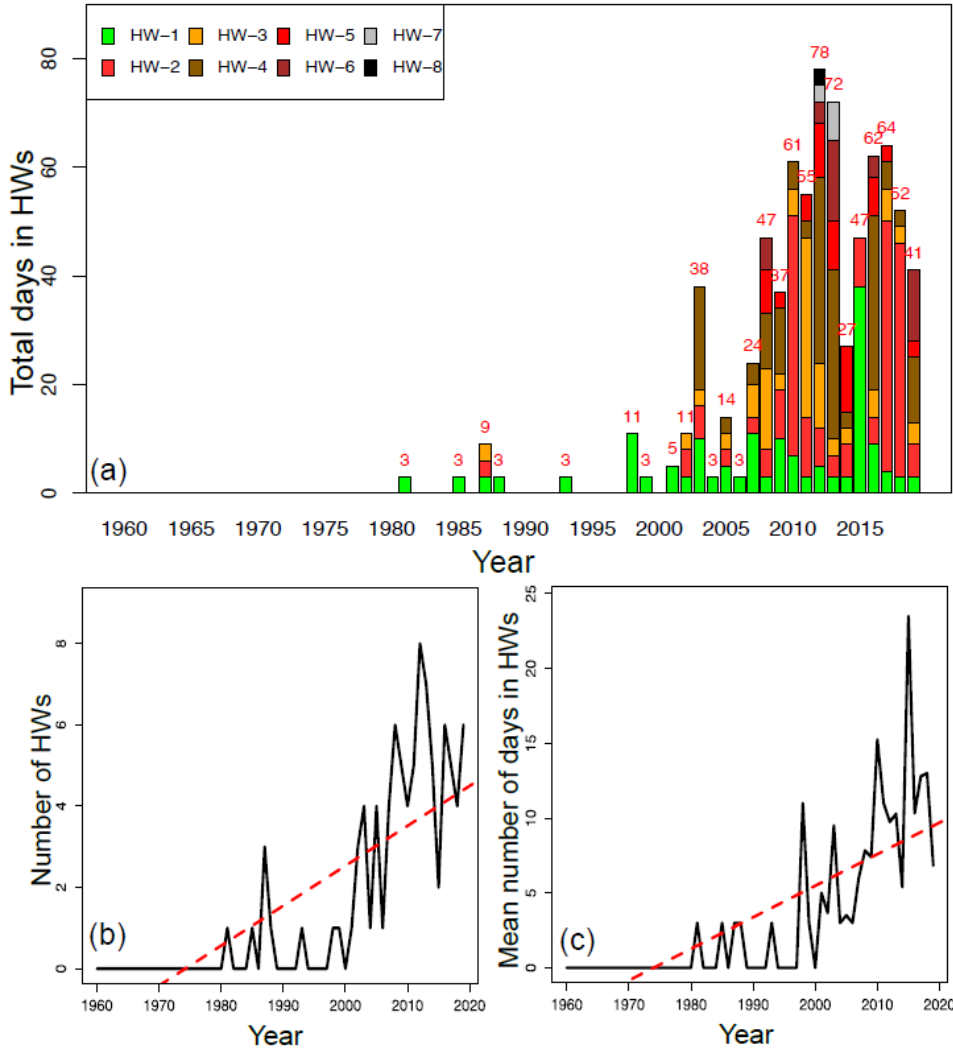


**Şekil 3. 8.** Sıcak hava dalgalarının ortalama gün sayılarındaki on yıllık değişimi.

Tüm istasyonlar incelendiğinde, Mersin istasyonu (Güney Türkiye) hem SHD sayısı hem de genliği(gün sayısı) açısından en yüksek artışların meydana geldiği istasyon olarak bulunmuştur. Bu nedenle, bu istasyon için sıcak hava dalgası oluşumlarının uzun vadeli



zamansal değişimlerini çıkarılmıştır. Şekil 3.9. a ve b'de gösterildiği gibi, SHD'leri 2000 yılından sonra açıkça artmıştır. 2012 yılında, meydana gelen sekiz sıcak hava dalgasının gün sayılarının toplamı 78 gün olmuştur ve bu yıl en yüksek SHD yılı olarak görülmektedir. Ortalama olarak, sıcak hava dalgaları ilk meydana geldiklerinde 3 gün sürerken, son yıllarda genliğin 8 gün olduğu görülmektedir (Şekil 3.9.c).



**Şekil 3. 9. (a) Her SHD’lerde Günlerin Toplam Sayısının Zamansal Değişimi. (b) Toplam SHD Sayısının Zaman Serileri . (c) 1960-2019 Dönemi Boyunca SHD’lerdeki Ortalama Gün Sayısı.**

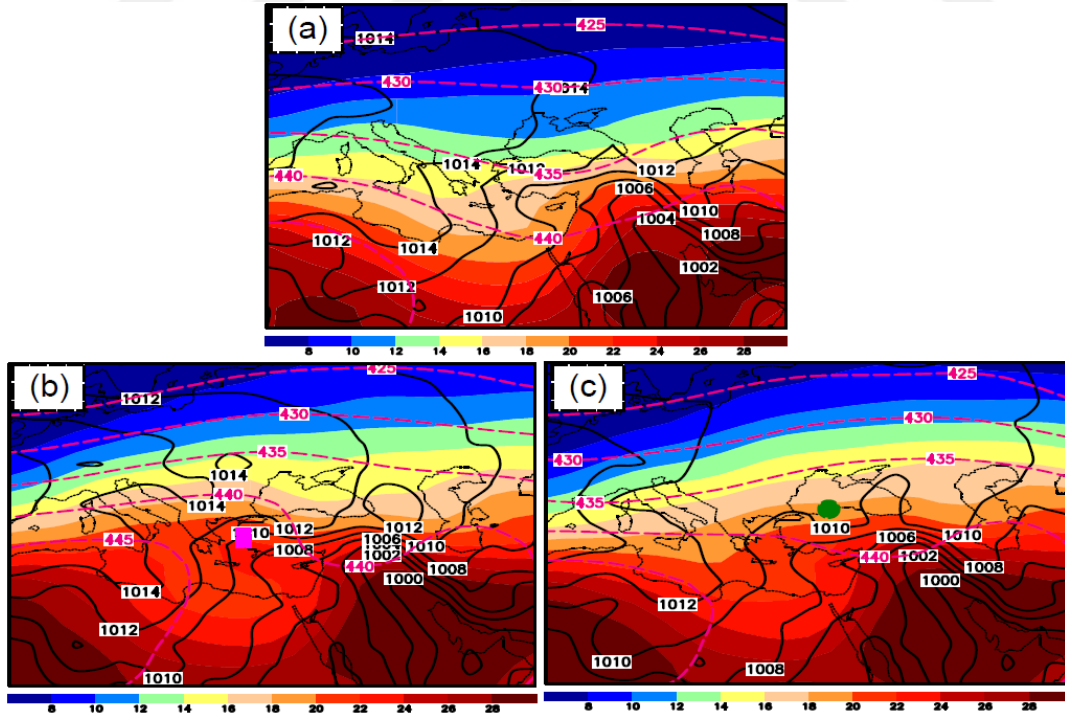
Şekillerdeki kırmızı eğriler SHD’lerin sayısındaki ve genliğindeki doğrusal eğimleri göstermektedir.

### 3.1.3. Sinoptik faktörlerin sıcak hava dalgası oluşumları üzerindeki etkileri

Sinoptik koşulların sıcak hava dalgası olayları üzerindeki etkileri, Türkiye'nin batı ve

kuzey bölgeleri için incelenmiştir. Analiz için Ege ve Karadeniz bölgeleri seçilmiştir, çünkü batı bölgelerinde SHD'lerin sayısındaki artış diğer bölgelere göre daha fazladır ve bu nedenle Ege bölgesi seçilmiştir. SHD büyüklüğünde en yüksek artış Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde görülmüştür bu nedenle bu bölge seçilmiştir. İlk olarak çevre-sirkülasyon yaklaşımı kullanılarak deniz seviyesi basıncının klimatolojik ortalaması, 850 hPa'da hava sıcaklığında ve 500 hPa jeopotansiyel yükseklik seviyesinde 1960-2019 dönemi için uzun yaz aylarından elde edilmiştir. Sırasıyla Ege ve Karadeniz bölgelerinde yer alan İzmir ve Akçakoca istasyonlarının SHD oluşum günleri, sinoptik bileşikler elde etmek için tercih edilmiştir. Sonuç olarak, Ege ve Karadeniz bölgelerinde meydana gelen SHD'ler için İzmir ve Akçakoca istasyonlarından sırasıyla toplam 452 ve 300 SHD günü hesaplamada kullanılmıştır.

Sıcak mevsim döneminin birleşik iklimsel haritalarına göre, Türkiye'nin güneyine uzanan ve yüksek pozitif sıcaklık gradyanlı (22-24°C) bir Asya musonu Levant Havzasında ve Türkiye'nin güneydoğu kesiminde görülmektedir (Şekil 10a). Bu koşullar sırasında, günlük en yüksek sıcaklıklar genellikle GAB bölgesinde meydana gelmektedir. Bu nedenle Şekil 3.1.'de görüleceği gibi GAB en yüksek Tmax eşik değerine sahiptir.



**Şekil 3. 10. (a).** 1960'tan 2019'a Kadar Sıcak Dönem İçin MSLP-Hpa (Siyah Çizgiler), 850 Hpa'da Sıcaklık (Gölgeli Renkler, °C), 500 Hpa'da Jeopotansiyel Yükseklik (Kesikli

Kırmızı Çizgiler, Baraj) İçin İklimsel Bileşik Haritaları. **(b).** Ege İçin Sıcak Hava Dalgası Günlerinin Bileşik Haritaları (Toplam 452 Gün). **(c).** Türkiye'nin Karadeniz (Toplam 300 Gün) Bölgeleri.

Türkiye'nin batısında meydana gelen SHD oluşumları incelendiğinde, Asya yaz musonu orta Anadolu platosuna doğru genişler ve buna bağlı olarak doğulu rüzgârlar, İAB'nin karasal alanlarından EB'ye sıcak ve kuru hava getirmektedir (Şekil 10b). Ek olarak, atmosferdeki düşük seviyeli sıcak hava adveksiyonu Ege Bölgesine nüfuz eder ve yüzeyden düşük seviyelere kadar yüksek sıcaklık değerlerinin görülmesini sağlar. Ayrıca, kuzey Afrika'dan Türkiye'nin batısına kadar uzanan bir atmosferik yükselti, bulutların azalmasına neden olmakta (uzun vadeli ortalamalara göre% 70 azalma) ve bu nedenle gelen güneş radyasyonu bulut gibi herhangi bir atmosferik engel olmaksızın yüzeye ulaşabilmektedir. Buna benzer atmosferik koşulların artmasıyla birlikte çok sayıda SHD olayı görülmektedir. Şekil 3.1.'de görüleceği gibi Türkiye'nin en yüksek ikinci Tmax eşik değerinin neden Ege Bölgesi'nde meydana geldiği anlaşılmaktadır.

Doğu Karadeniz'in genel atmosferik koşulları nedeniyle, kuzeybatı rüzgârları Karadeniz'den iç kısımlarına büyük miktarda nem getirmekte ve orografik zorlama mekanizması nedeniyle konvektif bulutların hızlı gelişimi öğleden sonraki saatlerinde aşırı yağış olaylarına neden olmakta ve bu nedenle, çok fazla sıcaklık rekoru görülmemektedir (Baltacı, 2017). Genel atmosferik davranışın tersine, Asya yaz musonunun rotasyonu Türkiye'nin kuzeyine genişlerse, doğulu rüzgâr paternleri Karadeniz'de daha aktif olmakta ve 18 ile 20°C arasında sıcak hava adveksiyonu bölge üzerinde aşağı seviyede bir bant şeklinde konumlanmaktadır (Şekil 10c). Aşağı seviyeye paralel olarak 500 hPa'da doğulu rüzgâr sirkülasyonu bulut oluşum mekanizmasını engellemektedir. Buna benzer atmosferik koşullar bölgede uzun bir süre durağan kalırsa, sıcak hava dalgası sürelerinde anormal bir artış meydana gelmektedir. Tüm bu koşullar göz önünde bulundurulduğunda Şekil 3.6.'da görüldüğü gibi SHD'lerin sürelerindeki en büyük artış Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelmesinin sebebi bu şekilde açıklanabilir.

