

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM KAPSAMINDA SAKARYA'DA 65
YAŞ VE ÜZERİ NÜFUSUN SICAK HAVA DALGALARINDAN
ETKİLENEBİLİRLİĞİNİN JEOİSTATİSTİKSEL METOTLARLA
BELİRLENMESİ**

Zehra GÜNDÜZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Beyza USTAOĞLU

MAYIS - 2024

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM KAPSAMINDA
SAKARYA'DA 65 YAŞ VE ÜZERİ NÜFUSUN SICAK HAVA
DALGALARINDAN ETKİLENEBİLİRLİĞİNİN
JEOİSTATİSTİKSEL METOTLARLA BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zehra GÜNDÜZ

Enstitü Anabilim Dalı: Coğrafya

“Bu tez 15/05/2024 tarihinde online olarak savunulmuş olup aşağıdaki isimleri bulunan jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ
Prof. Dr. Beyza USTAOĞLU	Başarılı
Prof. Dr. Elif SERTEL	Başarılı
Doç. Dr. Derya Evrim KOÇ	Başarılı

ETİK BEYAN FORMU

Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve Etik Kurul Onayı gerektiği takdirde onay belgesini aldığımı beyan ederim.

Etik kurul onay belgesine ihtiyaç var mıdır?

Evet ☐

Hayır ☒

(Etik Kurul izni gerektiren araştırmalar aşağıdaki gibidir:

- Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar,
- İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
- İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
- Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar.)

Zehra GÜNDÜZ

15/05/2024

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, iklim değişikliğinin yarattığı olumsuz sonuçlardan olan sıcak hava dalgalarının 65 yaş ve üzeri nüfus üzerindeki etkileri mekânsal olarak haritalandırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın giriş bölümünde, araştırmanın amacı, yöntemi, önemi, konusu ve literatür taraması; birinci bölümde kullanılan iklim verileri, nüfus verileri ve uydu görüntüleri ile Aşırı Isı Faktörü (EHF), Isı İndeksi, NDVI (Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) haritaları ve jeoistatistiksel yöntemler açıklanmıştır; ikinci bölümde nüfus verilerinin analizi, Aşırı Isı Faktörü ve Isı İndeksi yöntemlerinin bulguları açıklanmıştır.

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca danışmanım olan Prof. Dr. Beyza USTAOĞLU'na teşekkür ederim. Değerli katkılarından dolayı jüri üyeliğimi yapan Prof. Dr. Elif SERTEL'e ve Doç. Dr. Derya Evrim KOÇ'a teşekkür ederim. Aşırı Isı Faktörü metodolojisini anlamamda bana yardımcı olan ve değerli bilgilerini benimle paylaşan Dr. John NAIRN'e teşekkür ederim.

Eğitim ve öğretim hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez 223K441 nolu TUBİTAK projesi kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TUBİTAK'a teşekkür ederim.

Zehra GÜNDÜZ

15/05/2024

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÖZET	xiv
ABSTRACT	xv
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM: VERİ VE YÖNTEM	20
1.1. Veri	21
1.1.1. İklim Verisi.....	21
1.1.2. Nüfus Verisi	23
1.1.3. Uydu Görüntüleri	24
1.2. Yöntem	25
1.2.1. İklim Verilerinin Analizi	25
1.2.1.1. Aşırı Isı Faktörü (EHF)	26
1.2.1.2. Isı İndeksi.....	27
1.2.2. Nüfus Verilerinin Analizi	29
1.2.3. NDVI Haritalarının Hazırlanması	29
1.2.4. Jeostatistiksel Analizler	29
1.2.4.1. 65 Yaş ve Üzeri Nüfusun İkamet Ettiği, Sıcak Hava Dalgalarının Etkili Olduğu Alanların ArcGIS Pro Yazılımında Haritalandırılması.....	33
2. BÖLÜM: BULGULAR VE TARTIŞMA	35
2.1. Nüfus Verileri.....	35
2.2. Aşırı Isı Faktörü (EHF)	39
2.2.1. 2014 Yılı.....	48
2.2.2. 2015 Yılı.....	49
2.2.3. 2016 Yılı.....	53
2.2.4. 2017 Yılı.....	65
2.2.5. 2018 Yılı.....	72
2.2.6. 2019 Yılı.....	75

2.2.7. 2020 Yılı.....	76
2.2.8. 2021 Yılı.....	81
2.2.9. 2022 Yılı.....	90
2.2.10. 2023 Yılı.....	91
2.3. Isı İndeksi	102
SONUÇ	155
KAYNAKÇA.....	159
ÖZ GEÇMİŞ	181



KISALTMALAR

°C	: Santigrat Derece
°C²	: Santigrat Derece Kare
ADNKS	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
BM	: Birleşmiş Milletler
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
EHF	: Aşırı Isı Faktörü
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
km²	: Kilometrekare
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NDVI	: Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi
OMGİ	: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USGS	: United States Geological Survey

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Sakarya İline Ait 2014-2023 Periyodu Arasındaki Sıcaklık Verileri.....	17
Tablo 2: Çalışma Alanında Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (°C).....	18
Tablo 3: 2023 Yılı Sakarya İli İlçelere Göre Nüfus Oranı	19
Tablo 4: Sakarya İlçeleri 2023 Yılı 65 Yaş ve Üzeri Nüfusu.....	19
Tablo 5: Sakarya İline Ait Meteoroloji İstasyonları	22
Tablo 6: Kullanılan Uydu Görüntüleri	24
Tablo 7: Semivariogram Parametreleri.....	31
Tablo 8: Sakarya İli Yıllara Göre Toplam Yaşlı Nüfus.....	35
Tablo 9: Sakarya İli Yıllara Göre Yaşlı Nüfus Oranı	36
Tablo 10: Yıllara Göre İlçelere Ait 65 Yaş Nüfus Oranı.....	37
Tablo 11: 2014-2023 Yılları Arasında Sakarya İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	39
Tablo 12: 2014-2023 Yılları Arasında Geyve İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları.....	40
Tablo 13: 2014-2023 Yılları Arasında Sapanca İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	40
Tablo 14: 2014-2023 Yılları Arasında Hendek İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	41
Tablo 15: 2014-2023 Yılları Arasında Kaynarca İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	42
Tablo 16: 2014-2023 Yılları Arasında Taraklı İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	42
Tablo 17: 2014-2023 Yılları Arasında Kocaali İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	43
Tablo 18: 2014-2023 Yılları Arasında Karapürçek İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	44
Tablo 19: 2014-2023 Yılları Arasında Ferizli İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları.....	44
Tablo 20: 2014-2023 Yılları Arasında Akyazı İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	45

Tablo 21: 2017-2023 Yılları Arasında Geyve/Hisarlık Köyü İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	46
Tablo 22: 2018-2023 Yılları Arasında Pamukova İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	46
Tablo 23: 2018-2023 Yılları Arasında Serdivan İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	47
Tablo 24: 2021-2023 Yılları Arasında Erenler İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları	47
Tablo 25: Sakarya İstasyonunda 2014 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	48
Tablo 26: Geyve İstasyonunda 2014 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	49
Tablo 27: Sakarya İstasyonunda 2015 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	50
Tablo 28: Geyve İstasyonunda 2015 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	51
Tablo 29: Sapanca İstasyonunda 2015 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	52
Tablo 30: Sakarya İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	54
Tablo 31: Geyve İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	56
Tablo 32: Sapanca İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	58
Tablo 33: Akyazı İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	60
Tablo 34: Ferizli İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	61
Tablo 35: Karapürçek İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	63
Tablo 36: Hendek İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	64

Tablo 37: Sakarya İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	65
Tablo 38: Sapanca İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	66
Tablo 39: Geyve İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri	68
Tablo 40: Hendek İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	69
Tablo 41: Akyazı İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	70
Tablo 42: Ferizli İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	71
Tablo 43: Kocaali İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	71
Tablo 44: Sakarya İstasyonunda 2018 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	73
Tablo 45: Sapanca İstasyonunda 2018 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	74
Tablo 46: Geyve İstasyonunda 2019 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	75
Tablo 47: Sakarya İstasyonunda 2020 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	77
Tablo 48: Sapanca İstasyonunda 2020 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	79
Tablo 49: Geyve İstasyonunda 2020 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	80
Tablo 50: Sakarya İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	81
Tablo 51: Sapanca İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	83
Tablo 52: Geyve İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	84

Tablo 53: Pamukova İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	85
Tablo 54: Serdivan İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	86
Tablo 55: Erenler İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	87
Tablo 56: Kaynarca İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	88
Tablo 57: Geyve/Hisarlık Köyü İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	88
Tablo 58: Karapürçek İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	88
Tablo 59: Sakarya İstasyonunda 2022 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	90
Tablo 60: Pamukova İstasyonunda 2022 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	90
Tablo 61: Sakarya İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	92
Tablo 62: Geyve İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	93
Tablo 63: Pamukova İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	94
Tablo 64: Erenler İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	95
Tablo 65: Hendek İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	96
Tablo 66: Akyazı İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	97
Tablo 67: Geyve/Hisarlık Köyü İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	98
Tablo 68: Karapürçek İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	98

Tablo 69: Sapanca İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	99
Tablo 70: Serdivan İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	99
Tablo 71: Taraklı İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri	100
Tablo 72: İstasyonlara Ait Isı İndeksi Maksimum Değerleri	103
Tablo 73: 9-11 Temmuz 2014 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	104
Tablo 74: 12-15 Ağustos 2014 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	104
Tablo 75: 26 Temmuz-8 Ağustos 2015 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri...	108
Tablo 76: 10-19 Ağustos 2015 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	108
Tablo 77: 18-27 Haziran 2016 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri	112
Tablo 78: 29 Temmuz-10 Ağustos 2016 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.	112
Tablo 79: 19-23 Ağustos 2016 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	112
Tablo 80: 27 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri ...	118
Tablo 81: 2-11 Ağustos 2017 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	118
Tablo 82: 29 Temmuz-7 Ağustos 2018 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri...	122
Tablo 83: 14-17 Ağustos 2018 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	122
Tablo 84: 22-25 Ağustos 2018 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	123
Tablo 85: 23-26 Ağustos 2019 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	128
Tablo 86: 29 Haziran-5 Temmuz 2020 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri ...	131
Tablo 87: 4-9 Ağustos 2020 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	131
Tablo 88: 28-31 Ağustos 2020 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	132
Tablo 89: 15-19 Temmuz 2021 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	137
Tablo 90: 29 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri...	137
Tablo 91: 25-28 Ağustos 2021 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	138
Tablo 92: 20-23 Ağustos 2022 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	144
Tablo 93: 20-22 Temmuz 2023 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	147
Tablo 94: 2-6 Ağustos 2023 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	147
Tablo 95: 13-17 Ağustos 2023 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	148
Tablo 96: 28-30 Ağustos 2023 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri.....	148

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Sakarya İli Fiziki Haritası	16
Şekil 2: Sakarya İline Ait Meteoroloji İstasyonları Konumları	23
Şekil 3: Yaş Grubuna Göre Nüfus Oranı (1935-2080)	24
Şekil 4: İşlem Adımları	25
Şekil 5: Isı İndeksi Tablosu.....	28
Şekil 6: EBK İşlem Adımları	32
Şekil 7: Örnek Sorgu İfadeleri	34
Şekil 8: 65 Yaş ve Üzeri Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı.....	36
Şekil 9: İlçelere Göre Yaşlı Nüfus Oranı	38
Şekil 10: Sakarya İstasyonunda 12-15 Ağustos 2014 Tarihlerine Ait EHF Değerleri ..	48
Şekil 11: Geyve İstasyonunda 9-11 Temmuz 2014 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	49
Şekil 12: Sakarya İstasyonunda 26 Temmuz-20 Ağustos 2015 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	50
Şekil 13: Geyve İstasyonunda 26 Temmuz-20 Ağustos 2015 Tarihlerine Ait Aşırı Sıcak Faktörü Değerleri	52
Şekil 14: Sapanca İstasyonunda 26 Temmuz-20 Ağustos 2015 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	53
Şekil 15: Sakarya İstasyonunda 18-26 Haziran 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri...	54
Şekil 16: Sakarya İstasyonunda 30 Temmuz-22 Ağustos 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	55
Şekil 17: Geyve İstasyonunda 18-27 Haziran 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri	56
Şekil 18: Geyve İstasyonunda 29 Temmuz-23 Ağustos Tarihlerine Ait EHF Değerleri	57
Şekil 19: Sapanca İstasyonunda 18-26 Haziran Tarihlerine Ait EHF Değerleri	58
Şekil 20: Sapanca İstasyonunda 30 Temmuz-21 Ağustos Tarihlerine Ait EHF Değerleri	59
Şekil 21: Akyazı İstasyonunda 20-25 Haziran 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri	60
Şekil 22: Akyazı İstasyonunda 7-9 Ağustos 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	60
Şekil 23: Ferizli İstasyonunda 31 Temmuz-22 Ağustos 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	62
Şekil 24: Karapürçek İstasyonunda 31 Temmuz-9 Ağustos 2016 Tarihlerine EHF Değerleri.....	63