### **3.2. Sıcak Hava Dalgalarının İnsan Sağlığına Etkisi**

#### **3.2.1 Fethiye'de Sıcak Hava Dalgalarının İnsan Sağlığına Etkisi**

2014–2019 yılları arasında ortalama sıcaklıklar, nüfus, cinsiyete ve yaşlara göre günlük ölüm oranları Tablo 3.2’de görülmektedir. 2014-2019 yılları arasında günlük ölüm oranları 0.94 -1.3 arasında değişmektedir. 2019 yılı 1.3’lük günlük ölüm oranını ile referans yıllarına göre en fazla ölümün meydana geldiği yıl olmuştur. Günlük sıcaklıklara bakıldığında 2018 yılında 33 C° ile günlük ortalama sıcaklıkların en fazla olduğu, 2017 yılında 43.7 C° ile günlük maksimum sıcaklıkların en fazla olduğu ve 2019 yılında 18.1 C° ile günlük minimum sıcaklıkların en düşük olduğu görülmektedir. Yaşlara göre günlük ölüm oranları incelendiğinde ise ölüm oranlarının 65 ve üzeri yaşlardaki insanlarda, diğer yaş aralıklarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. 0-14 yaş aralığındaki ölüm oranları çok düşük olduğundan yapılan analizlerde dikkate alınmamıştır. Cinsiyete göre ölüm oranlarına bakıldığında 2018 yılı hariç erkek ölüm oranı kadın ölüm oranına göre daha fazla olduğu görülmektedir. 2019 yılında erkek ölüm oranı diğer yıllara göre en fazla olurken, 2018 yılında kadın ölüm oranı diğer yıllara göre en fazla olmuştur.

**Tablo 3. 2.** Yıllara göre tanımlayıcı istatistik veriler

| Çalışma Periyodu                        | 2014           | 2015             | 2016             | 2017             | 2018           | 2019             |
|-----------------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|
| Ortalama Sıcaklıklar (1 Mayıs-30 Eylül) | 32.3 (21.2-42) | 32.2 (22.6-40.3) | 32.5 (20.3-41.1) | 32.7 (20.9-43.7) | 33 (23.9-40.5) | 32.6 (18.1-40.3) |
| Nüfus                                   | 145.643        | 147.703          | 151.474          | 153.963          | 157.745        | 162.686          |
| Günlük Ölüm Oranı                       | 1.02           | 0.94             | 1.02             | 0.97             | 1.14           | 1.3              |
| Günlük Kadın Ölüm Oranı                 | 0.42           | 0.33             | 0.46             | 0.45             | 0.58           | 0.56             |
| Günlük Erkek Ölüm Oranı                 | 0.6            | 0.6              | 0.55             | 0.52             | 0.55           | 0.73             |
| Yaşlara Göre Günlük Ölüm Oranları       |                |                  |                  |                  |                |                  |
| 0-14                                    | 0.012          | 0.00             | 0.00             | 0.00             | 0.00           | 0.01             |
| 15-64                                   | 0.25           | 0.43             | 0.2              | 0.19             | 0.21           | 0.24             |
| >=65                                    | 0.73           | 0.74             | 0.80             | 0.81             | 0.79           | 0.75             |

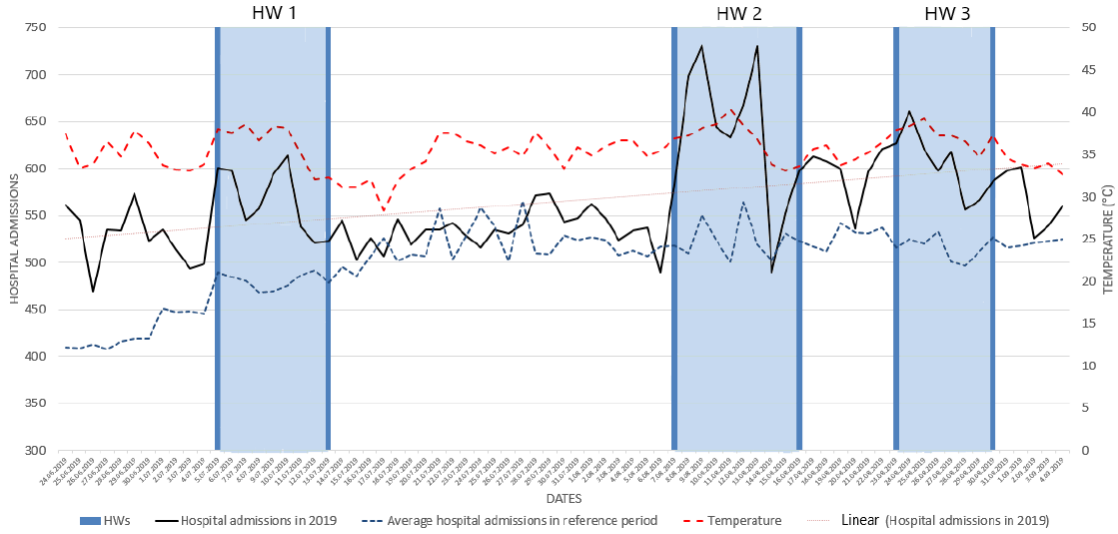
### 3.2.1.1 SHD ve hastane başvuruları

2019 yılında SHD dönemlerinde hastane başvurularındaki artışlar incelenmiştir. SHD ve hastane başvuruları arasındaki ilişkiyi gösteren RR ve güven aralıkları Tablo 3.3.'de gösterilmiştir. Buna göre hastane başvuruları ve SHD 1, SHD 2 ve SHD 3 arasındaki ilişkiyi gösteren RR'ler sırasıyla 1.09 (95% CI: 1.06-1.12,  $p<0.05$ ), 1.11(95% CI: 1.08-1.14,  $p<0.05$ ) ve 1.13(95% CI: 1.09-1.16,  $p<0.05$ ) olarak bulunmuştur. Şekil 3.11.'de 2019 yılında meydana gelen SHD'ler ve hastane başvuruları arasındaki ilişki görülmektedir.

**Tablo 3. 3.** 2019 Yılı sıcak hava dalgaları dönemlerinde hastane başvuruları

| SHD          | Başlama Tarihi | Bitiş Tarihi | SHD Uzunluğu | Hastane Başvuru Sayıları | Referans Dönemlerinde Ortalama Hastane Başvuruları (2014-2018) | RR   | Güven Aralığı (%95 CI) |
|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|------|------------------------|
| <b>SHD 1</b> | 5.07.2019      | 13.07.2019   | 9            | 4833                     | 4159                                                           | 1.09 | (1.06 1.12)            |
| <b>SHD 2</b> | 7.08.2019      | 16.08.2019   | 10           | 6327                     | 5363                                                           | 1.11 | (1.08 1.14)            |
| <b>SHD 3</b> | 23.08.2019     | 30.08.2019   | 8            | 5229                     | 4342.2                                                         | 1.13 | (1.09 1.16)            |

*Koyu değerler %95 güven aralığını göstermektedir.*



**Şekil 3. 11. 2019 Yılı sıcak hava dalgaları ve hastane başvuruları**

### 3.2.1.2 Sıcak hava dalgası ve ölümler

Tablo 3.4.'te 2019 yılında meydana gelen SHD dönemlerinde sıcaklık ölüm ilişkisi görülmektedir. 2019 yılında tespit edilen SHD 1, SHD 2 ve SHD 3'ün ölümler üzerindeki etkisini gösteren RR'ler sırasıyla 1.90 (95% CI: 1.04-3.46,  $p<0.05$ ) 1.96 (95% CI: 1.03-3.75,  $p<0.05$ ) ve 2.18(95% CI: 1.13-4.20,  $p<0.05$ ) olarak bulunmuştur.

SHD'lerin yaşlara göre etkilerini belirlemek amacıyla 2019 yılının 1 Mayıs-30 Eylül tarihleri arasında meydana gelen ölümler yaşlara göre sınıflandırılmıştır. Tablo 3.5.'te görüleceği gibi meydana gelen ölümler 15-64 ve 65 yaş ve üzerinde olmak üzere iki grupta incelenmiştir. SHD dönemlerine denk gelen ölümler incelendiğinde 65 yaş ve üzeri yaşlardaki insanların ölüm oranları, 15-64 yaş aralığındaki insanlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. SHD 1, SHD 2 ve SHD 3'ün 65 ve üzeri yaşlarda ölümler üzerindeki etkisini gösteren RR'ler sırasıyla 2.06 (95% CI: 1.01-4.19,  $p<0.05$ ) olarak, 2.81 (95% CI: 1.37-5.75,  $p<0.05$ ), ve 1.78(95% CI: 0.79-4.03,  $p>0.05$ ) olarak bulunmuştur. n15-64 yaş aralığında SHD 1, SHD 2 ve SHD 3'ün ölümler üzerindeki etkisini gösteren RR'ler sırasıyla 1.56 (95% CI: 0.50-4.19,  $p>0.05$ ) olarak, 0.43 (95% CI: 0.05-3.30,  $p>0.05$ ) ve 3.35 (95% CI: 1.06-10.54,  $p<0.05$ ) olarak hesaplanmıştır.

2019 yılında meydana gelene 3 SHD'de toplam 27 gün yüksek sıcaklıklar devam etmiştir. Bu günler içerisinde toplam 22 ekstra ölüm meydana gelmiştir. Ekstra ölümler referans dönemlerinin ölüm ortalamalarıyla SHD dönemlerinde meydana gelen ölümlerin farkı

alınarak hesaplanmıştır. Şekil 3.12’de 2019 yılında meydana gelen sıcak hava dalgaları esnasında ölümlerdeki artışlar görülmektedir.

2019 yılında meydana gelen ekstra ölümlerin 18’si 65 yaş ve üzerindedir ve 4’ü 15-65 yaş arasındadır. Bu sonuçlara göre SHD dönemlerinde meydana gelen ekstra ölümlerin %82’si 65 ve üzeri yaşlarda meydana gelmiştir.

SHD’lerin cinsiyetler üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışma Tablo 3.6.’da görülmektedir. SHD 1, SHD 2 ve SHD 3’ün Erkek ölümleri üzerindeki etkisini gösteren RR’ler sırasıyla 2.34 (95% CI: 1.10-5.00,  $p<0.05$ ) olarak, 1.82 (95% CI: 0.76-4.36,  $p>0.05$ ) olarak ve 2.34 (95% CI: 1.00-5.47,  $p<0.05$ ) olarak hesaplanmıştır. SHD 1, SHD 2 ve SHD 3’ün kadın ölümleri üzerindeki etkisini gösteren RR’ler sırasıyla 1.38 (95% CI: 0.51-3.74,  $p>0.05$ ) olarak, 2.16 (95% CI: 0.82-5.69,  $p>0.05$ ) olarak ve 1.95 (95% CI: 0.69-5.54,  $p>0.05$ ) olarak hesaplanmıştır.

2019 yılında meydana gelen ekstra ölümlerin 14’ü erkek ve 8’i kadın olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre ölenlerin yaklaşık % 36’sının kadın ve % 64’ünün erkek olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 3. 4.** 2019 Yılı sıcak hava dalgaları ve ölüm oranları

| SHD          | Başlama Tarihi | Bitiş Tarihi | SHD Uzunluğu | SHD Ölüm Sayıları | Referans Dönemleri Ortalama Ölüm Oranları (2014-2018) | RR   | Güven Aralığı (%95 CI) |
|--------------|----------------|--------------|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------|------|------------------------|
| <b>SHD 1</b> | 5.07.2019      | 13.07.2019   | 9            | 15                | 7.4                                                   | 1.90 | (1.04 3.46)            |
| <b>SHD 2</b> | 7.08.2019      | 16.08.2019   | 10           | 13                | 6.2                                                   | 1.96 | (1.03 3.75)            |
| <b>SHD 3</b> | 23.08.2019     | 30.08.2019   | 8            | 13                | 5.6                                                   | 2.18 | (1.13 4.20)            |

*Koyu değerler %95 güven aralığını göstermektedir.*

**Tablo 3. 5.** 2019’da Sıcak hava dalgalarına bağlı yaşlara özgü ölüm oranları

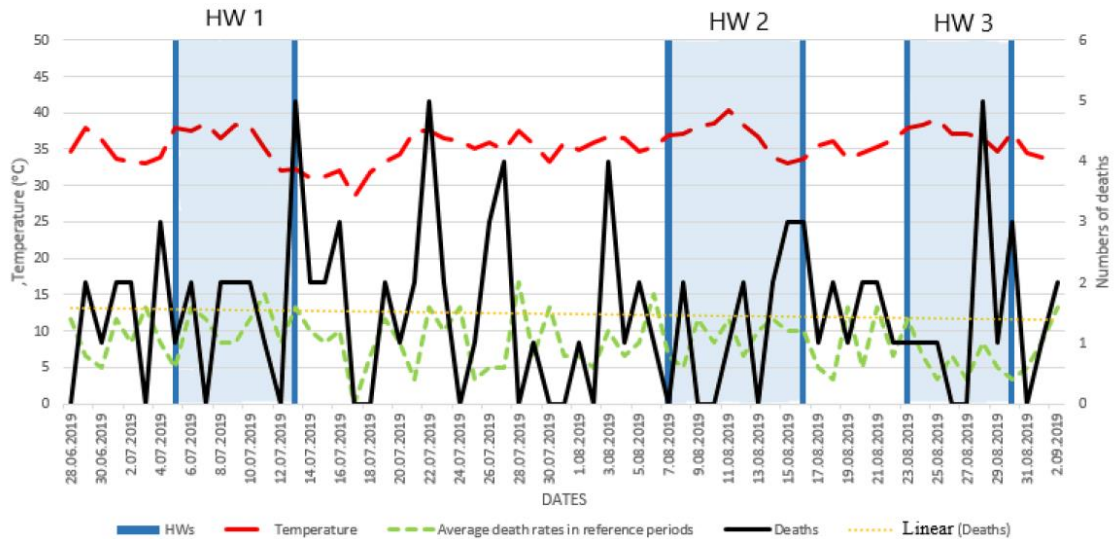
>=65

| SHD   | Başlama Tarihi | Bitiş Tarihi | SHD Uzunluğu | SHD Ölüm Sayıları | Referans Dönemleri Ortalama Ölüm Oranları (2014-2018) | RR   | Güven Aralığı (%95 CI) |
|-------|----------------|--------------|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------|------|------------------------|
| SHD 1 | 5.07.2019      | 13.07.2019   | 9            | 11                | 5.0                                                   | 2.06 | (1.01 4.19)            |
| SHD 2 | 7.08.2019      | 16.08.2019   | 10           | 12                | 4.0                                                   | 2.81 | (1.37 5.75)            |
| SHD 3 | 23.08.2019     | 30.08.2019   | 8            | 8                 | 4.2                                                   | 1.78 | (0.79 4.03)            |

15-64

| SHD   | Başlama Tarihi | Bitiş Tarihi | SHD Uzunluğu | SHD Ölüm Sayıları | Referans Dönemleri Ortalama Ölüm Oranları (2014-2018) | RR   | Güven Aralığı (%95 CI) |
|-------|----------------|--------------|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------|------|------------------------|
| SHD 1 | 5.07.2019      | 13.07.2019   | 9            | 4                 | 2.4                                                   | 1.56 | (0.50 4.84)            |
| SHD 2 | 7.08.2019      | 16.08.2019   | 10           | 1                 | 2.2                                                   | 0.43 | (0.05 3.30)            |
| SHD 3 | 23.08.2019     | 30.08.2019   | 8            | 5                 | 1.4                                                   | 3.35 | (1.06 10.54)           |

*Koyu değerler %95 güven aralığını göstermektedir.*



**Şekil 3. 12.** 2019 Yılı sıcak hava dalgaları ve ölümler



**Tablo 3. 6. 2019 Yılında sıcak hava dalgalarına bağlı cinsiyete özgü ölüm oranları**

|       | SHD          | Başlama Tarihi | Bitiş Tarihi | SHD Uzunluğu | SHD Ölüm Sayıları | Referans Dönemleri Ortalama Ölüm Oranları (2014-2018) | RR   | Güven Aralığı (%95 CI) |
|-------|--------------|----------------|--------------|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------|------|------------------------|
| ERKEK | <b>SHD 1</b> | 5.07.2019      | 13.07.2019   | 9            | 10                | 4.0                                                   | 2.34 | (1.10 5.00)            |
|       | SHD 2        | 7.08.2019      | 16.08.2019   | 10           | 7                 | 3.6                                                   | 1.82 | (0.76 4.36)            |
|       | <b>SHD 3</b> | 23.08.2019     | 30.08.2019   | 8            | 8                 | 3.2                                                   | 2.34 | (1.00 5.47)            |
| KADIN | SHD 1        | 5.07.2019      | 13.07.2019   | 9            | 5                 | 3.4                                                   | 1.38 | (0.51 3.74)            |
|       | SHD 2        | 7.08.2019      | 16.08.2019   | 10           | 6                 | 2.6                                                   | 2.16 | (0.82 5.69)            |
|       | SHD 3        | 23.08.2019     | 30.08.2019   | 8            | 5                 | 2.4                                                   | 1.95 | (0.69 5.54)            |

*Koyu değerler %95 güven aralığını göstermektedir.*

### 3.2.2 Edirne’de Sıcak Hava Dalgalarının İnsan Sağlığına Etkisi

Tablo 3.7’de Edirne’ye ait sıcaklıklar ve hastane verilerine ilişkin istatistiksel bilgiler verilmiştir. Buna göre en yüksek günlük ortalama sıcaklıklar 34,1 °C ile Ağustos ayında görülmüştür. Polikliniklerde günlük ortalama hasta başvuru sayısı en fazla Ağustos ayında meydana gelmiştir. Kardiyoloji polikliniğine en fazla başvuru eylül ayında gerçekleşirken, göğüs hastalıkları ve nöroloji polikliniğe en fazla başvuru Ağustos ayında olmuştur. Kadın hasta başvuru sayısı Ağustos ayında en fazla olurken erkek hasta sayısı en fazla Eylül ayında meydana gelmiştir. 0-14 yaş grubu hastalarda polikliniklere en çok Eylül ayında başvuru yapılırken, diğer yaş grupları Ağustos ayında en çok başvuru yaptığı görülmektedir.

**Tablo 3. 7. Edirne için aylara göre tanımlayıcı istatistikler**

|                                               | Tem.18              | Ağu.18            | Eyl.18              |
|-----------------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Günlük Ortalama Sıcaklıklar (°C)              | 32,3<br>(28,4-34,9) | 34,1<br>(31-35,6) | 29,7<br>(16,6-36,7) |
| Günlük ortalama poliklinik hasta kayıt sayısı | 2306                | 2593              | 2519                |

|                                                              |      |      |      |
|--------------------------------------------------------------|------|------|------|
| Kardiyoloji polikliniği ortalama hasta kayıt sayısı          | 273  | 263  | 300  |
| Göğüs hastalıkları polikliniği ortalama hasta kayıt sayısı   | 273  | 334  | 316  |
| Nöroloji polikliniği ortalama hasta kayıt sayısı             | 282  | 337  | 327  |
| Diğer polikliniklerin ortalama hasta kayıt sayısı            | 1479 | 1659 | 1575 |
| Cinsiyete göre günlük ortalama poliklinik hasta kayıt sayısı |      |      |      |
| Kadın                                                        | 1251 | 1446 | 1363 |
| Erkek                                                        | 1055 | 1147 | 1156 |
| Yaşlara göre günlük ortalama poliklinik hasta kayıt sayısı   |      |      |      |
| <15                                                          | 127  | 153  | 157  |
| 15-64                                                        | 1557 | 1751 | 1702 |
| >=65                                                         | 623  | 688  | 647  |

### 3.2.2.1 SHD ve hastane başvuruları

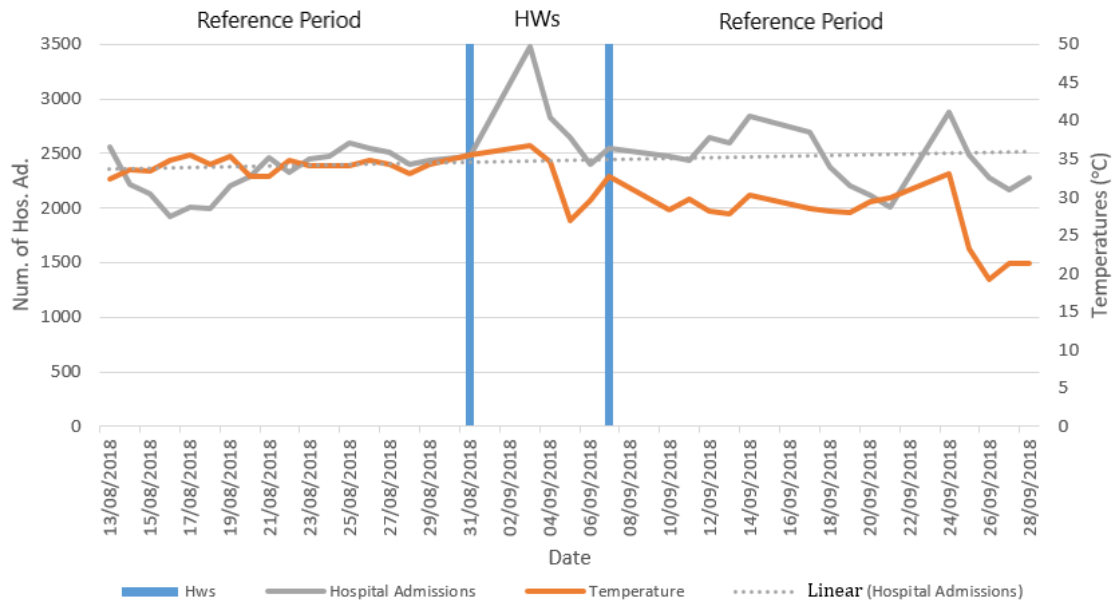
2018 yılında 30 Ağustos - 7 Eylül günleri arasında meydana gelen 9 günlük SHD ile hastanedeki tüm poliklinik başvuruları arasındaki ilişkiyi gösteren RR 1.19 (95% CI: 1.17-1.21,  $p<0.05$ ) olarak hesaplanmıştır. Tablo 3.8’de SHD’den etkilenen hastaların yaş ve cinsiyetleri ile hastane polikliniklerdeki artışlarını gösteren RR’ler ve güven aralıkları gösterilmiştir. Sıcak hava dalgaları en çok kalp, solunum, yüksek tansiyon ve böbrek etmezliği vb. kronik hastalıkları olan hastaları etkilemektedir (Conti vd., 2007). Buna göre 2018 deki SHD ile polikliniklere göre hasta başvuru sayıları arasındaki ilişkiyi gösteren RR’ler sırasıyla şu şekilde bulunmuştur. Göğüs hastalıkları polikliniğinde 1.17(95% CI: 1.11-1.23,  $p<0.05$ ), Kardiyoloji polikliniğine 1.36(95% CI: 1.30-1.43,  $p<0.05$ ) ve Nöroloji polikliniğinde 1.24(95% CI: 1.18-1.30,  $p<0.05$ ) dir.

**Tablo 3. 8.** 2018 yılında sıcak hava dalgası dönemlerinde hastane başvuruları

|                                     | SHD<br>Döneminde<br>Hastane<br>Başvuru Sayısı | Referans<br>Döneminde<br>Hastane<br>Başvuru<br>Ortalaması | RR<br>(%95 CI) | Güven<br>Aralığı | P VALUE |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|------------------|---------|
| SHD dönemi toplam hastane başvurusu | 16376                                         | 13819,0                                                   | 1,19           | 1,17 1,21        | 0,0000  |
| Göğüs hastalıkları polikliniği      | 2019                                          | 1728,2                                                    | 1,17           | 1,11 1,23        | 0,0000  |
| Kardiyoloji polikliniği             | 2081                                          | 1526                                                      | 1,36           | 1,30 1,43        | 0,0000  |

|                                             |       |       |      |      |      |      |        |
|---------------------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| Nöroloji Polikliniği                        |       | 2201  | 1778 | 1,24 | 1,18 | 1,30 | 0,0000 |
| SHS dönemi cinsiyete göre hastane başvurusu | KADIN | 8976  | 7476 | 1,20 | 1,17 | 1,23 | 0,0000 |
|                                             | ERKEK | 7400  | 6357 | 1,16 | 1,13 | 1,19 | 0,0000 |
| SHD dönemi yaşa göre hastane başvurusu      | <=14  | 1088  | 820  | 1,33 | 1,24 | 1,42 | 0,0000 |
|                                             | 15-64 | 10907 | 9404 | 1,16 | 1,14 | 1,18 | 0,0000 |
|                                             | >=65  | 4381  | 3595 | 1,22 | 1,18 | 1,26 | 0,0000 |

SHD döneminde Polikliniklere yapılan başvurular cinsiyetlere göre de incelenmiştir. Buna göre SHD döneminde kadın ve erkek hasta başvurularına ait risk oranları sırasıyla 1.20 (95% CI: 1.17-1.23  $p<0.05$ ) ve 1.16 (95% CI: 1.13-1.19  $p<0.05$ ) olarak hesaplanmıştır. Poliklinik başvuruları yaşlara göre incelendiğinde risk oranları sırasıyla <15 yaş grubu için 1.33(95% CI: 1.24-1.42  $p<0.05$ ), 15-64 yaş grubu için 1.16 (95% CI: 1.14-1.18  $p<0.05$ ) ve >=65 yaş grubu için 1.22(95% CI: 1.18-1.26  $p<0.05$ ) olarak hesaplanmıştır. Şekil 1’de 2018 yılında meydana gelen 9 günlük SHD ile hastane başvuruları arasındaki ilişki görülmektedir.