Şekil 25: Hendek İstasyonunda 5-7 Ağustos 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	64
Şekil 26: Sakarya İstasyonunda 27 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	65
Şekil 27: Sakarya İstasyonunda 2-11 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri	66
Şekil 28: Sapanca İstasyonunda 28 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	67
Şekil 29: Sapanca İstasyonunda 3-11 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri	67
Şekil 30: Geyve İstasyonunda 27 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	68
Şekil 31: Geyve İstasyonunda 2-9 Ağustos Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	68
Şekil 32: Hendek İstasyonunda 5-9 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	69
Şekil 33: Akyazı İstasyonunda 5-8 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait Değerleri	70
Şekil 34: Ferizli İstasyonunda 5-7 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	71
Şekil 35: Kocaali İstasyonunda 6-8 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	72
Şekil 36: Sakarya İstasyonunda 30 Temmuz-17 Ağustos 2018 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	73
Şekil 37: Sapanca İstasyonunda 29 Temmuz-25 Ağustos 2018 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	74
Şekil 38: Geyve İstasyonunda 23-26 Haziran 2019 Tarihlerine Ait EHF Değerleri	76
Şekil 39: Sakarya İstasyonunda 29 Haziran-5 Temmuz 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	77
Şekil 40: Sakarya İstasyonunda 4-31 Ağustos 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri	78
Şekil 41: Sapanca İstasyonunda 3-5 Temmuz 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	79
Şekil 42: Sapanca İstasyonunda 5-9 Ağustos 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	79
Şekil 43: Geyve İstasyonunda 6-8 Ağustos 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	80
Şekil 44: Sakarya İstasyonunda 16 Temmuz-28 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	82
Şekil 45: Sapanca İstasyonunda 16 Temmuz-28 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	83
Şekil 46: Geyve İstasyonunda 16 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	84

Şekil 47: Pamukova İstasyonunda 15 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	85
Şekil 48: Serdivan İstasyonunda 31 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	86
Şekil 49: Erenler İstasyonunda 16 Temmuz-4 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri.....	87
Şekil 50: Kaynarca, Karapürçek ve Geyve/Hisarlık Köyü İstasyonlarında 2-4 Ağustos 2021 Tarihlerinde EHF Değerleri.....	89
Şekil 51: Sakarya ve Pamukova İstasyonlarında 20-23 Ağustos 2022 Tarihlerinde EHF Değerleri.....	91
Şekil 52: Sakarya İstasyonunda 20 Temmuz-30 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri.....	92
Şekil 53: Geyve İstasyonunda 2 Ağustos-17 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri	94
Şekil 54: Pamukova İstasyonunda 3 Ağustos-17 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri.....	95
Şekil 55: Erenler İstasyonunda 3 Ağustos-15 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri	96
Şekil 56: Hendek İstasyonunda 3-16 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri.....	97
Şekil 57: Geyve/Hisarlık Köyü, Karapürçek ve Akyazı İstasyonlarında 3-5 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri.....	98
Şekil 58: Sapanca ve Serdivan İstasyonlarında 2-6 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri.....	100
Şekil 59: Taraklı İstasyonunda 14-16 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri.....	101
Şekil 60: 9-11 Temmuz 2014 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	105
Şekil 61: 12-15 Ağustos 2014 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	106
Şekil 62: 26 Temmuz-8 Ağustos 2015 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	109
Şekil 63: 10-19 Ağustos 2015 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	110

Şekil 64: 18-27 Haziran 2016 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	113
Şekil 65: 29 Temmuz-10 Ağustos 2016 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	114
Şekil 66: 19-23 Ağustos 2016 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	115
Şekil 67: 27 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	119
Şekil 68: 2-11 Ağustos 2017 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	120
Şekil 69: 29 Temmuz-7 Ağustos 2018 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	124
Şekil 70: 14-17 Ağustos 2018 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	125
Şekil 71: 22-25 Ağustos 2018 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	126
Şekil 72: 23-26 Haziran 2019 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	129
Şekil 73: 29 Haziran-5 Temmuz 2020 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	133
Şekil 74: 4-9 Ağustos 2020 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	134
Şekil 75: 28-31 Ağustos 2020 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	135
Şekil 76: 15-19 Temmuz 2021 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	139
Şekil 77: 29 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	140
Şekil 78: 25-28 Ağustos 2021 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	141
Şekil 79: 20-23 Ağustos 2022 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	145

Şekil 80: 20-22 Temmuz 2023 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	149
Şekil 81: 2-6 Ağustos 2023 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	150
Şekil 82: 13-17 Ağustos 2023 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	151
Şekil 83: 28-30 Ağustos 2023 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri	152



ÖZET	
Başlık: İklim Değişikliğine Uyum Kapsamında Sakarya’da 65 Yaş ve Üzeri Nüfusun Sıcak Hava Dalgalarından Etkilenebilirliğinin Jeostatistiksel Metotlarla Belirlenmesi	
Yazar: Zehra GÜNDÜZ	
Danışman: Prof. Dr.Beyza USTAOĞLU	
Kabul Tarihi: 15/05/2024	Sayfa Sayısı: xv (ön kısım) +181 (ana kısım)
İklim değişikliğinin etkileri, Türkiye’nin yer aldığı Akdeniz Havzası’nda her yıl kendini hissettirmektedir. Özellikle sağlık alanındaki etkileri kırılgan nüfus olarak tanımlanan 65 yaş ve üzeri nüfustaki ölüm oranları ve sağlık sorunları üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır ve son yıllarda sağlık sorunları üzerindeki etkileri artmaktadır. İklim değişikliğinin etkilerinden biri olan, sıcak hava dalgalarının yoğunluğu, sıklığı ve süresi giderek artmakta ve bu durumda doğrudan ve dolaylı olarak ölümlere yol açmaktadır. Bu amaçla, Türkiye’de Marmara Bölgesi’nde yaşlı nüfusun yoğun olduğu ve sıcaklığın arttığı bir il olan Sakarya tercih edilmiştir. 2014-2023 yılları arasındaki nüfus verileri, iklim verileri ve uydu görüntüleri kullanılmıştır. Sıcak hava dalgalarını belirlemek amacıyla Aşırı Isı Faktörü (EHF), sıcak hava dalgalarından etkilenen risk alanlarının belirlenmesi için Isı İndeksi sınıflandırılması kullanılmıştır. Aşırı Isı Faktörü değerlerinin maksimum olduğu günlere ait Isı İndeksi değerleri ArcGIS Pro yazılımında jeostatistik yöntemler kullanılarak haritalandırılmıştır. Birleşmiş Milletler (BM)’e göre yaşlı nüfusun toplam nüfusa oranı %8-10 arasında olan yerler yaşlı olarak sınıflandırıldığından bu bağlamda %8’den büyük olan ilçeler yaşlı nüfusun yüksek olduğu ilçeler olarak belirlenmiştir. Yaşlı nüfus oranının %8’den büyük ve Isı İndeksi sınıflandırılmasına ait alanlar kesiştirilerek riskli alanlar haritalandırılmıştır. Yerleşmenin yoğun olduğu ve toplam nüfusun ve yaşlı nüfusun fazla olduğu Adapazarı ilçesinde, Isı İndeksi sınıflandırmasında Dikkat olarak sınıflandırılmıştır. Bu ilçede sıcaklığın giderek artması, yerleşmenin giderek daha yoğun hale gelmesi ve her yıl artan yaşlı nüfus oranı bu ilçe için risk oluşturmaktadır.	
Anahtar Kelimeler: Sıcak Hava Dalgası, Aşırı Isı Faktörü (EHF), Isı İndeksi, ArcGIS Pro, İklim Değişikliği	

ABSTRACT	
Title of Thesis: Determination of the Vulnerability of Population Aged 65 and over in Sakarya to Heatwaves with Geostatistical Methods in the Context of Climate Change Adaptation	
Author of Thesis: Zehra GÜNDÜZ	
Supervisor: Prof. Dr. Beyza USTAOĞLU	
Accepted Date: 15/05/2024	Number of Pages: xv (pre text) +181 (main body)
The effects of climate change are felt every year in the Mediterranean Basin where Turkey is located. Especially, it directly affects the death rates and health problems of the population over 65 years old, defined as a vulnerable population, and its effects on health problems have been increasing in recent years. One of the effects of climate change, the intensity, frequency, and duration of heatwaves are gradually increasing, directly and indirectly leading to deaths. For this purpose, Sakarya, a province in the Marmara Region of Turkey with a dense elderly population and increasing temperatures, has been chosen. Population data, climate data, and satellite imagery from 2014 to 2023 have been used. The Excess Heat Factor (EHF) and Heat Index classification have been used to determine the areas at risk affected by heatwaves. Heat Index values for days with maximum Excess Heat Factor values have been mapped using geostatistical methods in ArcGIS Pro software. According to the United Nations (UN), areas where the elderly population constitutes 8-10% of the total population are classified as elderly. Thus, districts with a percentage greater than 8% are identified as districts with a high elderly population. Areas with a percentage greater than 8% of the elderly population and areas classified by Heat Index classification are intersected to map risky areas. In Adapazarı district, where settlement is dense and the total population as well as the elderly population is high, it has been classified as Caution in the Heat Index classification. The increasing temperature, densification of settlement, and the annually rising proportion of elderly population pose a risk for this district.	
Keywords: Heatwave, Excess Heat Factor (EHF), Heat Index, ArcGIS Pro, Climate Change	

GİRİŞ

İklim değışikliğı, “yerkürenin enerji bütçesinin bozulması ya da enerji dengesinin değıştirilmesi (insan kaynaklı zorlama), doğal fiziki coğrafyanın bozulmasından dolayı yeryüzünün albedosunun ve çeşitli nem-gaz akıllarının bozulması ve ormansızlaşma gelmek üzere, pek çok insan etkinliğı sonucunda iklim sisteminde meydana gelen önemli bölgesel ve küresel değışiklikler yoluyla oluşan önemli değışme” olarak tanımlanabilir (Türkeş, 2022).

İnsanların etkisiyle doğal denge bozulmakta, atmosferde biriken sera gazı artışı küresel boyutta olacak bir sıcaklık artışına neden olmakta ve iklim sistemi de zarar görmektedir. Türkiye ise küresel ısınmaya bağılı olarak meydana gelecek iklim değışikliğınden en çok etkilenecek yerlerin başında olan Akdeniz Havzası’nda bulunmaktadır. Bu durum, Türkiye ve çevresinde iklimin uzun yıllar ortalamalarından daha sık sapma eğiliminde olmasına ve ekstrem hava olaylarının sıklığıının artmasına neden olmaktadır (Baylan & Ustaoglu, 2020).

Küresel ortalama sıcaklığın sanayi devriminden bugüne 0,5 ila 0,8 °C arttığı tespit edilmiştir. Geçmiş yıllardan günümüze bu sıcaklık artışının 2100 yılına kadar 1-4-5,8 °C’ye kadar çıkacağı öngörülmektedir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2023). Aylar bazında da görülen bu sıcaklık artışı artık ülkemizde de insanlar tarafından hissedilir hale gelmiştir. İnsanın yeryüzünde yaşamını sürdürebilmesi için iklim oldukça önemlidir.

İklim değışikliğıinin etkileri son yıllarda her alanda hissedilmekte, tarım, su kaynakları, turizm vb. sosyal, beşerî ve ekonomik alanlarda uyum ve azaltım stratejileri geliştirilmektedir. İklim değışikliğıinin insan sağılığı üzerinde doğrudan bir etkisi olduğundan dolayı etkilerinin incelenmesi oldukça önemlidir. Hükümetlerarası İklim Değıışikliğı Paneli (IPCC) Altıncı Değıerlendirme Raporunda (2022a), yetersiz beslenme, ishal, kalp-solunum ve bulaşıcı hastalıkların artması, sıcak hava dalgaları, seller ve kuraklığın şiddetinin ve sayısının artması ile hastalık ve ölüm oranlarındaki artış, bulaşıcı hastalık taşıyan vektörlerin dağılımı ve sayısındaki artış ile sıtma ve kızıl humma riskinin artacağına değinilmiştir. Bu risklerden dolayı sağılık hizmetleri üzerinde büyük bir yük meydana geleceğıı vurgulanmıştır.