Şekil 3. 13. 2018 yılında Edirne ilinde sıcak hava dalgası ve hastane başvuruları

Sıcak hava dalgası esnasında hastane polikliniklerinde kaydedilen kronik hasta sayılarındaki artışları gösteren RR'ler ile güven aralıkları Tablo 3' te verilmiştir. Buna göre kardiyoloji polikliniğinde SHD döneminde en fazla artışın gerçekleştiği hastalık 1.77 (95% CI: 1.44-2.18  $p<0.05$ ) risk oranı ile I25 olmuştur. SHD'den en çok etkilenen diğer hastalıklarda sırasıyla 1.56 (95% CI: 1.29-1.89  $p<0.05$ ) risk oranı ile E78 ve 1.47 (95% CI: 1.3-1.66  $p<0.05$ ) risk oranı ile I49 olmuştur.

**Tablo 3. 9.** 2018 sıcak hava dalgası dönemlerinde poliklinik kabulleri

|                                |                                           | ICD KOD | SHD Döneminde Poliklinik Başvuru Sayısı | Referans Döneminde poliklinik. Başvuru ortalaması | RR (%95 CI) | GÜVEN ARALIĞI |      | P VALUE |
|--------------------------------|-------------------------------------------|---------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------|---------------|------|---------|
| Kardiyoloji Polikliniği        | Aterosklerotik kalp hastalığı             | I25     | 120                                     | 58                                                | 1,77        | 1,44          | 2,18 | 0,000   |
|                                | Atrial fibrilasyon ve flutter             | I48     | 260                                     | 240                                               | 1,16        | 1,02          | 1,33 | 0,029   |
|                                | Esansiyel (primer) hipertansiyon          | I10     | 510                                     | 410,6                                             | 1,24        | 1,13          | 1,37 | 0,000   |
|                                | Göğüs ağrısı                              | R07     | 110                                     | 76                                                | 1,44        | 1,17          | 1,78 | 0,001   |
|                                | Hiperlipidemi                             | E78     | 136                                     | 87                                                | 1,56        | 1,29          | 1,89 | 0,000   |
|                                | Kardiyak aritmi                           | I49     | 340                                     | 231                                               | 1,47        | 1,3           | 1,66 | 0,000   |
| Göğüs Hastalıkları Polikliniği | Astım                                     | J45     | 657                                     | 569,8                                             | 1,15        | 1,06          | 1,26 | 0,001   |
|                                | Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) | J44     | 364                                     | 279                                               | 1,30        | 1,16          | 1,46 | 0,000   |
|                                | Bronşit                                   | J20     | 244                                     | 224                                               | 1,09        | 0,95          | 1,25 | 0,226   |
|                                | Pnömoni                                   | J18     | 102                                     | 117                                               | 0,87        | 0,71          | 1,08 | 0,207   |
|                                | Allerjik Rinit                            | J30     | 426                                     | 201                                               | 2,12        | 1,89          | 2,37 | 0,000   |
| Nöroloji Polikliniği           | Serebrovasküler hastalık                  | G46     | 300                                     | 227,6                                             | 1,32        | 1,16          | 1,5  | 0,000   |
|                                | Baş ağrısı sendromları                    | G44     | 283                                     | 228                                               | 1,24        | 1,09          | 1,41 | 0,001   |
|                                | Merkezi sinir sisteminin bozuklukları     | G96     | 146                                     | 92,4                                              | 1,58        | 1,31          | 1,9  | 0,000   |
|                                | Polinöropatiler                           | G62     | 108                                     | 86                                                | 1,25        | 1,01          | 1,55 | 0,036   |
|                                | Yaygın anksiyete bozukluğu                | F41     | 138                                     | 114                                               | 1,21        | 1             | 1,46 | 0,046   |

Göğüs hastalıkları polikliniğinde sıcak hava dalgası döneminde en fazla artışın olduğu üç hastalık sırasıyla 2.12 (95% CI: 1.89-2.37  $p<0.05$ ) risk oranı ile J30, 1.30 (95% CI: 1.16-1.46  $p<0.05$ ) risk oranı ile J44 ve 1.15 (95% CI: 1.06-1.26  $p<0.05$ ) risk oranı ile J45 olmuştur. Nöroloji hastalıkları polikliniğinde en çok kaydedilen hastalıklar ve risk oranları sırasıyla G96 1.58 (95% CI: 1.31-1.9  $p<0.05$ ), G46 1.32 (95% CI: 1.16-1.5  $p<0.05$ ) ve G62 1.25 (95% CI: 1.01-1.55  $p<0.05$ ) olarak bulunmuştur.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ilk olarak Türkiye'deki SHD'ları 90. yüzdilik diliminin üzerinde yer alan ve ardarda gelen en az üç ve daha fazla sayıdaki günlerin Tmax sıcaklıkları kullanarak tanımlanmıştır. Bu amaçla, 1960-2019 dönemi SHD'larını bulmak için Türkiye'ye homojen dağılmış 94 meteoroloji istasyonunun sıcak mevsim Tmax değerleri hesaplanmıştır. Her istasyon ve bölge için SHD sayısının mekânsal ve zamansal değişimleri ve büyüklük değişiklikleri çıkarılmıştır. SHD'larının eğilim sonuçlarını bulmak ve trendlerin güven aralıklarını belirlemek için doğrusal regresyon ve Mann-Kendall testinin sıralı versiyonu kullanılmıştır. Bir Çevre-sirkülasyon yaklaşımı kullanılarak, SHD sayısı ve sürelerinde en yüksek artışa sahip AR ve BSR bölgelerinde SHD oluşumlarına neden olan sinoptik mekanizmalar araştırılmıştır. Bu amaçla, analizde günlük ortalama deniz seviyesi basıncı, 850-hPa'da hava sıcaklığı, 500-hPa'da jeopotansiyel yükseklik ve bulut örtüsü değişimleri NCEP / NCAR reanaliz ürünleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

SHD sayısı göz önüne alındığında, tüm istasyonlarda artış eğilimi vardır ve tüm istasyonların % 91'inde istatistiksel olarak anlamlı pozitif eğilimler bulunmuştur. Bu artış, son 10 yılda (2010-2019) SHD sayılarında görülen önemli artışla açıklanabilmektedir. Bölgesel olarak incelendiğinde, kıyı bölgelerindeki (yani MR, AR, BSR) SHD sayılarının artan eğilimi iç bölgelere göre daha yüksektir. Ege Bölgesi için, Orta Anadolu'da alçak basınç Asya yaz musonunun bulunduğu konumdan kaynaklanan doğulu karasal yüzey rüzgarları gibi SHD'lere neden olan önemli sinoptik koşulların aşırı oluşumu, atmosferin aşağı seviyesindeki sıcak hava adveksiyonu (850-hPa seviyesinde 22°C), yukarı seviye sırt oluşumunun kaynağının kuzey Afrika'dan batı Türkiye'ye kadar uzanması ve açık gökyüzü koşulları sebebiyle (uzun vadeli ortalamaya kıyasla SHD sırasında bulut örtüsünde %70 azalma), yüksek sayıda sıcak hava dalgası olayına neden olan ana atmosferik koşullar olarak görülmektedir.

Ek olarak, Karadeniz bölgesindeki kıyı istasyonları, SHD gün sayılarında en yüksek artışın meydana geldiği yerler olarak bulunmuştur. Bu bölgede, son yirmi yılda (2000-2019) sıcak hava dalgası günlerindeki önemli artışlar sosyal yaşamı olumsuz etkilemekte ve sıcak hava olaylarına uzun süre maruz kalmaya neden olmaktadır. Bölgede uzun süre var olan elverişli sinoptik koşullar (yani derin Asya yaz musonunun Türkiye'nin kuzeydoğusuna doğru hareket etmesi ve doğulu rüzgarların, Karadeniz kıyıları boyunca ılık sıcaklık gradyanı (850-hPa'da 18-22°C) ve 500 hPa seviyesinde batılı rüzgarları,

SHD'lerin genliğini artıran ana atmosferik faktörler olarak bulunmuştur.

Bu çalışma, SHD'lerinin sıklığı ve yoğunluğundaki değişiklikleri incelemiştir ve SHD olaylarına neden olan ve altta yatan sinoptik koşulları araştırmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, tahmincilerin her istasyonun rekor kıran sıcaklıklarını daha doğru bir şekilde analiz etmesine yardımcı olabilecek ve sıcak hava dalgası erken uyarı sistemleri için bir temel oluşturabilecektir. Bir sonraki çalışmada, gelişmiş sıcak hava dalgası tahmini için sinoptik ve yerel faktörlerin (yani topografya ve toprak nemi) birleşik etkilerinin incelenmesi gerekmektedir. Özellikle, ayrıntılı topografya verileri ve toprak neminin ileri tetikleme yöntemi, yerel ölçekteki fiziksel süreçler açısından incelendiğinde aşırı sıcak hava dalgalarının geliştirilmiş simülasyonlarına yol açabilmektedir.

SHD'lerin insan sağlığına etkileri incelenmiştir. Bu amaçla Fethiye'de 2019 yılının 1 Mayıs ve 30 Eylül tarihleri arasında toplam 3 SHD tespit edilmiştir. Bu SHD'ler esnasında hastane başvurularında meydana gelen artışlarda incelenmiştir. SHD 1'de hastane başvurularında %9 artış, SHD 2'de hastane başvurularında %11 ve SHD 3'te %13 artış meydana gelmiştir. Bu üç sıcak hava dalgası dönemlerinde toplam 2524 ekstra başvuru meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla örtüşmektedir. Türkiye'nin İzmir şehrinde yapılan çalışmada SHD dönemlerinde Acil servis başvurularında %19'luk artış bulmuşlardır (Oray vd., 2018). Avustralya Brisbane'de yapılan bir çalışmada SHD dönemlerinde acil servis başvurularında %14 artış tespit etmişlerdir (Tong vd., 2012). Avustralya, Sydney'de yapılan bir çalışmada SHD dönemlerinde acil servis başvurularında %2'lik bir artış tespit etmişlerdir (Schaffer vd., 2012).

Tablo 4'te görüleceği gibi 2019 yılında meydana gelen SHD'ler esnasında ölümlerdeki artışları gösteren sırasıyla RR 1.90, 1.96 ve 2.18'e ulaşmıştır. 2019 yılında tespit edilen 3 SHD'de toplam 22 ekstra ölüm meydana gelmiştir. Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla örtüşmektedir. 9 Fransız şehrinde SHD'lere bağlı ölümleri araştıran bir çalışmada RR'ler sırasıyla Bordeaux'da 2.37, Lyon'da 3.22, Paris'te 5.0 ve Strasburg'da 2.0 olarak bulunmuştur (Le Tetre vd., 2006). 15 Avrupa şehrinde SHD'lere bağlı ölümleri inceleyen bir çalışmada günlük maksimum sıcaklıklarda 1C° artışın ölümleri nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bu çalışmada günlük maksimum sıcaklığın eşik değeri üzerinde 1C°'lik artışın ölüm oranlarında, Akdeniz bölgesinde ortalama % 3.12'lik artışa ve

kuzey bölgelerinde ise ortalama %1.84'lük artışa neden olduğu tespit edilmiştir(Baccini vd., 2008). Sırbistan'ın başkenti Belgrat'ta yapılan bir çalışmada SHD'lerin insan sağlığına etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada SHD nedeniyle 167 ekstra ölüm gerçekleştiği tespit etmişlerdir(Bogdanovic vd., 2013). 2006 yılında Fransa'da yapılan bir çalışmada SHD'ler esnasında 2065 ekstra ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir. (Fouillet vd., 2008).