Küresel ısınmanın etkisiyle yazlar ve özellikle şehirler daha sıcak olmaktadır. Giderek artan insan nüfusu büyük şehirlere göç ettikçe arazi yüzeyinde meydana gelecek değışiklikler sonucu sıcaklıklarda belirgin farklar görülecektir. Betonlaşmanın da neden

olduğu geçirimsiz yüzeylerin artması sonucunda şehirlerin kırsal alanlara göre daha fazla güneş radyasyonu absorbe etmesi, kent alanlarında ısı artışının yaşanmasına neden olmaktadır (Ezber vd., 2007). Özellikle son yıllarda artan sıcak hava dalgalarının miktarı ve şiddetindeki artış ile kentlerde hissedilen sıcaklık artmaktadır. Baltacı (2019) yaptığı çalışmada, Marmara Bölgesinde yer alan 21 istasyonun altı ekstrem sıcaklık indisinin 1960-2006 döneminde gösterdiği eğilimleri incelediği çalışmasında sıcak gün (istasyonların % 38'inde) ve gece sayılarında (istasyonların % 52'si) istatistiksel olarak önemli artış eğilimleri ($p < 0.05$) bulunduğunu belirtmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)'nın (2003) yayınladığı raporda, aşırı sıcaklardan zarar görme riski en yüksek olanların arasında şehir sakinleri, yaşlılar ve yoksullar olduğunu vurgulamıştır. Sıcak dalgalar, hareketsiz sıcak hava kütleleri ve yüksek sıcaklıklı ardışık geceler ile karakterize edilmektedir (Luber & McGeethin, 2008). Artan sıcaklıklar ile sıcak hava dalgaları daha da sıklaşacak ve şiddetlenecektir (Zacharias vd., 2015). Sıcak hava dalgalarının sıklığı ve şiddetindeki artışın 21. yüzyıl boyunca devam etmesi beklenmektedir (Yao vd., 2013). Son zamanlarda dünyanın neredeyse her yerinde hava koşullarındaki istikrarsızlığın belirgin şekilde artması ile kendini gösteren iklim değişikliği, iklim ve sağlık üzerine çalışmaları hızlandırmıştır (Matzarakis & Mayer, 2000). Gelecek iklim senaryolarında ise dünyanın giderek ısınmaya devam etmesi ve ısıya karşı hassasiyetin önemli ölçüde artacağı tahmin edilmektedir (Souch & Grimmond, 2004).

IPCC (2022b)'ye göre sıcak hava dalgaları, iki günden daha uzun süren anormal derecede sıcak hava dönemi olarak tanımlanmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne göre sıcak hava dalgası, günlük maksimum sıcaklığın, uzun yıllar ortalama maksimum sıcaklığın 3°C - 5°C üzerinde gerçekleşmesi olarak tanımlanmaktadır (Bölük vd., 2013). 1990'lı yıllarla beraber donlu ve kar yağışlı günlerin azalması, sıcak günlerin ve gecelerin sayılarında ve gece minimum ve gündüz maksimum hava sıcaklıklarının artması, sıcak hava dalgalarının sıklığı ve şiddetinin güçlenmesi şeklinde hissedilmektedir (Türkeş, 2012). Tüm dünyada hava koşullarına bağlı en fazla can kaybına yol açan ekstrem olaylardan biridir. Şehirlerdeki ısı dalgalarının büyüklüğünü ve süresini arttırması beklendiğinden şehirde yaşayan insanlar için oldukça önemli bir durum haline gelmiştir (Erlat & Avsar, 2020).

2022 yılı, bütün dünya genelinde sıcak geçmiş ve her yıl dünyada aşırı sıcaklıklar rekor kırmaktadır. Bu ısınma özellikle Avrupa, Çin ve Kuzey Amerika'da uzun süreli gerçekleştirmiş ve ciddi bir biçimde etkilenmiştir (Lu vd., 2023). 21. Yüzyılın başından beri Avrupa'da dört sıcak hava dalgası (2003, 2010, 2015 ve 2018) meydana gelmiştir (Díaz-Poso vd., 2023) ve 1871'den bu yana görülen en şiddetli beş sıcak hava dalgasının tümü 2000'den itibaren meydana gelmiştir (Barriopedro vd., 2011). Sıcak hava dalgalarının özellikle insanların yaşadığı şehirlere etkisi üzerine çok sayıda makale ve araştırma bulunmaktadır (Schär vd., 2004; Souch & Grimmond, 2004; Heudorf & Meyer, 2005; Della-Marta vd., 2007; Dole vd., 2011; Akompab vd., 2013; Oertel vd., 2023; Wedler vd., 2023).

Sıcak hava dalgaları önemli toplumsal ve çevresel etkileri nedeniyle dünya ölçeğinde büyük ilgi gören bir konudur ve derinlemesine araştırılmaktadır (Tolika, 2009). Sıcak hava dalgaları ölümle ilişkilendirildiği için halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (Kovats & Hajat, 2008). Bu etkiler, özellikle etkilenen topluluklarda ve etkilenen bölgelerde bu aşırı sıcak koşulların ölçülmesi, incelenmesi ve hatta tahmin edilmesi gerekliliğini yoğunlaştırmaktadır (Perkins & Alexander, 2013). Çünkü aşırı sıcakların insan ölümüyle yüksek düzeyde ilişkili olduğuna dair bulgular mevcuttur (Tol, 2002; De vd., 2004; Baccini vd., 2008; D'Ippoliti vd., 2010; Barnett vd., 2012; Chang vd., 2022). Langlois vd., (2013), insanların sıcaklık değişikliklerine uyum sağlama ve alışma eğiliminde olsalar da bu değişikliğin ani ve ani olması durumunda ısıya bağlı bazı hastalıklara ve hatta ölüme neden olabileceğini belirtmektedir. Kardiyovasküler ve solunum hastalıkları, dünya genelinde morbidite ve ölümün önde gelen nedenleridir ve birçok epidemiyolojik çalışma sıcak dalgaları sırasında kardiyovasküler olaylarda artış olduğunu göstermektedir (Silveira vd., 2023).

İklim koşulları ve hava koşullarının insan fizyolojisi, sağlığı ve hayatta kalma durumu üzerinde sonuçları bulunmaktadır (McMichael & Lindgren, 2011). Sağlık risklerinin birçoğu gıda, su ve hastalıklardan dolayı ortaya çıkmaktadır fakat sıcak hava dalgalarına aşırı maruz kalmaktan dolayı ortaya çıkan sağlık riskleri doğrudan meydana gelmektedir. İklim değişikliğinin etkisiyle sıcak hava dalgalarının yaz aylarında insan sağlığını olumsuz etkilemekte ve özellikle kırılgan nüfus olarak tanımlanan 65 yaş ve üzeri nüfus, bu durumdan daha fazla etkilenmekte ve farklı hastalıklarını tetikleyip ölümle sonuçlanabilmektedir. Ülkemizde ve dünyada genel bir tanım olarak 65 yaş ve üzeri nüfus

kırılgan nüfus olarak tanımlanmaktadır (Aday, 1994; Fernandez vd., 2002; Fineman, 2012; Torres-Gil & Hofland, 2012; Liu vd., 2023).

Yüksek sıcaklıkların yaşlı insanlarda kardiyovasküler ve solunum yolları hastalıklarından kaynaklanan ölümlere doğrudan katkısı olduğu tespit edilmiştir (Kavuncuoğlu & Kiraz, 2022). İnsanlar aşırı sıcağa maruz kaldıkça genellikle kardiyovasküler hastalıklara sahip bireylerde kalp krizi ve felç gibi durumlar oluşturabilmektedir (United States Environmental Protection Agency, 2021). Özellikle yaşlı nüfus sıcaklığa bağlı ölümlerde risk altındadır. Vücutları diğer yaş gruplarına kıyasla sıcaklığa daha az uyum sağlamakta ve sağlık sektörüne bağımlı durumdadırlar. Kentsel alanlarda yaşayan ve nüfusları hem dünyada hem de Türkiye’de giderek artan yaşlı nüfus, betondan yapılmış yapılarda yaşadığından daha fazla risk altındadır.

Artan sıcaklıklar ile şehirlerde sıcaklığa bağlı hastalıklar ve erken ölümler tetiklenmektedir. Yüksek sıcaklıklarda, insanlar çevrelerine uyum sağlamakta zorlanırlar. İnsanın yaş, cinsiyet, sağlık ve moral durumu gibi çeşitli etmenlere bağlı olan uyum yetenekleri oldukça yüksek bir değişkenlik gösterir. Örneğin, yaş etmeni dikkate alındığında küçük çocukların ve yaşlıların hava koşullarına uyum becerilerinin oldukça düşük olduğu gözlenir (Kolbüken & Aytaç, 2020). Ancak özellikle yaşlı nüfus hem iklim değişikliğinin hem de sıcak hava dalgaları riskine karşı diğer yaş gruplarından daha savunmasızdır. Birleşmiş Milletler (United Nations) (2022)’in sunduğu raporda yaşlıların iklim etkilerinden dolayı yüksek ölüm ve sakatlık riski taşıdığını ve bu hassasiyetlerini ele alan afet riskini azaltma planlarının üretilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur.

Sıcaklığa bağlı ölümler ve sıcaktan etkilenmeler, insan vücudunun yaşadığı aşırı sıcaklığa bağlı stresin bir sonucudur. Vücudun ısı düzenleyici işlevi, yüksek ve düşük sıcaklıklara maruz kalmayla başa çıkmamızı sağlar ancak bu başa çıkma, başta kardiyovasküler dolaşım olmak üzere birçok işlev üzerindeki stresi artırır (Deschenes, 2014). Özellikle sıcak ve nem, fizyolojik eşikleri aştığında sıcak havanın insan sağlığına ve iş verimliliğine zararlı olduğu kabul edilir (Opitz-Stapleton vd., 2016). Yüksek sıcaklıklar nem ile birleşince vücut artık terleme yoluyla soğuyamaz ve insanın fizyolojik ısı toleransını aşar. Isıya maruz kalındığında vücut önce terleme ile tepki vermeye başlar. Örnek olarak, 27 °C sıcaklıkta ve %40 bağıl nemde, insanlarda artan yorgunluk ve sinirlilik başlar (Kovats & Hajat, 2008).

Kentsel alanlarda yaşayan 65 yaş ve üzeri nüfus sağlık açısından daha savunmasızdır. Artan sıcaklıklar ile sağlık sistemine bağımlı olan 65 yaş ve üzeri nüfus daha da bağımlı hale gelecektir. Çin Lancet Raporunda, özellikle 65 yaş ve üzeri kişilere yönelik iklim değişikliğinin sebep olacağı sağlık riskleri araştırılmıştır. Sıcak hava dalgaları; Çin’de 2021 yılında tahmini 24.966 kişinin ölümüne yol açmıştır (Cai vd., 2022). Özellikle giderek yaş alan nüfusa sahip olan Çin’de, 1986-2005 arası 65 yaş ve üzeri nüfusun ölüm oranı %61,1’den, 2017-2021 yılları arasında %78,4’e çıkmış ve artmaya devam etmektedir. Guangdong şehrinin yaşlıların sıcak hava dalgalarına bağlı ölümlerin en fazla yaşandığı şehir olduğu tespit edilmiştir (toplam ölümlerin %14,9’u). Gitgide nüfusu yaşılanan Türkiye’de ise yaşlı nüfusun toplam nüfus içerisindeki oranı %9,9 olmakla beraber 2080 yılına kadar %25,6 olacağı öngörülmektedir (TUIK, 2023). 2019 yılında dünya genelinde 65 yaş ve üzeri nüfus 703 milyona ulaşmıştır ve bu sayı 2050 yılına kadar 1,5 milyara ulaşması beklenmektedir (Chang vd., 2022). Gelişmekte olan bir ülke olduğundan dolayı kentsel nüfus artmakta ve özellikle kentsel alanda yaşayan yaşlı nüfus için sıcak hava dalgaları konfor ve yaşam açısından tehdit unsuru olmaktadır.

Araştırmanın Konusu

İklim değişikliğinin 65 yaş üzeri olarak seçilen nüfus grubu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi bu çalışmanın konusudur. İklim değişikliğinin etkileri özellikle insan yaşamına olan etkileri oldukça önemlidir. İklim değişikliğinin bir sonucu olan sıcak hava dalgaları miktarı ve şiddetindeki artış daha da şiddetlendirerek insan üzerindeki etkilere sebep olacaktır. Halk sağlığı bakımından kırılgan nüfus grubunu oluşturan 65 yaş üzeri nüfusun sıcak hava dalgalarından etkilenebilirliği mekânsal olarak bu çalışmada tespit edilmiştir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Sakarya’da Aşırı Isı Faktörü (EHF) kullanılarak sıcak hava dalgalarının yaşandığı tarihler belirlenmesi ve bu tarihlerdeki maksimum EHF değerlerinin bulunduğu güne ait Isı İndeksi değerler belirlenip, jeostatistik yöntemler kullanılarak 65 yaş üzeri nüfusun riskli olduğu alanların günümüz iklim koşullarında belirlenmesidir. Nüfusun fazla olduğu Marmara Bölgesi’nde yer alan Sakarya’da artan

sıcaklıklar ile en hassas nüfus grubu olan 65 yaş üzeri nüfusun etkilenebilirliğinin araştırılması açısından ilk çalışmadır.

Araştırmanın Yöntemi

Araştırma, ArcGIS Pro yazılımında jeoistatistik yöntemler kullanılarak yapılacaktır. Bu yöntemler doğa olaylarının yersel değişim tavrılarının tespit edilmesinde, yetersiz verilerin tamamlanmasında vb. yaygın olarak kullanılmaktadır (Çobaner vd., 2011; Çıtakoğlu vd., 2017).