SHD'lerin ölümler üzerindeki etkileri cinsiyete bağlı olarak incelenmiştir. SHD dönemlerinde toplam 22 ekstra ölüm meydana gelmiştir. Ölenlerin 8'i kadın ve 14'ü ise erkek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum erkeklerin kadınlara göre daha çok etkilendiğini göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda SHD'ler esnasında kadınların erkeklerden daha çok etkilendiği bulunmuştur(Can vd., 2019), (Rooney vd., 1998) . Ancak SHD'lerden erkeklerin kadınlara göre daha çok etkilendiğini gösteren çalışmalarda mevcuttur. İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi'nde yapılan çalışmada 2016 yılında İzmir'de meydana gelen SHD'de erkekler kadınlara göre daha çok etkilendiği görülmüştür(Oray vd., 2018). Bu çalışmanın sonucu yaptığımız çalışmanın sonucuyla örtüşmektedir.

SHD'lerin en fazla hangi yaşlardaki insanları etkilediği de daha önce yapılan çalışmalarda incelenmiştir. 2019 yılında Fethiye nüfusunun %12'si 65 yaşın üzerindedir (FINM,2019). SHD'lerin yaşlı insanları daha çok etkilediği daha önce yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. SHD ve yaşlara özgü ölümleri belirlemek amacıyla ölüm verileri 15-64 yaş ve 65 ve üstü olarak iki gruba ayrılmıştır. SHD dönemlerinde meydana gelen ölümler incelendiğinde 65 ve üzeri yaşlarda bulunan insanların diğer yaş gruplarına göre daha çok etkilendiği tespit edilmiştir. 2019'da meydana gelen toplam 3 SHD'de 22 ekstra ölüm meydana gelmiştir. Bu ekstra ölümlerden 18'si 65 yaş ve üzeri, 4'ü ise 15-64 yaş aralığındaki insanlardır. Bu sonuç daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. 2001 yılında Hollanda da yapılan bir çalışmada SHD'lerin en çok 65 ve üzeri yaşlardaki insanları etkilediğini ve ölümler en çok bu yaşlardaki insanlarda görüldüğünü belirlemişlerdir. (Huynen vd., 2001). 2006 yılında Kaliforniya'da meydana gelen SHD'nin insan sağlığına etkileri inceleyen bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada diğer yaş guruplarına göre 65 ve üzeri yaşlardaki insanların SHD'lerden daha fazla etkilendi bulunmuştur (Knowlton vd., 2009).

Edirne’de ise 2018 Yılı’nın 30 Ağustos-4 Eylül tarihleri arasında toplam 6 gün süren bir SHD meydana gelmiştir. Bu SHD’ye 3 günlük gecikme eklenerek süresi 9 güne çıkmıştır. Bu dönemde toplam hastane başvurularındaki %19 lük artış olduğu ve toplamda 2557 ekstra başvuru meydana geldiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar önceki çalışmalarla tutarlıdır. Türkiye’de İzmir’de yapılan bir çalışmada, SHD dönemlerinde acil servis başvurularında %19'luk bir artış bildirilmiştir (Oray, vd., 2018). Avustralya’nın Brisbane kentinde yapılan bir çalışmada, SHD dönemlerinde acil servis başvurularında %14'lük bir artış bildirilmiştir (Tong, vd., 2012). Avustralya’nın Sydney kentinde yapılan bir çalışmada, SHD dönemlerinde acil servis başvurularında % 2'lik bir artış bildirilmiştir (Schaffer, vd., 2012). ABD’de yapılan bir çalışmada SHD esnasında Hastane başvurularında %11 artış olduğu tespit edilmiştir (Semenza, vd. 1999). 2003 yılının Ağustos ayında Fransa’da meydana gelen SHD esnasında hastane acil servis başvuruları ve ölüm sayılarındaki artışı araştıran bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada acil servislerde 2600 fazla acil servis ziyareti ve 1900 fazla hastane kabulü meydana geldiği görülmüştür (Dhainaut, vd. 2004). 2006 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nin Kaliforniya eyaletinde SHD meydana gelmiştir. Kaliforniya’nın altı bölgesinde hastane yatışları ve acil servis kayıtları toplanmıştır (Knowlton, vd. 2009). SHD esnasında 16166 ekstra acil servis başvurusu ve 1182 ekstra hastane yatışı tespit edilmiştir. 2011 yılında Avustralya’nın Yeni Galler Eyaleti’nde yaklaşık bir hafta süren bir SHD meydana gelmiştir. Bu çalışmayla ambulans çağrılarında %14 ve acil servis başvurularının %2 arttığı görülmüştür (Schaffer, vd. 2012). Çin’in Şangay eyaletinde 2013 yılında meydana gelen SHD esnasında acil servis başvurularında %2,65 artış gözlenirken ambulans çağrılarında %4,85 artış olduğu görülmüştür (Sun, vd. 2014).

SHD döneminde hastane başvuruları cinsiyete göre incelendiğinde kadın hasta başvurularında erkeklere göre daha fazla artış olduğu belirlenmiştir. Buna göre SHD dönemlerinde kadın hastaların başvurularında %20’lik artış olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç önceki çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir. Dokuz Avrupa şehrinde SHD’lerin Sağlık üzerine etkileyen bir çalışmada kadınların yüksek sıcaklıklardan daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir (D’Ippoliti, vd. 2010). Kore’nin yedi şehrinde yapılan bir çalışmada SHD’den kadınların erkeklere göre daha fazla etkilendiği belirlenmiştir (Son vd., 2012). Türkiye’de yapılan çalışmada SHD dönemlerinde acil servis başvurularında kadın hasta oranı erkeklere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Oray, vd. 2018).



Barselona’da yapılan bir çalışmada SHD dönemlerindeki yüksek sıcaklıklardan yaşlı kadınların daha çok etkilendiği belirlenmiştir (Borrell, vd. 2006). 9 Avrupa şehrinde SHD-sağlık ilişkisini inceleyen bir çalışmada 75 yaş ve üzeri kadınların yüksek sıcaklıklardan erkeklere göre daha fazla etkilendiği bulunmuştur (D'Ippoliti vd., 2010). 3 Avrupa şehrinde SHD’lerden en çok 65 yaş ve üzeri kadınların etkilendiği belirlenmiştir (Ishigami vd., 2008).

SHD dönemlerinde hastane başvuruları yaşlara göre incelenmiştir. Bu nedenle hastane verileri <15, 15-64 ve >65 olarak üç gruba ayrılmıştır. Yapılan analizde SHD dönemlerinde yaşlara göre en fazla artış <15 ve ≥65 ve üzerindeki yaşlardaki hastaların etkilendiği belirlenmiştir. Buna göre dört SHD döneminde ≤15 ve 65 ve üzeri yaşlardaki hastaların hastane başvurularındaki artışlar sırasıyla %33 ve %22 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar diğer çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir. İngiltere’de yapılan bir çalışmada sıcak hava dalgalarından yaşlılar ve çocuklar daha fazla etkilendiği bulunmuştur ( Li vd., 2015). Avustralya’da yapılan bir çalışmada SHD dönemlerinde 0-15 yaş grubunda acil servis başvurularında %13 artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Campbell vd., 2019). İtalya’da yapılan bir çalışmada 75 yaş ve üzeri hastaların SHD’den daha çok etkilendiği bulunmuştur (Schifano vd., 2009). 2003 yılında Avrupa’da meydana gelen SHD’in etkileri cinsiyet ve yaşlara göre incelenmiştir (Robine, vd. 2012). Buna göre 65 yaş ve üzeri kadın hastalar yüksek sıcaklıklardan daha fazla etkilendikleri bulunmuştur. Avustralya’da yapılan bir çalışmada SHD’lerden 65 yaş ve üzeri hastaların daha çok etkilendiği bulunmuştur (Dalip vd., 2015). İtalya’da yapılan bir çalışmada SHD dönemlerinde 75 yaş ve üzeri yaşlardaki hastaların hastane başvurularında %13 artış meydana geldiği belirlenmiştir (Alessandrini vd., 2011). Portekiz’de yapılan bir çalışmada yüksek sıcaklıklardan en çok etkilenen yaş gruplarının 65 ve üzeri olduğu belirlenmiştir (Almeida vd., 2010). Belgrat’ta yapılan bir çalışmada SHD’lerden en çok 75 yaş üstü hastaların etkilendiği belirlenmiştir (Bogdanovic vd., 2013).

Hasta başvurularına göre poliklinikler incelendiğinde en fazla başvurunun olduğu poliklinik kardiyoloji olmuştur. Kardiyoloji polikliniğinde hasta başvurularında %36 artış meydana gelmiştir. Bu poliklinikte SHD döneminde en fazla artışın olduğu dört hastalığı artışı sırasıyla, Aterosklerotik kalp hastalığında %77, Hiperlipidemide %56, Kardiyak aritminde %47, ve Göğüs ağrısında ise %44’lük artış olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar diğer çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir. ABD’de

yapılan bir çalışmada SHD döneminde meydana gelen ölümlerin büyük çoğunluğunun kalp hastalıklarına bağlı olduğu belirlenmiştir (Kenney vd., 2014). Çin’de yapılan bir çalışmada SHD dönemlerinde kalp hastalıklarına bağlı ölümlerde artış meydana geldiği belirlenmiştir (Dong vd., 2016).

Nöroloji polikliniğinde SHD esnasında %24’lük artış meydana gelmiştir. Bu poliklinikte SHD döneminde kaydedilen hastalık artışları sırasıyla merkezi sinir sistemi bozuklukları %58, cerebrovaskular %32, Polinöropatiler %25 ve baş ağrısı %24 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar Çin’in Beijing kentinde yapılan çalışmayla örtüşmektedir. Bu çalışmada SHD döneminde cerebrovascular hastalığa sahip hasta ölümlerinde %93 artış tespit edilmiştir ( Liu, vd., 2010). Portekiz’de yapılan bir çalışmada SHD döneminde meydana gelen ölümlerde cerebrovascular hastalık nedeniyle ölümler beklenenden 2.2 kat fazla olduğu tespit edilmiştir (Falcão vd., 1997). İspanya’da yapılan bir çalışmada SHD dönemlerinde bebek ölümlerinin sebeplerinden birinin de nervous system disorders olduğu belirlenmiştir (Basagaña vd., 2011).

Göğüs hastalıkları polikliniğinde ise %17’lik artış meydana gelmiştir. Bu poliklinikte SHD döneminde en fazla kaydedilen hastalıklar sırasıyla Alerjik Rinit, Astım, Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) vb hastalıklardır. SHD döneminde alerjik rinitte %112’lik artış olurken KOA’da %30 ve astımda ise %15’lik artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalarla örtüşmektedir. Yapılan çalışmada SHD döneminde hava kalitesinin bozulması sebebiyle solunum ve alerjik hastalıklarda artışlar meydana geldiği belirlenmiştir (Manisha vd., 2020). Pekin’deki bir çalışmada SHD dönemlerinde solunum problemi olan hastaların başvurularında %93’lük artış olduğu bulunmuştur (Song vd., 2018). Yapılan bir çalışmada iklim değişikliği nedeniyle astım, rinosinüzit, KOA ve solunum yolu enfeksiyonları gibi hastalıklarda artışlar meydana geldiği bulunmuştur (D’Amato, vd., 2014)

## KAYNAKLAR

- Abrahamson, V., Raine, R.,(2009). Health and social care responses to the department of health heatwave plan. *Journal of Public Health*. 31:4, 478–489. Doi:10.1093/Pubmed/Fdp059
- Alessandrini, E., Sajani, S. Z., Scotto, F., Miglio, R., Marchesi, S., & Lauriola, P. Emergency ambulance dispatches and apparent temperature: A time series analysis in Emilia–Romagna, Italy. *Environmental research*, 2011, 111(8), 1192-1200.
- Almeida S. P., Elsa Casimiro E., Calheiros J., (2010). Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal. *Environmental Health*, 9:12.
- Anderson G. B., Bell M. L.,(2011). Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 U.S. communities. *Environ Health Perspect*, 119:210–218. doi:10.1289/ehp.1002313
- Anderson, G. B., Bell M. L.,(2009). Weather-related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the united states. *epidemiology*. 20(2): 205–213. Doi:10.1097/EDE.0b013e318190ee08.
- Azhar, G.S., Mavalankar, D., Nori-Sarma, A., Rajiva, A., Dutta, P., vdl. (2014). Heat-related mortality in india: excess all-cause mortality associated with the 2010 Ahmedabad heat wave. *Plos One*, 9(3): e91831. doi:10.1371/journal.pone.0091831
- Baccini,M., Biggeri,A., Accetta, G., Kosatsky T., Katsouyanni, K., vd., (2008). Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*, 19: 711–719. DOI: 10.1097/EDE.0b013e318176bfcd.
- 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., Göktürk, O. M., Kındap, T., Ünal, A., Karaca, M., (2015). Atmospheric circulation types in Marmara Region (NW Turkey) and their influence on precipitation. *International journal of climatology*, 35,8: 1810-1820. [Doi.org/10.1002/joc.4122](https://doi.org/10.1002/joc.4122)
- Baltaci, H., (2017). Meteorological analysis of flash floods in Artvin (NE Turkey) on 24

August 2015. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17, 1221-1230.