Kırılan nüfus grubunu oluşturan 65 yaş ve üzeri nüfus örneklem grup olarak seçilmiştir. Çalışma alanı olarak Türkiye’de yaşlı nüfusun en yoğun olarak yaşadığı bölge olan Marmara Bölgesi’nde yer alan, son yıllarda nüfus artışı, arazi örtüsü değişimi, şehirleşme ve sanayileşmenin yoğun olarak yaşandığı ve uzun dönemli hem maksimum hem de minimum sıcaklıklarda artışın tespit edildiği Sakarya ili belirlenmiştir. Sakarya’da son yıllarda küresel ısınmaya bağlı olarak sıcak hava dalgalarından etkilenen 65 yaş ve üzeri nüfus oranı belirlenmiş ve nüfusun sıcak hava dalgalarından etkilenebilirliği mekânsal olarak istatistiksel kayıtlarla tespit edilmiştir.

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü İstasyon Bilgileri Veri tabanından 19 adet OMGİ (Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu) meteoroloji istasyonlarından ve manuel meteorolojik gözlem istasyonlarından günlük ortalama, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık ve nispi nem iklim verileri kullanılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)’ten ADNKS (Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi)’den Sakarya ili için toplam nüfus ile 65 yaş ve üzeri ilçe nüfusları temin edilmiştir. Altlık harita olarak kullanılacak olan NDVI (Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) haritalarının oluşturulması için USGS (United States Geological Survey)’den uydu görüntüleri kullanılmıştır. Yöntem olarak izlenen adımlar:

- İlk olarak nüfus ve iklim verileri analiz edilecektir. 65 yaş ve üzeri nüfus toplam nüfusa oranlanarak yaşlı nüfus oranı belirlenerek ArcGIS Pro yazılımında haritalandırılmıştır. İklim verileri ise Aşırı Isı Faktörü ve Isı İndeksinde kullanılmak üzere düzenlenmiştir.
- Aşırı Isı Faktörü kullanılarak sıcak hava dalgalarının yaşandığı günler belirlenmiştir.
- Sıcak hava dalgalarının yaşandığı günlere ait risk sınıflandırılması olarak Isı İndeksi değerleri hesaplanmıştır. ArcGIS Pro yazılımına Isı İndeksi değerleri girilmiştir.
- NDVI haritaları her sıcak hava dalgası tarihi için farklı olacak şekilde hazırlanmıştır.

- ArcGIS Pro yazılımında jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak Isı İndeksi değerleri ile NDVI haritaları birleştirilmiştir.
- ArcGIS Pro yazılımında istatistiksel yöntemler kullanılarak sorgulama yapılmıştır. Isı İndeksi ve yaşlı nüfus oranının %8'den büyük olan ilçeler kesiştirilerek haritalandırılmıştır.

Araştırmanın Önemi

Sağlık, iklim değişikliği çerçevesinde incelendiğinde oldukça önemli bir konudur. Özellikle iklimde meydana gelen aşırı olayların (sıcak, soğuk, yağış) sağlık üzerindeki etkileri son yıllarda popüler konular arasındadır. İnsanı doğrudan etkilediği için uyum stratejileri geliştirilmektedir. IPCC'nin Değerlendirme Raporunda (2022a), iklim değişikliğinin 2050 yılına kadar sağlık sorunlarını arttıracakları öngörülmüştür. İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkileri bireylerin ve grupların farklı maruz kalma, duyarlılık ve uyum kapasiteleri nedeniyle herkes için aynı olmayacaktır (Paavola, 2017). Sanayi Devriminden beri küresel ortalama sıcaklık artmakta ve aşırı sıcak günler daha yoğun ve sık meydana gelmektedir. Küresel ortalama sıcaklığın artması iklim değişikliğinin bir sonucudur ve artmaya devam edecektir. İklim değişiminin bir etkisi olan sıcaklığın artmasıyla sıcak hava dalgalarının şiddeti ve sıklığındaki artışla aşırı stres koşulları meydana gelir. Aşırı ısınmaya bağlı olarak sıcak çarpmasına kadar ilerleyen hastalıklar meydana gelebilir (Kenny & Jay, 2013) ve özellikle yaşlı nüfusun etkilenebilirliği diğer nüfus gruplarına nazaran daha fazladır. TÜİK'in yayınladığı raporda 65 yaş ve üzeri nüfusun toplam nüfusa oranı 2080 yılına kadar %25,6 olacağı öngörülmektedir (TÜİK, 2023). İklim değişikliğinin bir sonucu olan sıcak hava dalgalarının Sakarya örnekleminde tespit edilmesi, 65 yaş ve üzeri nüfus üzerindeki etkilerinin araştırılması ve ArcGIS Pro yazılımında haritalanması bu araştırma kapsamında yapılmıştır.

Literatür Taraması

Araştırma için yapılan literatür taramasında sıcak hava dalgaları, sıcak hava dalgalarının yaşlı nüfus üzerinde etkisi, Isı İndeksi ve Aşırı Isı Faktörü'nün kullanıldığı çalışmalar tercih edilmiştir. İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkileri oldukça çarpıcı olmakla beraber çalışmaların ortak amacı bir eylem planına katkı sunmaktır.

Bu çalışmanın oluşturulmasında yol gösteren iklim değişikliğinin sağlık alanında özellikle 65 yaş üzeri nüfusa etkilerinin belirlendiği ulusal ve uluslararası kaynakların özetle içerikleri bulunmaktadır.

Sıcak hava dalgalarının incelendiği literatür;

Beniston (2004), “The 2003 Heat Wave in Europe: A Shape of Things to Come? An Analysis Based on Swiss Climatological Data and Model Simulations” isimli çalışmasında, 2003 yılında Haziran’dan Eylül’e kadar Avrupa’da meydana gelen sıcak hava dalgaları incelenmiş ve gelecek tahmininde sıcak hava dalgalarının daha sık meydana geleceği vurgulanmıştır.

Hayhoe, Sheridan, Kalkstein ve Greene (2010), “Climate Change, Heat Waves and Mortality Projections for Chicago” isimli çalışmalarında, Chigago kentinde 1995 yılında meydana gelen sıcak hava dalgalarının hem de 2003 yılında Paris sıcak hava dalgalarıyla ilişkili olan atmosferik dolaşım modellerinin 21. Yüzyılda daha yoğun, sık ve daha uzun süreli hale gelebilmesinin beklendiği vurgulanmıştır.

Erlat ve Avşar (2020), “Türkiye’de Mayıs 2020 Gözlenen Sıcak Hava Dalgasının Klimatolojik ve Sinoptik Değerlendirilmesi” isimli makalesinde, iklim değişikliği nedeniyle sıcak hava dalgası yaşanan gün sayısının 2013-1098 arasında RCP 4.5 senaryosuna göre yılda ortalama 42 gün (20-110 gün arasında), RCP 8.5 senaryosuna göre ise yılda ortalama 78 güne (27-2014 gün arasında) yükseleceğini öngörmüştür.

Javadinejad, Dara ve Caferi (2020), “Investigation of the Effect of Climate Change on Heat Waves” isimli yaptıkları çalışmada, İran’da CMIP5 model serisi kullanılarak RCP 8.5’e göre 2040-2074 tahminlerine göre sıcak hava dalgalarının sıklığının artacağı öngörülmüştür.

Marcotullio, Kessler ve Fekete (2021), “The Future Urban Heat-Wave Challenge in Africa: Exploratory Analysis” isimli çalışmasında, 2100 yılında sıcak hava dalgaları 15 güne çıkabilir ve $>42^{\circ}\text{C}$ ’den yüksek olacağı, maruz kalanların ise yaklaşık %27’sinin ısıya duyarlı grup (<5 ve >64) olacağını öngörmüşlerdir.

Tian, Lu, Li, Bu, Liao ve Wang (2021), “Temporal Characteristics of Urban Heat Island and its Response to Heat Waves and Energy Consumption in the Mountainous Chongqing, China” isimli çalışmada, Çin’in Chongqing kentinde yapılan çalışmada 1979-2018 yılları arasındaki sıcaklık serisi istatistiksel olarak analiz edilmiş ve kentsel

alan sıcaklığının küresel ısınma eğiliminden yaklaşık 1,6 kat yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Acar (2022), “İstanbul’da Sıcak Havaya Bağlı Ölümler ve Sıcak Hava Dalgası Eşik Değerlerinin Belirlenmesi” isimli tıpta uzmanlık tezinde, sıcak hava dalgalarını klinik bulgularla incelemiştir.

Güler ve Erlat (2023), “Türkiye’de 1950-2022 Döneminde Ortalama Hava Sıcaklıklarında Gözlenen Değişim ve Eğilimler” isimli makalesinde, Türkiye’de 2010 yılında sıcak hava dalgalarının sayısı 6 ve aralıksız sıcak hava dalgasının etkili olduğu gün sayısının 10 gün olduğu tespit edilmiştir.

Sıcak hava dalgalarının yaşlı nüfus üzerindeki etkilerinin incelendiği literatür;

Erdoğan, Zeydan ve Sert (2008), “İklim Değişikliği ve Sağlık Üzerine Etkileri” isimli çalışmalarında, iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerinde doğrudan etkili olduğu tespit edilmiş ve aşırı hava olayları ile hastalık ve ani ölümler arasındaki ilişki tartışılmıştır.

Aubrecht, Steinnocher, Köstl, Züger ve Loibl (2013), “Long-Term Spatio-Temporal Social Vulnerability Variation Considering Health-Related Climate Change Parameters Particularly Affecting Elderly” Avrupa’nın kuzey-güney kesitinde yapılan çalışmada, 2030’lardaki durumu tahmin etmek için COSMO-CLM ve nüfus verileri kullanılarak 60 ve üzeri yaş grubunun dağılımları tespit edilmiştir.

Carnes, Staats ve Willcox (2014), “Impact of Climate Change on Elder Health” isimli makalelerinde, Amerika Birleşik Devletleri’nde 65 yaş üstü insanların oranının 2000’de %12,4’ten 2060’ta %20’ye çıkmasıyla ısıya bağlı ölümlerin artacağını ve şehirlerde yaşayan insanların 2030 yılına kadar risk altında olduğu sonucuna varılmıştır.

Carter, Fronzek, Inkinen, Lahtinen, Lahtinen, Mela, O’Brien, Rosentrater, Ruuhela, Simonsson ve Terama (2016), “Characterising Vulnerability of the Elderly to Climate Change in the Nordic Region” makalesinde, Finlandiya, Norveç ve İsveç’te yaşlıların iklim değişikliğine karşı hassasiyetine ilişkin göstergelerin haritalanması için web tabanlı bir araç geliştirilmiştir.

Rhoades, Gruber ve Horton (2018), “Developing an In-Depth Understanding of Elderly Adult’s Vulnerability to Climate Change” isimli yaptıkları çalışmada, yaşlı nüfusu güvende tutmak için yerel yönetimlerle beraber geniş bir koalisyonla beraber işbirlikçi uyum planlamasının temelini oluşturulması gerektiğinin üzerinde durmuşlardır.

Arifwidodo ve Chandrasiri (2019), “Urban Heat Island and Health Effects in Bangkok, Thailand” isimli çalışmasında, Tayland’da kentsel ısı stresinin insan sağlığı üzerine etkilerinin değerlendirildiği araştırmada; yüksek düzeyde ısı stresine sahip kentsel popülasyonların, olumsuz sağlık sonuçlarına sahip olma olasılıklarının daha yüksek olduğu, ayrıca yaşlı bireylerin ısı stresine bağlı sorun yaşama olasılığının daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Kinay, Morse, Villanueva, Morrissey ve Staddon (2019), “Direct and Indirect Health Impacts of Climate Change on the Vulnerable Elderly Population in East China” makalesinde, Doğu Çin’de iklim değişikliğinin yaşlılar üzerindeki etkileri tespit edilmiştir.

Çulpan, Şahin ve Can (2022), “A Step to Develop Heat-Health Action Plan: Assessing Heat Waves’ Impacts on Mortality” isimli yaptıkları çalışmada, 2004-2017 yılları arasında İstanbul’da yaşanan 30 sıcak hava dalgasının 20’sinin 4281 kişinin ölümüne sebep olduğu tespit edilmiştir.

Kavuncuoğlu ve Kiraz (2022), “Hastalık Yüküne Yeni Yük: İklim Değişikliğinin Sağlık Etkileri” adlı makalesinde, iklim değişikliğinin sağlık üzerine etkilerini detaylıca incelemiş, özellikle yaşlı nüfusun yüksek hava sıcaklıklarından kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıklarından kaynaklanan ölümlerle ilişkisi açıklanmıştır.

Carlson, Kohon, Carder, Himes, Toda ve Tanaka (2023), “Climate Change Policies and Older Adults: An Analysis of States’ Climate Adaptation Plans” isimli çalışmasında, iklim değişikliğinin yaşlı insanlar üzerindeki etkisi ve Amerika Birleşik Devletleri’ndeki iklim değişikliği uyum planları analiz edilerek yaşlı insanlara yönelik uyum stratejileri incelenmiştir.

Fujimoto, Hayashi ve Nishiura (2023), “Possible Adaptation Measures for Climate Change in Preventing Heatstroke among Older Adults in Japan” çalışmasında, Japonya’da yaşlı insanların sıcak çarpmasından etkilenebilirliği ve önleyebilecek olası uyum önlemlerini matematiksel modelleme kullanılarak incelenmiştir.

Huang, Li, Liu ve Yang (2023), “Projection of Temperature-Related Mortality Among the Elderly under Advanced Aging and Climate Change Scenario” isimli çalışmada, Çin’de 27 küresel iklim modeline ve istatistiksel ölçek küçültme yöntemlerine dayanarak gelecekteki yaşlı nüfusun iklim değişikliği kaynaklı aşırı sıcaklara bağlı olarak yaşlı ölümleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Ngcamu (2023), “Climate Change Effects on Vulnerable Population in the Global South: A Systematic Review” çalışmasında, Yaşlı nüfus ve iklim değişikliği ile ilgili yazılan makaleleri taramış ve iklim değişikliğinin savunmasız nüfusu etkilediğinden ve hükümetlere ve Sivil Toplum Kuruluşlarının çaba göstermesi gerektiği üzerinde durulmuştur.

Zhu ve Yuan (2023), “Urban Heat Health Risk Assessment in Sigapore to Support Resilient Urban Design- By Integrating Urban Heat and the Distribution of the Eldery Population” isimli yaptığı çalışmada, Singapur’da yüksek sıcaklık ile yaşlı nüfusun dağılımını örtüştürmüştür. Nüfus yaşlandıkça yaşlılar için sıcaklığa bağlı olarak gelişen hastalık riskinin artacağını vurgulamışlardır.

Sıcak hava dalgalarının Aşırı Isı İndeksi kullanılarak incelendiği literatür;

Hatvani-Kovacs, Belusko, Pockett ve Boland (2016), “Can the Excess Heat Factor Indicate Heatwave-Related Morbidity? A Case Study in Adelaide, South Australia” isimli çalışmalarında, Avusturalya’da EHF ile morbidite arasındaki ilişkiyi açıklamıştır.

Rohini, Rajeevan ve Srivastava (2016), “On the Variability and Increasing Trends of Heat Waves over India” isimli çalışmalarında EHF kullanılarak, Hindistan’da sıcak hava dalgaları belirlenmiştir.

Nairn ve Fawcett (2017), “Heatwaves in Queensland” isimli çalışmalarında, Queensland’da sıcak hava dalgaları EHF kullanarak belirlenmiştir.

Piticar, Croitoru, Ciupertea ve Harpa (2018), “Recent Changes in Heat Waves and Cold Waves Detected Based on Excess Heat Factor and Excess Cold Factor in Romania” isimli çalışmalarında, Romanya’da EHF kullanılarak sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir.

Varghese, Hansen, Nitschke, Nairn, Hanson-Easey, Bi ve Pisaniello (2019), “Heatwave and Work-Related Injuries and Illnesses in Adelaide, Australia: A Case-Crossover Analysis Using The Excess Heat Factor (EHF) As A Universal Heatwave Index” isimli çalışmalarında, EHF kullanılarak Avusturalya’da sıcak hava dalgası ve işle ilgili yaralanmalar ve hastalıklar arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Royé, Codesido, Tobías ve Taracido (2020), “Heat Wave Intensity and Daily Mortality in Four of The Largest Cities of Spain” isimli çalışmalarında, İspanya’da günlük ölüm ile sıcak hava dalgaları arasındaki ilişki açıklanmıştır.

Lorenzo, Díaz-Poso, Royé (2021), “Heatwave Intensity on The Iberian Peninsula: Future Climate Projections” isimli çalışmalarında, İber Yarımadasında gelecekte meydana gelebilecek olan sıcak hava dalgaları EHF kullanılarak belirlenmiştir.

Wondmagegn, Xiang, Dear, Williams, Hansen, Pisaniello, Nitschke, Nairn, Scalley, Varghese, Xiao, Jian, Tong, Bambrick, Karnon ve Bi (2021), “Impact of Heatwave Intensity using Excess Heat Factor on Emergency Department Presentations and Related Healthcare Costs in Adelaide, South Australia” isimli çalışmalarında, EHF kullanılarak, sıcak hava dalgalarının Güney Avusturalya’da acil servis başvurularına etkileri belirlenmiştir.

Oliveira, Lopes ve Correia (2022), “Annual Summaries Dataset of Heatwaves in Europe, As Defined by the Excess Heat Factor” isimli çalışmalarında, Avrupa’da EHF kullanılarak sıcak hava dalgaları belirlenmiştir.

Oliveira, Lopes ve Soares (2022), “Excess Heat Factor Climatology, Trends, and Exposure across European Functional Urban Areas” isimli çalışmalarında, Avrupa’da kent alanlarındaki sıcak hava dalgaları belirlenmiş ve iki döneme ayrılıp karşılaştırılmıştır.

Díaz-Poso, Lorenzo, Royé (2023), “Spatio-Temporal Evolution of Heat Waves Severity and Expansion across The Iberian Peninsula and Balearic Islands” isimli çalışmalarında, İber Yarımadası ve Balear Adalarındaki sıcak hava dalgaları EHF kullanılarak belirlenmiştir.

Adigun, Abah ve Ajileye (2024), “Intensifying Human-Driven Heatwaves Characteristics and Heat Related Mortality over Africa” isimli çalışmalarında, Afrika’da sıcak hava dalgaları ve ölüm oranları üzerindeki ilişki belirlenmiştir.

Jangi, Zarrin, Mofidi ve Dadashi-Roudbari (2024), “Intensifying Heatwave Trends in Iran Based on Observational Data Using Excess Heat Factor (EHF)” isimli çalışmalarında, İran’da EHF kullanılarak sıcak hava dalgası trendlerini tespit etmişlerdir.

Isı İndeksi kullanılan literatür;

Delworth, Mahlman ve Knutson (1999), “Changes in Heat Index Associated with Co2-Induced Global Warming” isimli çalışmalarında, küresel ısınma sonucu artan sıcaklıklar ve nemin artacağı ve bu veriler kullanılarak hesaplanan Isı İndeksi değişimleri değerlendirilmiştir.

Kim, Ha ve Park (2006), “High Temperature, Heat Index, and Mortality in 6 Major Cities in South Korea” isimli çalışmalarında, Güney Kore’de 6 şehirdeki 1994-2003 yılları arasındaki toplam ölüm oranları ile Isı İndeksi arasındaki ilişki incelenmiş ve ortalama 1 °C’lık sıcaklık artışı için, %16,3 oranında günlük ortalama ölüm oranlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Cristo, Mazzearella ve Viyola (2007) “An Analysis of Heat Index over Naples (Southern Italy) in The Context of European Heat Wave of 2003” isimli çalışmalarında, 2003 yazında meydana gelen sıcak hava dalgasında, Napoli şehrinde saatlik değerlerin Isı İndeksi değerleri hesaplanmıştır ve 75 yaş ve üzeri kişilerde en yüksek ölüm oranını olduğunu tespit etmişlerdir.

Zahid ve Rasul (2010), “Rise in Summer Heat Index over Pakistan” isimli çalışmalarında, Pakistan’ın neredeyse tüm bölgelerindeki Isı İndeksi eğilimleri araştırılmış ve güney kesimlerinden kuzey kesimlerine doğru Isı İndeksi değerlerinde değişim tespit edilmiştir. Anderson, Bell ve Peng (2013), “Methods to Calculate the Heat Index as an Exposure Metric in Environmental Health Research” isimli çalışmalarında, Isı İndeksi ve sıcaklık değerleri arasında güçlü bir korelasyon tespit etmişlerdir.

Sung, Wu, Lung, Lin, Chen ve Su (2013), “Relationship between Heat Index and Mortality of 6 Major Cities in Taiwan” isimli çalışmalarında, Tayvan’ın altı büyük şehrindeki 1994-2008 yılları arasındaki günlük ortalama Isı İndeksi değerleri ve ölüm oranları tespit edilmiş ve Isı İndeksi değerleri yüksek olduğunda, 65 yaş ve üzeri kişilerde günlük ölüm riskinin arttığını ortaya koymuşlardır.

Quandt, Wiggins, Chen, Bischoff ve Arcury (2013), “Heat Index in Migrant Farmworker Housing: Implications for Rest and Recovery From Work-Related Heat Stress” isimli çalışmalarında, Amerika Birleşik Devletleri’nde tarımda çalışan işçilerin bulunduğu bölgelerde, yüksek Isı İndeksi değerleri tespit edilmiş ve bu tehlikeli değerlerin yaz sonuna kadar görüldüğü tespit edilmiştir.

Hass, Ellis, Mason, Hathaway ve Howe (2016), “Heat and Humidity in the City: Neighborhood Heat Index Variability in a Mid-Sized City in the Southeastern United States” isimli çalışmalarında, kentsel mahallelerin aşırı sıcağa maruziyetini anlamak için Isı İndeksini kullanmışlardır.

Lee, Chan, Lee, Goggins ve Chan (2016), “The Development of the Hong Kong Heat Index for Enhancing the Heat Stress Information Service of the Hong Kong Observatory”

isimli çalışmalarında, Isı İndeksi ile hastaneye yatış verileri kullanılarak riskler belirlenmiştir.

Opitz-Stapleton, Sabbag, Hawley, Tran, Hoang ve Nguyen (2016), “Heat Index Trends and Climate Change Implications for Occupational Heat Exposure in Da Nang, Vietnam” isimli çalışmalarında, 1970-1999 yılları ile 2020-2049 yılları karşılaştırılarak Vietnam için sıcaklıkların ve Isı İndeksi değerlerindeki değişiklikler araştırılmıştır.

Suparta ve Yatim (2017) “An Analysis of Heat Wave Trends Using Heat Index in East Malaysia” isimli çalışmalarında 2008-2010 yılları arasında Doğu Malezya’da 5 meteoroloji istasyonu için aylık ortalama sıcaklık ve ortalama bağıl nem değerleri kullanılarak Isı İndeksi hesaplanmıştır.

Dahl, Licker, Abatzoglou ve Declet-Barreto (2019), “Increased Frequency of and Population Exposure to Extreme Heat Index Days in the United States during the 21st Century” isimli çalışmalarında, Amerika Birleşik Devletleri’nde iki emisyon ve üç nüfus senaryosu kullanılarak 21. yüzyıl boyunca Isı İndeksi değerleri hesaplanmıştır. Yüzyılın sonuna gelindiğinde, yüksek emisyon senaryosuna göre, Isı İndeksi değerleri 40,6 °C’ye varan günlerin 20. yüzyıla kıyasla, dört ila sekiz kat arasında artış olduğu tespit edilmiştir.

Lanza, Alcazar, Hoelscher ve Kohl (2021), “Effects Of Trees, Gardens, and Nature Trails on Heat Index and Child Health: Design and Methods of The Green Schoolyards Project” isimli çalışmalarında, park alanlarında ortalama değerler kullanılarak Isı İndeksi hesaplanmıştır ve çocuklar için Isı İndeksinin yüksek olduğu günler belirlenmiştir.

Zottarelli, Sharif, Xu ve Sunil (2021), “Effects of Social Vulnerability and Heat Index on Emergency Medical Service Incidents in San Antonio, Texas, in 2018” isimli çalışmalarında, Teksas’ta Isı İndeksi verileri ile morbidite arasındaki ilişki incelenmiştir.

Awasthi, Wishwakarma ve Pattnayak (2022), “Retrospection of Heatwave and Heat Index” isimli çalışmalarında, sıcak hava dalgalarının etkilerini en aza indirmek için Isı İndeksi’ne dayalı bir uyarı sisteminin tasarlanabileceğini vurgulamışlardır.

Romps ve Lu (2022), “Chronically Underestimated: A Reassessment of US Heat Waves Using The Extended Heat Index” isimli çalışmalarında, 1984-2020 yılları arasındaki verileri kullanılarak Isı İndeksi hesaplanmıştır ve Orta Batı’da en yüksek Isı İndeksi değerlerinin görüldüğü tespit edilmiştir.

Tumse, Bilgili, Sekertekin, Ünal ve Sahin (2023), “Comparison and Evaluation of Machine Learning Approaches for Estimating Heat Index Map in Türkiye” isimli çalışmalarında, Türkiye’nin tamamının Isı İndeksi değerlerini haritalandırmışlardır.