Baltaci, H., (2019). Spatiotemporal variability of climate extremes in the Marmara Region (NW Turkey). *International Journal of Global Warming*, 18, 239-252.

Baltaci, H., Arslan, H., Akkoyunlu, B.O., (2020). Long-term variability and trends of extended winter snowfall in Turkey and the role of teleconnection patterns. *Meteorological Applications*, 27, e1891.

Basagaña, X., Sartini, C., Barrera-Gómez, J., Dadvand, P., Cunillera, J., Ostro, B., Sunyer, J., & Medina-Ramón, M. (2011). Heat Waves and Cause-specific Mortality at all Ages. *Epidemiology*, 22(6), 765-772. <https://doi.org/10.2307/23048065>

Basu, R., (2009). High Ambient Temperature And Mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environmental Health*. 8:40. doi:10.1186/1476-069X-8-40

Belmin, J., Auffray, J. C., Berbezier, C., Boirin, P., Mercier, S., De Reviers, B., Golmard, J. L.,(2007). Level Of Dependency: A simple marker associated with mortality during the 2003 heatwave among french dependent elderly people living in the community or in institutions. *age and ageing*. 36: 298–303. doi:10.1093/ageing/afm026.

Bettaieb, J., Toumi A., Leffondre K., Chlif S., Ben Salah A.,(2020). High temperature effect on daily all-cause mortality in Tunis 2005–2007. *Revue d'E'pide'miologie et de Sante' Publique*, 68, 37–43.

Bittner, M. I., Stöbel, U.,(2012). Perceptions of heatwave risks to health: results of an qualitative interview study with older people and their carers In Freiburg, Germany. *GMS Psycho-Social-Medicine*. 9, ISSN 1860-5214

Bogdanovic, C., D., Milosevic, G.,Z., ,Lazarevic, K., K., Dolicanin, C., Z., Randelovic, M., D., Bogdanovic, D., S., (2013). The impact of the july 2007 heat wave on daily mortality in Belgrade, Serbia. *Cent Eur J Public Healt*; 21 (3):140-145.

Borrell, C., Marí-Dell'Olmo, M., Rodríguez-Sanz, M. *et al.* Socioeconomic position and excess mortality during the heat wave of 2003 in Barcelona. *Eur J Epidemiol* 21, 633–640 (2006). <https://doi.org/10.1007/s10654-006-9047-4>

Burillo, D., Chester, M., Ruddell, B., Johnson, N., (2017). Electricity demand planning forecasts should consider climate non-stationarity to maintain reserve margins during heat

waves. *Applied Energy*, 206, 267-277.

Bustinza, R., Lebel, G., Gosselin, P., Bélanger, D., Chebana, F., (2013). Health impacts of the july 2010 heat wave in québec, Canada. *BMC Public Health*. 13:56.

Calkins, M. M., Isaksen, T. B., Stubbs, B. A., Yost, M. G., Fenske, R. A.,(2016). Impacts of extreme heat on emergency medical service calls in king county, washington, 2007–2012: relative risk and time series analyses of basic and advanced life support. *Environmental Health*. 15:13. DOI 10.1186/s12940-016-0109-0

Campbell, S.L.; Remenyi, T.A.; Williamson, G.J.; White, C.J.; Johnston, F.H. The Value of Local Heatwave Impact Assessment: A Case-Crossover Analysis of Hospital Emergency Department Presentations in Tasmania, Australia. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 3715. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193715>

Can, G., Şahin, Ü., Sayılı, U., Dube, M., Kara, B., Acar, H.C., İnan, B., Sayman, Ö.A., Lebel, G., Bustinza, R., Küçükali, H., Güven, U., Gosselin, P., (2019), “Excess mortality in Istanbul during extreme heat waves between 2013 and 2017”, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 4348, doi:10.3390/ijerph16224348

Carina J. Gronlund, Antonella Zanobetti, Joel D. Schwartz, Gregory A. Wellenius, and Marie S. O’Neill 2014. [Heat, Heat Waves, and Hospital Admissions among the Elderly in the United States, 1992–2006](#). *Environmental Health Perspectives* 122:11 CID: <https://doi.org/10.1289/ehp.1206132>

Chen T., Sarnat S. T., Grundstein A. J., Winquist A., Chang H. H., (2017). Time-series analysis of heat waves and emergency department visits in atlanta, 1993 to 2012. *Environmental Health Perspectives* ,057009-3, <https://doi.org/10.1289/EHP44>

Cheng, J., Xu, Z., Bambrick, H., Prescott, V., Wang, N., Zhang, Y., ... & Hu, W. (2019). Cardiorespiratory effects of heatwaves: A systematic review and meta-analysis of global epidemiological evidence. *Environmental research*, 177, 108610.

Chirico F, Magnavita N. (2019). New and Old Indices for Evaluating Heat Stress in an Indoor Environment: Some Considerations. Comment on Kownacki, L.; Gao, C.;

Chirico F, Nowrouzi-Kia B. (2022) Post-COVID-19 Syndrome and new challenges posed by climate change require an interdisciplinary approach: The role of occupational health services. *Journal of Health and Social Sciences*, 7(2), 132-136.

Chirico F. (2021) Spirituality to cope with COVID-19 pandemic, climate change and future global challenges. *Journal of Health and Social Sciences*, 6(2), 151-158.

Christidis, N., Stott, P.A., (2014). Change in the odds of warm years and seasons due to anthropogenic influence on the climate. *Journal of Climate*, 27, 2607-2621.

Claessens, Y. E., Taupin, P., Kierzek, G., Pourriat, J. L., Baud, M., Ginsburg, C., Jais, J. P., Jougl, E., Riou, B., Dhainaut, J. F., Paul Landais, P.,(2006). How emergency departments might alert for prehospital heat-related excess mortality? *Critical Care*. 10:156, doi:10.1186/cc5092.

Conti, S., Masocco, M., Meli, P., Minelli, G., Palummeri, E., Solimini, R., ... & Vichi, M. (2007). General and specific mortality among the elderly during the 2003 heat wave in Genoa (Italy). *Environmental research*, 103(2), 267-274.

Dalip, J., Phillips, G. A., Jelinek, G. A., & Weiland, T. J. Can the elderly handle the heat? A retrospective case-control study of the impact of heat waves on older patients attending an inner city Australian emergency department. *Asia Pacific Journal of Public Health*, (2015). 27(2), NP1837-NP1846.

Dematte, J. E, O'Mara K., Buescher J., et all,(1998). Near-fatal heat stroke during the 1995 heat wave in chicago. *Annals of Internal Medicine*, 129:173-18

Demirtaş, M., (2017). High impact heat waves over the euro-mediterranean region and turkey - in concert with atmospheric blocking and large dynamical and physical anomalies. *Anadolu University Journal of Science and Technology A- Applied Sciences and Engineering*, 2018(1): 97-114. DOI: 10.18038/aubtda.300426

Demirtaş, M., (2018). The high-impact 2007 hot summer over turkey: atmospheric-blocking and heat-wave episodes. *Meteorological Applications*, 25: 406–413. Doi: 10.1002/met.1708.

Dhainaut, J. F., Claessens, Y. E., Ginsburg, C., Riou, B.,(2004). Unprecedented heat-related deaths during the 2003 heat wave in paris: consequences on emergency departments. *Critical Care*, 8 ,1.

D'Ippoliti D, Michelozzi<sup>1</sup> P, Marino<sup>1</sup> C, de'Donato<sup>1</sup> F, Menne B, Katsouyanni K, Kirchmayer U, Analitis A, Medina-Ramón M., Paldy, A., Atkinson, R., Kovats, S., Bisanti, L., Schneider, A., Lefranc, A., Iñiguez, C., Perucc, A. C., The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the euroheat project. *Environmental Health*, 2010; 9:37.

Dong W, Zeng Q, Ma Y, Li G, Pan X. Impact of Heat Wave Definitions on the Added Effect of Heat Waves on Cardiovascular Mortality in Beijing, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2016; 13(9):933. <https://doi.org/10.3390/ijerph13090933>

Ebi, K.L., Semenza, J.C., (2008). Community-based adaptation to the health impacts of climate change. *American journal of preventive medicine*, 35(5), 501-507.

Erinç, S., (1984). *Climatology and its methods*, 3<sup>rd</sup> edn. Istanbul, Güray Pres Inc(in Turkish).

Erlat, E., Avşar, E., (2020). Climatological and synoptic evaluation of heatwave observed over Turkey in May 2020. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(2), 201-215.

Erlat, E., Türkeş, M. & Aydın-Kandemir, F., (2021). Observed changes and trends in heatwave characteristics in Turkey since 1950. *Theor Appl Climatol* 145, 137–157 <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03620-1>

FDMGD. Available online: <https://mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?il=Mu%C4%9Fla&ilce=Fethiye>, (accessed on 2 July 2021).

FDPD, Available online: <http://www.fethiye.gov.tr/fethiye-ilce-nufus-mudurlugu>, (accessed on 2 July, 2021)

Figgs, L. W., (2019). Emergency department asthma diagnosis risk associated with the 2012 heat wave and drought in Douglas county ne, USA. *Heart & Lung* 48, 250-257.

Fouillet, A., Rey, G., Wagner, V., Laaidi, K., Empereur-Bissonnet, P., et all, (2008). Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003. A study of the 2006 heat wave. *International journal of epidemiology*, 37:309–317, doi:10.1093/ije/dym253.

- Founda, D., Santamouris, M.,(2017). Synergies between urban heat island and heat waves in Athens (Greece), during an extremely hot summer (2012). *Scientific Reports*. 7: 10973. DOI:10.1038/s41598-017-11407-6
- Garssen J., Harmsen C., Beer J., (2005). The effect of the summer 2003 heat wave on mortality in the Netherlands. *Euro Surveillance*:10, 7 - 9
- Garssen, J., Harmsen, C., & De Beer, J. The effect of the summer 2003 heat wave on mortality in the Netherlands. *Eurosurveillance*, 2005; 10(7), 13-14.
- Gennaro D'Amato, Lorenzo Cecchi, Mariella D'Amato, Isabella Annesi-Maesano. Climate change and respiratory diseases. *European Respiratory Review*. Jun 2014, 23 (132) 161-169; DOI: 10.1183/09059180.00001714
- Gershunov A., Johnston Z., Margolis H. G., GuirguisK., (2011). The California heat wave 2006 with impacts on state-wide medical emergency. *Geography research forum*, 31,53-69.
- Goossens, C., Berger, A., (1986). Annual and seasonal climatic variations over the Northern Hemisphere and Europe during the last century. *Annales geophysicae*, 4, 385-399.
- Grize, L., Huss, A., Thommen, O., Schindler C., Braun-Fahrländer, C.,(2005). Heat wave 2003 and mortality in Switzerland. *Swiss med wkly*,135:200–205, DOI 10.1007/s00484-012-0543-9.
- Grundstein, A.J., Ramseyer, C., Zhao, F., Pesses, J.L., Akers, P., Qureshi, A., Becker, L., Knox, J.A., Petro, M., (2012). A retrospective analysis of American football hyperthermia deaths in the United States. *International Journal of Biometeorology*, 56, 11-20.
- Hajat S., Armstrong, B., Baccini, M., Et All., (2006). Impact of high temperatures on mortality is there an added heat wave effect. *Epidemiology* 2006;17: 632-638), DOI: 10.1097/01. Ede.0000239688.70829.63
- Hajat, S., Kovast, R. S., Lachowycz, K., (2007). Heat-related and cold-related deaths in England and wales: who is at risk? *Occup Environ Med*, 64:93–100. doi: 10.1136/oem.2006.029017.
- Hansen, A., Bi, P., Nitschke, M., Ryan, P., Pisaniello, G., Tucker, G.,(2008). The effect



of heat waves on hospital admissions for renal disease in a temperate City of Australia. *International Journal of Epidemiology*, 37:1359–1365. doi:10.1093/ije/dyn165.