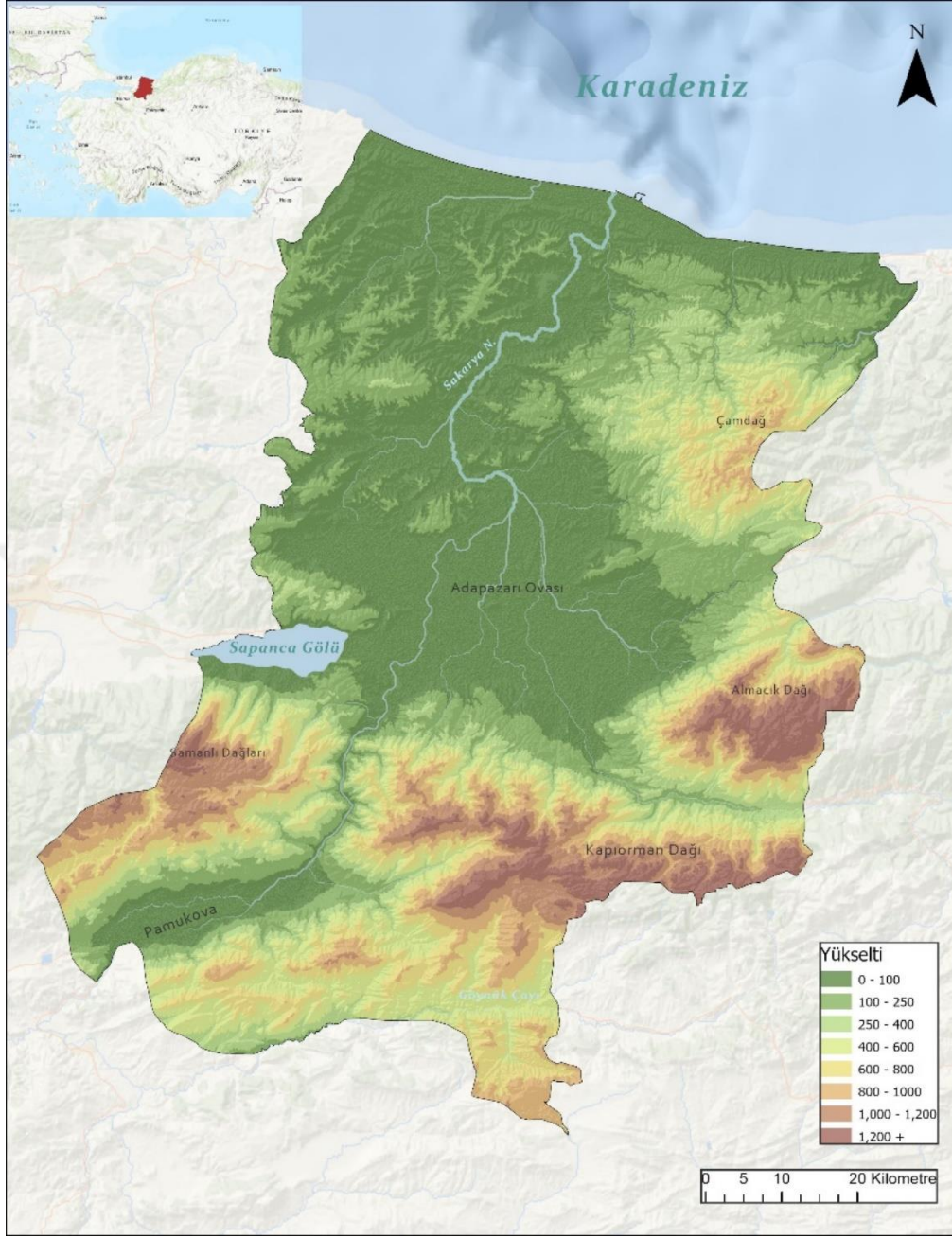
Araştırma Alanının Yeri, Sınırları ve Özellikleri

Araştırma alanı olan Sakarya, 40°17’-41°10’ kuzey enlemleri, 30°21’-30°32’ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Toplam yüzölçümü 4824 km²’dir. Kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Bilecik, batısında Kocaeli, doğusunda ise Düzce ve Bolu yer almaktadır. Karadeniz’e kıyısı yaklaşık 50 km uzunluğundadır. Adapazarı Ovası üzerine kurulan şehirde ekonomisinde tarım oldukça önemli bir yere sahiptir.

Adapazarı Ovası, Sakarya Nehri ile Mudurnu Çayı gibi önemli akarsuların biriktirmesiyle oluşmuştur (Erturaç, 2018). 650 km²’den fazla bir alanı kaplamakta ve homojen bir düz yüzey ile karakterize edilmektedir (kuzeye doğru yaklaşık %0,6-0,8’lik eğim) (Yiğitbaş vd., 2004). Sakarya ilinin bir diğer önemli ovası Pamukova’dır. Havza, verimli tarım arazileri sebebiyle uzun yıllardır yerleşime açıktır (Kaymaz & İkiel, 2006). İlin güney kesiminde, Samanlı dağları bulunmaktadır. Kartepe (1602 m) ve Gökdağın Tepe (1325 m) ile zirvelerini oluşturmaktadır. Almacık-Kapıorman Dağları ise yüksek platoları ve zirveleri ile Sakarya ilinin en yüksek kesimlerini oluşturmaktadır (Şekil 1).

Araştırma alanında kahverengi orman toprakları, alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar ve rendzinalar bulunmaktadır. Karadeniz sahilinde Kefken’den Kocaali’ye kadar alanda kıyı kumulları bulunmakta (İkiel & Ustaoglu, 2013) ve toplam alanları 1689 hektardır (Ustaoglu & Koç, 2018). Bitki örtüsünün dağılışına bakıldığında, orman formasyonu ve ormanların tahrip edilmesi sonucu oluşan çalı formasyonu dikkat çekmektedir.

17 Haziran 1954 yılında Kocaeli’nden ayrılıp il statüsüne sahip olmuştur. Ziraî Donatım, Vagon ve Şeker Fabrikalarının kurulmasıyla, doğudan bariyer ve kentsel alanlara göç ile nüfusu artmıştır (Döker & Kaçmaz, 2018). Nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu alan Adapazarı Ovasıdır. 2023 yılı nüfus sayımına göre toplam nüfusu 1 milyon 98 bin 115’tir. 279 bin 431 kişi ile Adapazarı, en fazla nüfusa sahip ilçedir (Tablo 3). En düşük nüfus ise Taraklı’ya aittir. Yaşlı nüfusa bakıldığında en fazla nüfus yine Adapazarı ilçesinde, en düşük nüfus ise Taraklı’ya aittir (Tablo 4).



Şekil 1: Sakarya İli Fiziki Haritası

Kaynak: United States Geological Survey'den indirilen DEM verisi ile üretilmiştir.

Çalışma alanının kuzeyinde Karadeniz ve batı kısmında Marmara Denizi'nin bulunmasıyla daha nemli bir hava etkilidir, güney ve doğuda Samanlı Dağlarının etkisiyle karasal iklim şartları etkilidir (Ustaoglu, 2018). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Samanlı Dağlarının güney yamaçları ve Pamukova Csa (Akdeniz) tipinde, Samanlı Dağlarının kuzey yamaçlarından Karadeniz'e kadar olan kısım ise Cfa (Nemli

Subtropikal) iklim tipindedir (Ustaoğlu, 2018). Nem, Samanlı Dağları'na kadar gelmekte fakat en yüksek noktası 1600 m olan Samanlı Dağlarından sonra etkili olamamaktadır. Samanlı Dağları, Sakarya'nın iklimi üzerinde önemli bir unsurdur.

İstasyon Adı	Haziran Ayı Ortalama Sıcaklık (°C)	Temmuz Ayı Ortalama Sıcaklık (°C)	Ağustos Ayı Ortalama Sıcaklık (°C)	Haziran Ayı Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)	Temmuz Ayı Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)	Ağustos Ayı Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	22,4	24,7	25,3	28,2	30,5	31,3
Sapanca	21,9	24,2	25,0	28,9	31,0	31,8
Karapürçek	20,8	23,0	23,7	27,2	29,7	30,6
Ferizli	21,0	23,0	23,9	27,2	29,3	30,4
Geyve	21,9	24,4	25,2	28,5	30,8	31,6
Karasu	20,8	23,3	24,2	24,4	27,0	27,7
Hendek	20,9	22,9	23,5	28,1	30,4	31,3
Akyazı	21,4	23,3	24,0	27,7	30,0	30,8
Kocaali	20,8	23,1	23,8	25,9	28,6	29,4
Kaynarca	21,0	22,8	23,6	26,8	28,9	29,6
Taraklı	19,2	21,6	22,4	27,2	31,1	32,2

Tablo 1: Sakarya İline Ait 2014-2023 Periyodu Arasındaki Sıcaklık Verileri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

Sakarya iline ait sıcaklıklara bakıldığında Haziran ayı ortalaması 22,4 °C, Temmuz ayı ortalaması 24,7 °C ve Ağustos ayı ortalaması 25,3 °C ile en yüksek değerlere Sakarya istasyonu sahiptir (Tablo 1). Maksimum sıcaklık ortalamalarına bakıldığında, Haziran ayı için en yüksek ortalama 28,9 °C Sapanca istasyonuna, Temmuz ayı için en yüksek ortalama 31,1 °C Taraklı istasyonuna, Ağustos ayı için en yüksek ortalama 32,2 °C ile Taraklı istasyonuna aittir (Tablo 1). Sakarya istasyonunda uzun dönem yıllık ortalama sıcaklık 14,6 °C (Ustaoğlu, 2018) iken 2014-2023 yılları arası 16,0 °C olmuştur (Tablo 2).

İstasyon/Ay	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık Ortalama
Sakarya	7,4	8,7	10,0	13,7	18,4	22,4	24,7	25,3	21,7	17,0	13,3	9,7	16,0
Sapanca	6,5	7,9	9,4	13,2	17,8	21,9	24,2	25,0	21,2	16,2	12,4	8,7	15,3
Karapürçek	6,5	7,9	9,2	12,6	17,1	20,8	23,0	23,7	20,3	15,7	12,1	8,5	14,8
Ferizli	6,4	7,7	8,9	12,1	16,9	21,0	23,0	23,9	20,3	15,8	12,0	8,5	14,7
Geyve	4,9	7,0	9,1	13,2	18,1	21,9	24,4	25,2	21,3	16,0	10,9	6,8	14,9
Karasu	6,7	7,4	8,2	11,0	16,0	20,8	23,3	24,2	21,0	16,5	12,7	9,0	14,7
Hendek	5,1	7,0	8,6	12,1	16,9	20,9	22,9	23,5	19,8	15,0	10,8	7,1	14,1
Akyazı	6,5	8,0	9,4	12,9	17,6	21,4	23,3	24,0	20,4	15,7	11,9	8,5	15,0
Kocaali	6,4	7,2	8,2	11,1	16,1	20,8	23,1	23,8	20,4	15,8	11,9	8,3	14,4
Kaynarca	6,0	7,1	8,3	11,5	16,5	21,0	22,8	23,6	20,0	15,6	11,7	8,1	14,3
Taraklı	2,8	4,7	6,7	10,9	15,5	19,2	21,6	22,4	18,2	13,1	8,4	4,8	12,3

Tablo 2: Çalışma Alanında Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (°C)

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İlçeler	Nüfus	Toplam Nüfusa Oranı
Adapazarı	279431	25.4
Akyazı	96605	8.8
Arifiye	51467	4.7
Erenler	91611	8.3
Ferizli	32752	3.0
Geyve	51676	4.7
Hendek	91486	8.3
Karapürçek	13713	1.2
Karasu	73738	6.7
Kaynarca	25137	2.3
Kocaeli	26523	2.4
Pamukova	31205	2.8
Sapanca	46080	4.2
Serdivan	164222	15.0
Söğütli	15411	1.4
Tarıklı	7058	0.6
TOPLAM	1098115	100

Tablo 3: 2023 Yılı Sakarya İli İlçelere Göre Nüfus Oranı

Kaynak: TÜİK verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İlçe/Yaş Grubu	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90+	65+ Toplam Nüfus	Toplam Nüfus	65+ Yaş Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı
Adapazarı	11508	8109	5233	2912	1433	655	29850	279431	10,7
Akyazı	4123	2992	2036	1151	554	303	11159	96605	11,6
Arifiye	1765	1142	707	430	204	117	4365	51467	8,5
Erenler	3571	2520	1489	802	341	158	8881	91611	9,7
Ferizli	1421	928	580	316	182	105	3532	32752	10,8
Geyve	2584	1916	1234	789	379	203	7105	51676	13,7
Hendek	3933	2663	1674	983	473	289	10015	91486	10,9
Karapürçek	587	379	242	164	80	40	1492	13713	10,9
Karasu	4064	2761	1609	885	418	205	9942	73738	13,5
Kaynarca	1350	933	596	350	195	85	3509	25137	14,0
Kocaeli	1721	1194	739	415	174	97	4340	26523	16,4
Pamukova	1516	1098	665	403	208	92	3982	31205	12,8
Sapanca	2085	1442	958	513	222	106	5326	46080	11,6
Serdivan	5288	3388	2047	1053	510	207	12493	164222	7,6
Söğütli	852	685	485	276	169	66	2533	15411	16,4
Tarıklı	376	335	209	171	99	53	1243	7058	17,6
Toplam	46744	32485	20503	11613	5641	2781	119767	1098115	10,9

Tablo 4: Sakarya İlçeleri 2023 Yılı 65 Yaş ve Üzeri Nüfusu

Kaynak: TÜİK verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

1. BÖLÜM: VERİ VE YÖNTEM

Çalışmada sıcak hava dalgalarını belirlemede kullanılan Aşırı Isı Faktörü (EHF) kullanılmıştır. Aşırı Isı Faktörü için sıcaklık verileri kullanılmıştır. Her istasyon için sıcaklık verileri düzenlenmiş ve maksimum ve minimum sıcaklıkların ortalamaları alınmıştır. Sıcaklığın insan vücudunda nasıl tepki gösterdiğini belirleyebilmek amacıyla Isı İndeksi kullanılmıştır. Isı İndeksi için bağıl nem ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. 65 yaş ve üzeri nüfusun yaşadığı alanlardaki Isı İndeksi değerleri ArcGIS Pro’da haritalandırılırken uydu görüntüleri ile elde edilen NDVI değerleri hesaplanarak altlık harita oluşturulmuştur. Hesaplanan Isı İndeksi değerleri ve NDVI haritaları jeostatistiksel yöntemlerle ArcGIS Pro’da EBK Regresyon tahmini ile haritalandırılmıştır.

Sıcak hava dalgalarının evrensel bir tanımı bulunmamaktadır fakat birçok çalışmada maksimum ve ortalama sıcaklıkların belirli bir eşiği aştığı günler olarak tanımlanmaktadır. Pezza vd. (2012)’ne göre maksimum sıcaklığın art arda üç gün boyunca 90. yüzdalık dilimden yüksek olması şeklinde, Fischer & Schär (2010) referans döneminin 90. yüzdalık dilimini aşan maksimum sıcaklıklara sahip en az altı ardışık gün olarak tanımlamıştır. Stefanon vd., (2012) Referans döneminin 95. yüzdalık değerinin aşıldığı günler olarak tanımlamıştır. Anderson & Bell (2011), Nissan vd. (2017), Perkins-Kirkpatrick & Gibson (2017) ve Lyon vd. (2019) ve Kumar vd. (2022), Sauter vd. (2023), Jaagus vd. (2024) yaptıkları çalışmada maksimum sıcaklıkların referans periyodunun 95.yüzdalık diliminin aşıldığı ve artarda iki ve üzeri gün sayısı olarak tanımlamıştır. Croitoru vd. (2016), Hirsch vd. (2021), Güneş & Efe (2022), Yılmaz vd. (2023) ve sıcak hava dalgasını, referans döneminin 90. yüzdalık diliminin aşıldığı ve artarda üç gün veya daha üzeri süren hava olayı olarak tanımlamıştır. Oudin Åström vd. (2020) yaptıkları çalışmada günlük maksimum sıcaklığın 26 °C’den yüksek olduğu üç farklı sıcak hava dalgası kategorisi geliştirmişlerdir. Nairn & Fawcett (2013) tarafından geliştirilen Aşırı Isı Faktörü, özellikle sıcak hava dalgalarını belirlemede oldukça sık kullanılan bir metottur.

İklim çalışmalarında sıcaklık ve insan sağlığı ilişkileri incelendiğinde birçok çalışmada sıcaklıklar belirli sayıyı aştığında ısıya bağlı risklerin arttığı görülmektedir (Basu & Samet, 2002). Sıcaklığın insan vücudunda nasıl hissedildiğinin belirlenmesi amacıyla bu çalışmada Isı İndeksi kullanılmıştır. Isı İndeksi sıcaklık sırasında insan vücudunun nasıl

tepki verdiğini gösteren sıcaklık ve bağıl nemi birleştiren bir indekstir ve sağlık ve sıcaklık çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Kim vd., 2006; Lobell vd., 2008; Zahid & Rasul, 2010; Anderson vd., 2013; Quandt vd., 2013; Sung vd., 2013; Hass vd., 2016; Lee vd., 2016; Dahl vd., 2019; Stone Jr., 2021; Romps & Lu, 2022, Efdal, 2023; Tumse vd., 2023). İnsanın termal konforu, sıcak hava dalgası meydana geldiğinde bozulmaktadır. Matzarakis & Mayer (2000) tarafından geliştirilen Pet İndeksi özellikle tüm dünyada yaygın kullanılan bir metottur. (Gulyás & Matzarakis, 2009; Tseliou vd., 2010; Chen & Ng, 2013; Cohen vd., 2013; Potchter vd., 2018; Sanagar Darbani vd., 2018; Binarti vd., 2020; Pecelj vd., 2021; Ballinas vd., 2022; Ribeiro vd., 2022; Çağlak & Matzarakis, 2023). Basu & Samet (2002) yaptıkları çalışmada ortam sıcaklığı ile vücut sıcaklığı arasında bir korelasyon tespit etmişlerdir. Bambrick vd. (2008) tarafından 30 °C ve üzeri sıcaklığın insan sağlığı için tehlikeli olduğu tespit edilmiş ve Williams vd. (2012) yaptıkları çalışmada Güney Avusturalya’da bu tanım ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Loughnan vd. (2012) yaptıkları çalışmada ise 30 °C sıcaklığı kullanarak kent alanlarında ısı sağlığı risklerini haritalandırmıştır. Universal Thermal Climate Index (UTCI) olarak adlandırılan yöntem, belirli bir hava sıcaklığı, rüzgâr, radyasyon ve nem birleştirildiğinde insan vücudunun tepkisini ortaya çıkaracak hava sıcaklığını belirler (Di Napoli vd., 2018). UTCI ile birçok çalışma bulunmaktadır (Jendritzky vd., 2002; Bröde vd., 2012; Błażejczyk vd., 2013; Broede vd., 2013; Park vd., 2014; Zare vd., 2018; Wang & Yi, 2021; Zhang vd., 2023).

1.1. Veri

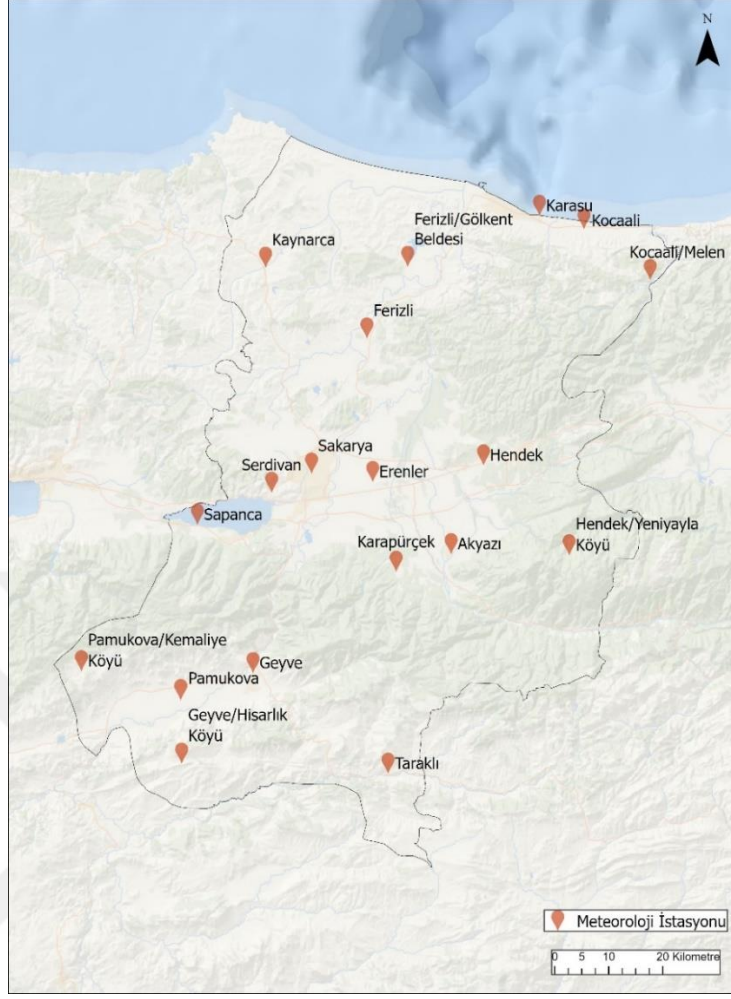
1.1.1. İklim Verisi

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü İstasyon Bilgileri Veritabanı’ndan elde edilen 19 adet OMGİ meteoroloji istasyonlarına (Tablo 5; Şekil 2) ait günlük maksimum ve minimum sıcaklık ve bağıl nem verileri elde edilmiştir. Uzun dönemli ve homojen şekilde dağılım gösteren meteorolojik veriler analiz edilmiş ve Excel’de düzenlenmiştir. 2014-2023 yılları arasına ait veriler düzenlenmiştir.

İstasyon Adı	İlçe	Kod	Enlem	Boylam	Veri Periyodu
Sapanca	Sapanca	18106	40.705300	30.199400	2014-2023
Karapürçek	Karapürçek	18417	40.646700	30.534200	2014-2023
Ferizli	Ferizli	18416	40.933900	30.485600	2014-2023
Geyve	Geyve	17662	40.521400	30.296000	1971-2023
Karasu	Karasu	17644	41.084442	30.772822	2014-2023
Sakarya	Sakarya	17069	40.767600	30.393400	1971-2023
Hendek	Hendek	18105	40.777800	30.679700	2014-2023
Akyazı	Akyazı	18415	40.668300	30.625800	2014-2023
Kocaali	Kocaali	18419	41.068100	30.846900	2014-2023
Kaynarca	Kaynarca	18418	41.020800	30.316900	2014-2023
Taraklı	Taraklı	18420	40.396900	30.520800	2014-2023
Pamukova/Kemaliye Köyü	Pamukova	18915	40.523800	30.010300	2017-2023
Pamukova	Pamukova	19118	40.488010	30.175610	2018-2023
Ferizli/Gölkent Beldesi	Ferizli	19119	41.021920	30.553480	2018-2023
Hendek/Yeniyayla Köyü	Hendek	18595	40.666900	30.822200	2015-2023
Geyve/Hisarlık Köyü	Geyve	18803	40.409400	30.177200	2016-2023
Serdivan	Serdivan	19120	40.744048	30.327040	2018-2023
Kocaali/Melen	Kocaali	18738	41.005800	30.957200	2015-2023
Erenler	Erenler	19380	40.757365	30.495262	2020-2023

Tablo 5: Sakarya İline Ait Meteoroloji İstasyonları

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



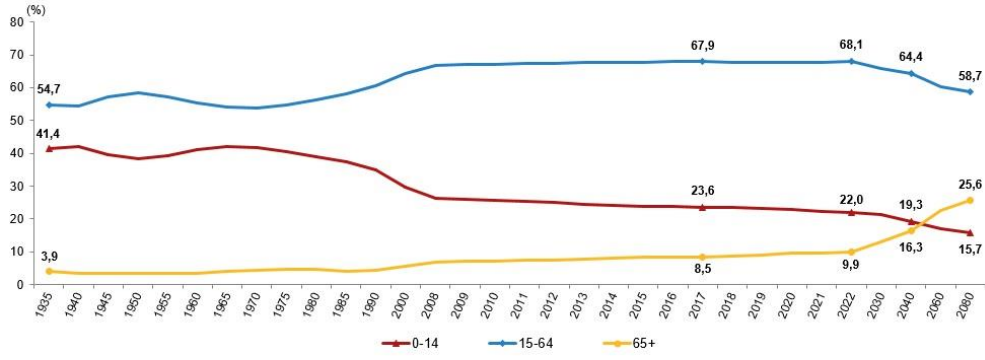
Şekil 2: Sakarya İline Ait Meteoroloji İstasyonları Konumları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

1.1.2. Nüfus Verisi

Birleşmiş Milletler'in tanımına göre bir ülkedeki yaşlı nüfusun toplam nüfus içerisindeki oranı %8-%10 arasında olması o ülkenin “yaşlı” olduğu anlamına gelmektedir (Başol, 2019). Bu oranın %10 üzerinde olduğu ülkeler ise “çok yaşlı” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre Türkiye'nin nüfusu yaşlanmakta (Şekil 3) ve yaşlı bağımlılığının git gide artacağı anlaşılmaktadır. Çalışma alanı olan Sakarya ise, Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır.

Halk sağlığı bakımından en kırılgan nüfus grubunu oluşturan 65 yaş üzeri nüfus örneklem grup olarak seçilmiştir. 2014-2023 yılları arasına ait toplam nüfus ve 65 yaş ve üzeri nüfus verileri, TUİK'te ADNKS'den temin edilmiştir.



Şekil 3: Yaş Grubuna Göre Nüfus Oranı (1935-2080)

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (2023)

1.1.3. Uydu Görüntüleri

Sıcak hava dalgalarının etkisinin tespitinde altlık harita olarak NDVI kullanılmıştır. NDVI haritalarının oluşturulması için Landsat serisi uydular kullanılmış ve ücretsiz bir veri tabanı olan USGS Earth Explorer'dan temin edilmiştir (Tablo 6). Görüntüler 30 m'lik çözünürlüğe sahiptir ve GeoTIFF formatıyla indirilmiştir. Sıcak hava dalgalarının etkili olduğu Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarından seçilmiştir. Özellikle sıcak hava dalgalarının belirlendiği günler tercih edilmiştir. En iyi kalitede, çalışma alanında bulut örtüsü olmayan uydu görüntüleri tercih edilmiştir.