Hemon, D., Jouglu, E., (2003). *Surmortalite liee a la canicule d'aout 2003. Rapport d'etape (1/3). Estimation de la surmortalite et principes caracteristiques epidemiologiques*. Paris: INSERM; 2003; 1-59.

Herrera, R. G., D'iaz, J., Trigo, R. M., Hern'andez, E.,(2005). Extreme summer temperatures in iberia: health impacts and associated synoptic conditions. *Annales Geophysicae*. 23: 239–251

Hong Y-J, Min Y-K, Lee S, Choi S. Expanded Orientation of Urban Public Health Policy in the Climate Change Era: Response to and Prevention of Heat Wave in Paris and Seoul: A Brief Review. *Iran J Public Health*. 2022;51(7):1461-1468

Hotz, I. C., Hajat, S., (2020). The effects of temperature on accident and emergency department attendances in london:a time-series regression analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 1957; doi:10.3390/ijerph17061957.

Huang, C., Barnett, A. G., Wang, X., & Tong, S. (2012). Effects of extreme temperatures on years of life lost for cardiovascular deaths: a time series study in Brisbane, Australia. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 5(5), 609-614.

Huynen, M.T.E. M., Martens, P., Schram. D., Weijenberg, M. P., Kunst, A. E., The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the dutch population. *Environ Health Perspect* 2001;109:463–470.

Ishigami, A., Hajat, S., Kovats, S. R., Bisanti, L., Rognoni, M., Russo, A., Paldy, A.,(2008). An ecological time-series study of heat-related mortality in three european cities. *Environmental Health*. 7:5. doi:10.1186/1476-069X-7-5

Johnson, H., Kovats, R. S., McGregor, G., Stedman, J., Gibbs, M., vd. (2005). The impact of the head wave on mortality and hospital admission in England. *Helth statistics quarterly* No:25

Jones, G. S., Stott, P.A., Christidis, N., (2008). Human contribution to rapidly increasing frequency of very warm northern hemisphere summers. *Journal of Geophysical Research*, 113, D02109, doi:10.1029/2007JD008914.

Kenney, W. L., Craighead, D. H., Alexander, L. M.,(2014). Heat waves, aging, and human cardiovascular health. *Med sci sports exerc.* 46(10): 1891–1899. doi:10.1249/MSS.0000000000000325.

Kent, S. T., McClure, L. A , Zaitchik, B. F., Smith, T. T., Gohlke, J. M., (2014). Heat waves and health outcomes in Alabama (USA): the importance of heat wave definition . *Environ Health Perspect.* 122:151–158; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307262>

Knowlton, K., Rotkin-Ellman, M., King, G., Margolis, H. G., et all, (2009). The 2006 california heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. *environ health perspect* 117:61–67, doi:10.1289/ehp.11594

Knowlton, K., Rotkin-Ellman, M., King, G., Margolis, H. G., Smith, D., Solomon, G., ... & English, P. (2009). The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. *Environmental health perspectives*, 117(1), 61-67.

Kong, D., Gu, X., Li, J., Ren, G., Liu, J., (2020). Contributions of global warming and urbanization to the intensification of human-perceived heatwaves over China. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125, e2019JD032175, doi: 10.1029/2019JD032175.

Kotsias, G., Lolis, C.J., (2018). A study on the total cloud cover variability over the Mediterranean region during the period 1979-2014 with the use of the ERA-Interim database. *Theoretical and Applied Climatology*, 134, 325-336.

Kovats, R. S., Hajat, S., Wilkinson, P.,(2004). Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK. *Occup environ med*, 61:893–898. doi: 10.1136/oem.2003.012047

Kovats, R. S., Ebi, K. L.,(2006). Heatwaves and public health in Europe. *European journal of public health*. 16, 6: 592–599.

Kownacki K.L, Gao C, Kuklane K, Wierzbicka A. (2019). Heat Stress in Indoor Environments of Scandinavian Urban Areas: A Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 560.

Kuklane, K.; Wierzbicka, A. Heat Stress in Indoor Environments of Scandinavian Urban Areas: A Literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 1444.

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. *geophys. Res. Lett.*, 37, L04802, Doi:10.1029/2009GL041841.

Laaidi, K., Zeghnoun, A., Dousset, B., Bretin, P., Vandentorren, S., Giraudet, E., Beaudeau, P., (2012). The impact of heat islands on mortality in paris during the august 2003 heat wave. *environ health perspect.* 120:254–259. Doi.org/10.1289/ehp.1103532

Laschewski, G., Jendritzky, G., (2002). Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany. *Climate Research*, 21, 91-103

Lass, W., Haas, A., Hinkel, J., Jaeger, C., (2011). Avoiding the avoidable: towards a European heat waves risk governance. *Int. j. disaster risk sci.* 2 (1): 1–14. doi:10.1007/s13753-011-0001-z

Leone, M., D'ippoliti, D., Sario, M.D., Analitis, A., Menne, B., Katsouyanni, K., de'Donato, F.K., Basagana, X., Salah, A.B., Casimiro, E., Dörtbudak, Z., Iniguez, C., Peretz, C., Wolf, T., Michelozzi, P., (2013). A time series study on the effects of heat on mortality and evaluation of heterogeneity into European and Eastern-Southern Mediterranean cities: results of EU CIRCE project. *Environmental Health*, 12:55.

Li M, Gu S, Bi P, Yang J, Liu Q. Heat Waves and Morbidity: Current Knowledge and Further Direction-A Comprehensive Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2015; 12(5):5256-5283. <https://doi.org/10.3390/ijerph120505256>

Linares, C., Martinez-Martin, P., Rodríguez-Blázquez, C., Forjaz, M. J., Carmona, R., Díaz, J., (2016). Effect of heat waves on morbidity and mortality due to parkinson's disease in madrid: a time-series analysis. *Environment international*. 89–90, 1–6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2016.01.017>.

Lippman S. J., Fuhrmann C. M., Waller A. N., Richardson D. B., (2013). Ambient temperature and emergency department visits for heat-related illness in north Carolina, 2007–2008. *Environ. Res.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2013.03.009>.

Lissner, T. K., Holsten, A., Walther, C., & Kropp, J. P. (2012). Towards sectoral and standardised vulnerability assessments: the example of heatwave impacts on human

health. *Climatic change*, 112(3), 687-708.

Liu L, Zhang JL. [A case-crossover study between heat waves and daily death from cardiovascular and cerebrovascular disease]. *Zhonghua liu Xing Bing xue za zhi = Zhonghua Liuxingbingxue Zazhi*. 2010 Feb;31(2):179-184. PMID: 21215080.

Magnavita N, Chirico F. (2020). New and emerging Risk Factors in Occupational Health. *Applied Sciences*, 10, 8906.

Manisha,J., Harmeena, G., Anita, J., Thaddeusa, B. Climate change and respiratory diseases: a 2020 perspective. *Current Opinion in Pulmonary Medicine* 26(2):p 119-127, March (2020).DOI: 10.1097/MCP.0000000000000656

Mastrangelo, G., Hajat, S., Fadda, E., Buja, A., Fedeli, U., Spolaore, P.,(2006). Contrasting patterns of hospital admissions and mortality during heat waves: are deaths from circulatory disease a real excess or an Artifact?. *Medical Hypotheses*. 66, 1025–1028.

McGeehin, M. A., Mirabelli, M.,(2001). the potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States. *Environ health perspect*, 109(2),185–189.

Meehl, G.A., Tebaldi, C., (2004). More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21<sup>st</sup> Century. *Science*, 305, 994-997.

Miller, N.L., Hayhoe, K., Jin, J., Auffhammer, M., (2008). Climate, extreme heat, and electricity demand in California. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47, 1834-1844.

Misset, B., Jonghe, B. D., Bastuji-Garin, S., Gattolliat, O., Boughrara, E., Annane, D., Hausfate, P., Garrouste-Orgeas, M., Carle, J.,(2006). Mortality of patients with heatstroke admitted to intensive care units during the 2003 heat wave in France: A national multiple-center risk-factor study. *Critical care medicine*: [April 2006 – V: 34-4, 1087-1092](#). doi: 10.1097/01. CCM.0000206469.33615.02

Monteiro, A., Carvalho, V., Oliveira, T., Sousa, C.,(2013). Excess mortality and morbidity during the july 2006 heat wave in Porto, Portugal. *International journal of biometeorology*. 57:155–167.

- Nairn J. R., Fwccett R. J. B., (2015). The excess heat factor: a metric for heatwave intensity and its use in classifying heatwave severity. *Int. j. environ. Res. public health*, 12, 227-253; doi:10.3390/ijerph120100227
- Nissan H., Burkart K., Perez E. C., Alast M. V., Mason S., (2017). Defining and predicting heat waves in Bangladesh. *Journal of applied meteorology and climatology*, 56, Doi: 10.1175/JAMC-D-17-0035.1.
- Nitschke, M., Tucker, G. R., Bi, P., Morbidity and mortality during heatwaves in metropolitan Adelaide. *The Medical journal of Australia*, 2007;187: 662–665.
- Oray, C. N., Oray, D., Aksay, E., Atilla, R., Bayram, B., The impact of a heat wave on mortality in the emergency department. *Medicine* 2018; 97:52, (e13815), <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000013815>
- Ostro, B., Rauch, S., Green, R., Malig, B., Basu, R.,(2010). The effects of temperature and use of air conditioning on hospitalizations. *American journal of epidemiology*. 172: 9. DOI: 10.1093/aje/kwq231
- Paravantis, J., Santamouris, M., Cartalis, C., Efthymiou, C., Kontoulis, N.,(2017). Mortality associated with high ambient temperatures, heatwaves, and the urban heat island in Athens, Greece. *sustainability*. 9, 606. Doi:10.3390/su9040606
- Pascal, M., Laaidi, K., Ledrans, M., Baffert., Céline Caserio-Schönemann, C. C., Alain Le Tertre, A. L., vd., (2005). France's heat health watch warning system. *Int j. biometeorol*, 50: 144–153. DOI 10.1007/s00484-005-0003-x
- Peng, R.D., Bobb, J.F., Tebaldi, C., McDaniel, L., Bell, M.L., Dominici, F., (2011). Toward a quantitative estimate of future heat wave mortality under global climate change. *Environmental Health Perspectives*, 119, 701-706.
- Perkins S. E., Alexander L. V., (2013). On the measurement of heat waves. *Journal Of Climate*, 26, 4500-4517. doi: 10.1175/jcli-d-12-00383.1.
- Petkova, E. P., Bader, D. A., Anderson, G. B., Radley M. Horton, R. M., Knowlton, K., Kinney, P. L., (2014). Heat-related mortality in a warming climate: projections for 12 u.s. cities. *int. j. environ. res. Public health*. 11, 11371-11383. Doi:10.3390/ijerph111111371.
- Poitrine, F., Cadot, E., Spira, A., (2006). Excess deaths during the August 2003 heat wave

- in Paris, France. *Revue d'Epidémiologie et de Santé*, 2006, 54 : 127-135.
- Poumadere, M., Mays, C., Le Mer, S., & Blong, R. The 2003 heat wave in France: dangerous climate change here and now. *Risk Analysis: an International Journal*, 2005; 25(6), 1483-1494.
- Robine J. M., Cheung S. L. K., Roy S. L., Oyen H. V., Griffiths C., Michel J. P., Herrmann F. R., (2008). Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *C. R. Biologies*, 331: 171–178
- Robine, J. M., Michel, J. P., & Herrmann, F. R. (2012). Excess male mortality and age-specific mortality trajectories under different mortality conditions: a lesson from the heat wave of summer 2003. *Mechanisms of ageing and development*, 133(6), 378-386.
- Robinson, P.J., (2001). On the definition of a heat wave. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 40, 762-775.
- Rocklov, J., Barnett, A. G., Woodward, A., (2012). On the estimation of heat-intensity and heat-duration effects in time series models of temperature-related mortality in Stockholm, Sweden. *Rocklov et al. Environmental health*. 11:23.
- Rooney C., McMichael A. J., Kovats R. S., Coleman M. P., (1998). Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *J Epidemiol community health*; 52:482–486
- Russo, S., Dosio, A., Graversen, A. R., Sillmann, J., Carrao, H., Dunbar, M. B., Singleton, A., Montagna, P., Barbola, P., and Vogt, J. V., (2014), Magnitude of extreme heat waves in present climate and their projection in a warming world, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 119, 12,500–12,512. doi:10.1002/2014JD022098.
- Rusticucci M., Kysely J., Almeida G., Lhotka O., (2015). Long-term variability of heat waves in Argentina and recurrence probability of the severe 2008 heat wave in Buenos Aires. *Theor appl Climatol* , 124:679–689, DOI 10.1007/S00704-015-1445-7
- Schaffer, A., Muscatello, D., Broome, R. *et al.* Emergency department visits, ambulance calls, and mortality associated with an exceptional heat wave in Sydney, Australia, 2011: a time-series analysis. *Environ Health* 11,3 (2012). <https://doi.org/10.1186/1476-069X-11-3>

- Schifano, P., Cappai, G., De Sario, M., Michelozzi, P., Marino, C., Bargagli, A. M., Perucci, C. A., (2009). Susceptibility to heat wave-related mortality: a follow-up study of a cohort of elderly in Rome. *Environmental health*. 8:50. doi:10.1186/1476-069X-8-50
- Schuldt, B., Buras, A., Arend, M., Vitasse, Y., Beierkuhnlein, C., Damm, A., Gharun, M., Grams, T.E.E., Hauck, M., Hajek, P., Hartmann, H., Hiltbrunner, E., Hoch, G., Holloway-Phillips, M., Körner, C., Larysch, E., Lübke, T., Nelson, D.B., Rammig, A., Rigling, A., Rose, L., Ruehr, N.K., Schumann, K., Weiser, F., Werner, C., Wohlgemuth, T., Zang, C.S., Kahmen, A., (2020). A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests. *Basic and Applied Ecology*, 45, 1-18.
- Schwartz, J., (2005). Who is sensitive to extremes of temperature? a case-only analysis. *Epidemiology*. 16: 67–72. DOI: 10.1097/01.ede.0000147114.25957.71
- Semenza C. J., McCullough E. J., Flanders D. W., McGeehin A. M., Lumpkin R. J. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. *American Journal of Preventive Medicine*, Volume 16, Issue 4, 1999, Pages 269-277, ISSN 0749-3797, [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(99\)00025-2](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(99)00025-2).
- Shaposhnikov, D., Revich, B., Bellander, T., Bedada, G. B., et al, (2014). Mortality related to air pollution with the moscow heat wave and wildfire of 2010. *Epidemiology* 25: 359–364
- Smith, T.T., Zaitchik, B.F., Gohlke, J.M., (2013). Heat waves in the United States: definitions, patterns and trends. *Climatic Change*, 118, 811-825
- Smoyer-Tomic, K.E., Kuhn, R. & Hudson, A. Heat Wave Hazards: An overview of heat wave impacts in Canada. *Natural Hazards* 28, 465–486 (2003). <https://doi.org/10.1023/A:1022946528157>
- Son JY, Lee JT, Anderson GB, Bell ML. The impact of heat waves on mortality in seven major cities in Korea. *Environ Health Perspect*. 2012 Apr;120(4):566-71. doi: 10.1289/ehp.1103759. Epub 2012 Jan 20. PMID: 22266672; PMCID: PMC3339449.
- Song, X., Wang, S., Li, T., Tian, J., Ding, G., Wang, J., Wang, J., Shang, K. The impact of heat waves and cold spells on respiratory emergency department visits in Beijing, China, *Science of The Total Environment*, Volume 615, (2018), Pages 1499-1505, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.10>

Steadman, R.G., (1984). A universal scale of apparent temperature. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 23, 1674-1687.

Stern, N., ed. (2006). *The economics of climate change: the stern review*. Cambridge: Cambridge University press.

Sun, X., Sun, Q., Yang, M. *et al*. Effects of temperature and heat waves on emergency department visits and emergency ambulance dispatches in Pudong New Area, China: a time series analysis. *Environ Health* 13, 76 (2014). <https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-76>

Tan, J., Zheng, Y., Tang, X., Guo, C., Li, L., Song, G., ... & Chen, H. (2010). The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. *International journal of biometeorology*, 54(1), 75-84.

Tan, J.G., Zheng, Y.F., Song, G.X., Kalkstein, L.S., Kalkstein, A.J., Tang, X., (2007). Heat wave impacts on mortality in Shanghai, 1998 and 2003. *International Journal of Biometeorology*, 51, 193-200.

Tertre, A.L., Lefranc, A., Eilstein, D., Declercq, C., Medina, S., Blanchard, M., Chardon, B., Fabre, P., Filleul, L., Jusot, J-F., Pascal, L., Prouvost, H., Cassadou, S., Ledrans, M., (2006). Impact of the 2003 Heatwave on All-Cause Mortality in 9 French Cities. *Epidemiology*, 17(1), 75-79. DOI: 10.1097/01. ede.0000187650.36636.1f.

Theoharatos, G., Pantavou, K., Mavrakis, A., Spanou, A., KAtavoutas, G., Efstathiou, P., Mpekas, P., Asimakopoulos, D.,(2010). Heat waves observed in 2007 in Athens, Greece: Synoptic conditions, bioclimatological assessment, air quality levels and health effects. *Environmental Research*, 110, 152-161.

Tian Z., Li S., Zhang J., Guo Y. The characteristic of heat wave effects on coronary heart disease mortality in Beijing, China: A Time Seriesstudy. *PLOS ONE*, 2013; 8(9):E77321.

Tobias, A., Armstrong B., Zuza, I., Gasparrini, A., Linares, C., Diaz, J.,(2012). Mortality on extreme heat days using official thresholds in Spain: a multi-city time series analysis. *Bmc public health*, 12:133.

Toloo, G. S., Yu, W., Aitken, P., FitzGerald, G., Tong, S.,(2014). The impact of heatwaves on emergency department visits in Brisbane, Australia: a time series study. *Critical Care*. 18:69



- Tong, S., Wang XY., Barnett AG., (2010). Assessment of heat-related health impacts in brisbane, australia: comparison of different heatwave definitions. *Plos one*. 5(8): E12155.
- Trigo, R. M., R. Garcí'a-Herrera, J. Di'az, I. F. Trigo, and M. A. Valente, (2005). How exceptional was the early august 2003 heatwave in France?. *Geophys. Res. Lett.*. 32, L10701, doi:10.1029/2005GL022410.
- Turkish Institute of Statistics (TIS), (2011). The results of the address-based census. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=39](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=39) (accessed 23 January 2014).
- Turner, L. R., Connell, D., Tong, S., (2013). The Effect Of Heat Waves On Ambulance Attendances In Brisbane, Australia. *Prehosp Disaster Med.* 28(5):482-487, Doi:10.1017/S1049023X13008789
- Urban, A., Kyselý J., Plavcová E., Hanzlíková H., Štěpánek P., (2020). Temporal changes in years of life lost associated with heat waves in the Czech Republic. *Science of the total environment*, 716,137093. [Doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137093](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137093).
- Ünal Y., Tan E., Menteş S., (2013). Summer heat waves over western turkey between 1965 and 200. *Theor appl climatol.* 112:339–350
- Valerianova, A., Crhova, L., Holtanova, E., Kaspar, M., Müller, M., Pecho, J., (2017). High temperature extremes in the Czech Republic 1961-2010 and their synoptic variants. *Theoretical Applied and Climatology*, 127,17-29.
- Van der Velde, M., Tubiello, F.N., Vrielling, A., Bouraoui, F., (2012). Impacts of extreme weather on wheat and maize in France: evaluating regional crop simulations against observed data. *Climatic Change*, 113, 751-765.
- Vandentorren, S., Suzan F., Medina S.,et all, (2004). Mortality in 13 french cities during the august 2003 heat wave. *American journal of public health*, 94, 9
- Varghese, G. M., Jonh, G., Thomas, K., Abraham, O. C., Mathai, D., (2005). Predictors of multi-organ dysfunction in heatstroke. *Emerg med J.*;22:185–187. doi: 10.1136/emj.2003.009365.
- Wang, W., Xhou, W., Li, X., Wang, X., Wang, D., (2016). Synoptic-scale characteristics and atmospheric controls of summer heat waves in China. *Climate Dynamics*, 46, 2923-2941.

White-Newsome, J. L., Ekwurzel, B., Baer-Schultz, M., Ebi K. L., O'Neill, M. S., Anderson, G. B., (2014). Survey of county-level heat preparedness and response to the 2011 summer heat in 30 U.S. States. *Environ health perspect.* 122:573–579. Doi.org/10.1289/ehp.1306693.

Wilhelmi, O.V., Hayden, M.H., (2010). Connecting people and place: a new framework for reducing urban vulnerability to extreme heat. *Environmental Research Letters*, 5, 014021.

Williams, S., Nitschke, M., Weinstein, P., Pisaniello, D. L., Parton, K. A., Bi, P. The impact of summer temperatures and heatwaves on mortality and morbidity in Perth, Australia 1994–2008, *Environment International*, Volume 40, 2012, Pages 33-38, ISSN 0160-4120, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.11.011>.

Xu, Y., Dadvand, P., Barrera-Gómez J, Sartini C., et al., (2013). Differences On The Effect Of Heat Waves On Mortality By Sociodemographic And Urban Landscape Characteristics. *Epidemiol Community Health*, 67:519–525. doi:10.1136/jech-2012-201899.

Xu, Z., Cheng, J., Hu, W., Tong, S., (2018). Heatwave and health events: a systematic evaluation of different temperature indicators, heatwave intensities and durations. *Science of the total environment*. V: 630, 679–689

Yang, j., Peng Y., Sun, J., Wang, B., Zhou, M., Li, M., Tong, S., Meng, B., Guo, Y., Liu, O., (2018). Heatwave and mortality in 31 major chinese cities: definition, vulnerability and implications. *Stoten, science of the total environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.08.332.

Yoon, D., Cha, D-H., Lee, G., Park, C., Lee, M-I., Min, K-H., (2018). Impacts of synoptic and local factors on heat wave events over southeastern region of Korea in 2015. *Journal of geophysical research: atmospheres*, 123, 12,081-12,096.

Yoon, D., Cha, D-H., Lee, M-I., Min, K-H., Kim, J., Jun, S-Y., Choi, Y., (2020). Recent changes in heatwave characteristics over Korea. *Climate dynamics*, 55, 1685-1696.

Zacharias, S., Koppe, C., Mücke, H. G., (2014). Climate change effects on heat waves and future heat Wave-Associated IHD Mortality in Germany. *Climate*, 3, 100-117;

doi:10.3390/cli3010100.

Zhang, K., Chen, T. H., Begley, C. E., Impact of the 2011 heat wave on mortality and emergency department visits in Houston, Texas. *Environmental Health* 2015; 14:11

Zhang, Y., Feng R., Wu, R., Zhong P., Tan, X., Wu, K., Ma, L., (2017). Global climate change: impact of heat waves under different definitions on daily mortality in Wuhan, China. *global health research and policy*, 2:10. Doi 10.1186/s41256-017-0030-2



## ÖZGEÇMİŞ

**1. Adı Soyadı :** Yunus ÖZTÜRK

**2. Öğrenim Durumu :** Doktora Öğrencisi

| Derece        | Alan                                 | Üniversite              | Yıl       |
|---------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------|
| Doktora       | İş Güvenliği                         | Marmara<br>Üniversitesi | 2018-2023 |
| Yüksek Lisans | Makine eğitimi                       | Marmara<br>Üniversitesi | 2002-2004 |
| Lisans        | Enerji<br>sistemleri<br>öğretmenliği | Marmara<br>Üniversitesi | 1996-2002 |

**3. Çalıştığı kurum :** M.E.B.

**4. Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler**

**4.1-** Yunus Ozturk, Hakki Baltaci, Bülent Oktay Akkoyunlu; The Impacts of Heat Waves on Hospital Admissions and Mortality in the Fethiye Province of Turkey. *Port J Public Health* 2023; <https://doi.org/10.1159/000530747>

**4.2-** Yunus Ozturk, Hakki Baltaci, Bülent Oktay Akkoyunlu; The Effects Of Heatwaves On Hospital Admissions In The Edirne Province Of Turkey: A Cohort Study. *Medicine* 2023,

**4.3-** Hakki Baltaci, Yunus Ozturk, Bülent Oktay Akkoyunlu; Long-Term Variations And Synoptic Features of Heat Waves in Turkey. *International Journal of Global Warming* (in revision)