Uydu	Path	Row	Tarih
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	10.07.2014
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	29.07.2015
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	14.08.2015
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	31.07.2016
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	2.07.2017
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	6.08.2018
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	22.08.2018
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	22.06.2019
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	11.08.2020
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	29.07.2021
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	17.08.2022
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	179	32	4.08.2023
Landsat 8-9OLI/TIRS C2 L1	172	32	20.08.2023

Tablo 6: Kullanılan Uydu Görüntüleri

Kaynak: USGS verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

1.2. Yöntem



Şekil 4: İşlem Adımları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

1.2.1. İklim Verilerinin Analizi

Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilen 19 adet OMGİ gözlem istasyonları Excel’de düzenlenmiş ve kullanılabilir forma getirilmiştir. İklim referans periyodu olarak kullanılacak olan Sakarya ve Geyve istasyonlarına ait 1971-2000 yıllarına ait maksimum ve minimum sıcaklık verileri düzenlenerek Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için 95. yüzdellik ve 85. yüzdellik değerleri bulunmuştur. Her istasyon için iklim verileri düzenlenmiş ve maksimum ve minimum sıcaklıkların ortalamaları alınmıştır. Isı İndeksi için kullanılacak olan bağıl nem verileri düzenlenerek kullanılabilir forma dönüştürülmüştür.

1.2.1.1. Aşırı Isı Faktörü (EHF)

Aşırı Isı Faktörü, Nairn & Fawcett (2015) tarafından geliştirilen sıcak hava dalgalarını sınıflandıran bir yoğunluk ölçüsüdür (Varghese vd., 2019). Maksimum ve minimum sıcaklık değerleri kullanılır. Günlük ortalama sıcaklık hesaplanırken, o güne ait maksimum sıcaklık ve bir sonraki güne ait minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanır (T_i) (Nairn & Fawcett, 2015; Acar, 2022). Genellikle sıcak hava dalgalarının yaşandığı Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için analiz yapılmaktadır.

Aşırı Isı Faktörü temelde iki bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, bir konumdaki yıllık sıcaklık eşiğine göre üç günlük dönemin ne kadar sıcak olduğunun ölçüsüdür. Üç günlük dönemdeki günlük ortalama sıcaklıkların ortalamasının iklim referans döneminin 95. yüzdelik (T_{95}) yüksek olup olmadığı değerlendirilir (Eşitlik 1, EHI_{sig}). İkinci bileşen, üç günlük dönemin bir önceki 30 günden ne kadar sıcak olduğunu ölçmektedir (Eşitlik 2, EHI_{accl}).

Eşitlik 1:
$$EHI_{sig} = \frac{T_i + T_{i+1} + T_{i+2}}{3} - T_{95}$$

Eşitlik 2:
$$EHI_{accl} = \frac{T_i + T_{i+1} + T_{i+2}}{3} - \frac{T_{i-1} + \dots + T_{i-30}}{30}$$

İki eşitlikte, üç günlük ortalama sıcaklık 95. yüzdelik değeri ile karşılaştırılır. EHI_{sig} pozitif ise, yerel iklime göre sıcak, negatif veya sıfır ise, sıcak hava dalgası mevcudiyetinden söz edilemez (Nairn & Fawcett, 2015). EHI_{accl} pozitif ise, bu üç gün 30 güne kıyasla ortalama olarak daha sıcaktır. Bu iki eşitlik sıcaklık anormallikleri olarak düşünülebilir, birincisi uzun vadeli iklime göre, ikincisi ise yakın geçmişe göredir (Nairn & Fawcett, 2015). EHF ise diğer iki aşırı eşitliğin çarpımının bir ürünüdür (Eşitlik 3, EHF). $EHF > 0$ olduğunda sıcak hava dalgası koşullarının mevcut olduğu anlaşılmaktadır (Perkins vd., 2012).

Eşitlik 3:
$$EHF = EHI_{sig} \times \max(1, EHI_{accl})$$

Sıcak hava dalgalarının şiddetinin değerlendirilmesi için Nairn vd. (2018) tarafından geliştirilen bir şiddet ölçüsü bulunmaktadır (Eşitlik 4, EHF_{sev}). Bu eşitlikte, düşük yoğunluklu ve şiddetli sıcak hava dalgaları arasında bir geçiş noktası olarak sıcak hava dalgası şiddeti için bir eşik olarak 85. yüzdelik belirlenmiştir (EHF_{85}) (Nairn vd., 2018). EHF_{85} tüm konumlarda karşılaştırılabilir ve sıcak hava dalgası şiddetini haritalandırmada EHF'yi normalleştirmek için kullanılmaktadır (Nairn vd., 2022).

Eşitlik 4:

$$EHF_{sev} = EHF \div EHF_{85}$$

Sıcak hava dalgalarının şiddetinin belirlenmesi amacıyla EHF_{sev} kategorileri bulunmaktadır (Varghese vd., 2019). Bunlar:

- Sıcak hava dalgasının varlığı yok: $EHF_{sev} \leq 0$
- Düşük şiddette sıcak hava dalgası: $EHF_{sev} > 0$ ve < 1
- Orta şiddette sıcak hava dalgası: $EHF_{sev} \geq 1$ ve < 2
- Yüksek şiddette sıcak hava dalgası: $EHF_{sev} \geq 2$

Sakarya ve Geyve istasyonuna ait 1971-2000 yıllarındaki iklim verileri analiz edilmiş ve iklim referans periyodu olarak kullanılmıştır. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarının maksimum ve minimum sıcaklıkların ortalaması alınarak T_i değerleri belirlenmiştir. Günlük ortalama sıcaklık verileri kullanılarak Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için ayrı ayrı T_{95} ve T_{85} değerleri hesaplanmıştır. 2014-2023 yıllarına ait 19 meteoroloji istasyonlarındaki Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarına ait maksimum ve minimum sıcaklıkların ortalaması alınarak günlük ortalama sıcaklıklar elde edilmiştir. Bu doğrultuda EHI_{sig} , EHI_{accl} , EHF ve EHF_{sev} formülleri hesaplanmıştır. Ardışık 3 veya daha fazla gün boyunca devam eden pozitif EHF değerleri sıcak hava dalgası olarak belirlenmiştir. Şiddet ölçüsünün belirlenmesi için de iklim referans periyodunun 85. yüzdelik ile EHF değerleri kullanılmıştır.

1971-2000 yıllarına ait Sakarya ve Geyve istasyonlarında tespit edilen T_{95} ve T_{85} değerleri diğer istasyonlarda o tarihlere ait veri bulunmadığı için günümüzde bütün istasyonda referans periyodu olarak kullanılmıştır. Sakarya istasyonunda tespit edilen T_{95} ve T_{85} değerleri, Sapanca, Serdivan, Sakarya, Erenler, Karapürçek, Akyazı, Hendek, Hendek/Yeniyayla Köyü, Kocaali/Melen, Kocaali, Karasu, Ferizli, Ferizli/Gölkent Beldesi ve Kaynarca istasyonlarında kullanılmıştır. Geyve istasyonundan elde edilen T_{95} ve T_{85} değerleri, Pamukova, Pamukova/Kemaliye Köyü, Geyve, Geyve/Hisarlık Köyü ve Taraklı istasyonlarında kullanılmıştır.

1.2.1.2. Isı İndeksi

Isı İndeksi, temel olarak, bağıl nem ile hava sıcaklığını birleştirildiğinde sıcaklığın insan vücudunda nasıl hissedildiğini gösteren, Ulusal Hava Durumu Merkezi (National Weather Service-NWS) tarafından geliştirilen bir indekstir (Şekil 5). Isı İndeksi, Lans P. Rothfusz tarafından bulunan ve 1990 NWS'nin SR 90-23 teknik ekinde açıklanan çoklu

regresyon analiziyle elde edilen sonucun geliştirilmiş halidir. Rothfusz'a ait regresyon denklemi (Eşitlik 5):

Eşitlik 5:

$$HI = C_1 + C_2T + C_3R + C_4TR + C_5T^2 + C_6R^2 + C_7T^2R + C_8TR^2 + C_9T^2R^2$$

$$C_1 = -8.78469475556, C_2 = 1.61139411, C_3 = 2.33854883889$$

$$C_4 = -0.14611605, C_5 = -0.012308094, C_6 = 0.0164248277778,$$

$$C_7 = 2.211732 \times 10^{-3}, C_8 = 7.2546 \times 10^{-4}, C_9 = -3.582 \times 10^{-6}$$

T santigrat cinsinden sıcaklığı verir ve R, % cinsinden bağıl nemdir. HI, °C cinsinden görünen sıcaklık olarak ifade edilen Isı İndeksidir.

		Sıcaklık (°C)															
		27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	42	43
Bağıl Nem(%)	40	27	27	28	29	31	33	34	36	38	41	43	46	48	51	54	58
	45	27	28	29	31	32	34	36	38	40	43	46	48	51	54	58	
	50	27	28	29	31	33	35	37	39	42	45	48	51	55	58		
	55	27	29	30	32	34	36	38	41	44	47	51	54	58			
	60	28	29	31	33	35	38	41	43	47	51	54	58				
	65	28	29	32	34	37	39	42	46	49	53	58					
	70	28	30	32	35	38	41	44	48	52	57						
	75	29	31	33	36	39	43	47	51	56							
	80	29	32	34	38	41	45	49	54								
	85	29	32	36	39	43	47	52	57								
	90	30	33	37	41	45	50	55									
	95	30	34	38	42	47	53										
	100	31	35	39	44	49	56										

Dikkat
 Aşırı Dikkat
 Tehlike
 Aşırı Tehlike

Şekil 5: Isı İndeksi Tablosu

Kaynak: National Weather Service verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

Isı İndeksi, 27 °C-32 °C arasında ise Dikkat olarak sınıflandırılır. Uzun süreli maruz kalındığında yorgunluk meydana gelir. 32 °C-40 °C arasında ise Aşırı Dikkat olarak sınıflandırılır ve uzun süreli maruzda sıcak krampları veya sıcak bitkinliği riski ortaya çıkar. 41 °C-51 °C Tehlike olarak sınıflandırılır. Uzun süreli maruziyette sıcak krampı veya sıcak bitkinliğinin riski artar ve sıcak çarpması riski ortaya çıkar. 52 °C veya daha yüksek değerlerde Aşırı Tehlike olarak sınıflandırılır ve sıcak çarpması ihtimali oldukça yüksektir.

1.2.2. Nüfus Verilerinin Analizi

2014-2023 yıllarına ait toplam ve 65 yaş ve üzeri nüfus verileri ADNKS'den temin edilmiştir. Toplam nüfus ve yaş grubu bazlı seçilen nüfus verileri Excel'de yıllara göre düzenlenmiştir. Her ilçe için nüfus oranı hesaplanmıştır. 65 yaş ve üzeri nüfusun toplam nüfusa oranı hesaplanmıştır (Eşitlik 6)

Eşitlik 6:
$$\frac{65 \text{ Yaş ve Üzeri Nüfus}}{\text{Toplam Nüfus}} \times 100$$

BM'nin tanımına göre yaşlı nüfusun toplam nüfusa oranı %8-10 arasındaki nüfusu “yaşlı” olarak tanımlamıştır (Başol, 2019). Bu bağlamda, 65 yaş ve üzeri nüfus haritalandırılırken %8'den büyük ilçeler yaşlı nüfusun yüksek olduğu ilçeler olarak yorumlanmıştır.

1.2.3. NDVI Haritalarının Hazırlanması

Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi, bir alanda bulunan bitki örtüsü yoğunluğunu ve sağlık durumunu ortaya koyan uzaktan algılama yöntemidir. Arazi örtüsü ve arazi kullanım değişikliklerinin tespit edilmesinde sıklıkla kullanılan sınıflandırma yöntemidir.

Uzaktan algılama metotları günümüzde oldukça sık kullanılan yöntemlerdir. Sayısal ve veri elde etmedeki performansı nedeniyle uzaktan algılama içerisinde en çok uydu görüntüleri kullanılmaktadır (Turoğlu, 2016). Uydu görüntüleri ile dünyanın hemen her yerine ait görüntüler çekilmekte ve insanoğlunun çevre üzerindeki etkilerinin takibi yapılabilmektedir.

Landsat-8 OLI uydu görüntülerinde 4. bant kırmızı (RED) ve NIR ışınlarını içeren 5.bant kullanılmaktadır (Gündoğdu & Bantchina, 2018). Sağlıklı bir bitki, kızılötesi ve yeşil ışığı yansıtmaktadır. NDVI değerleri -1 ile +1 arasında olmaktadır. +1'e yakın değer bitki örtüsünün sağlıklı ve yoğun olduğunu, -1'e yaklaşan değerler ise bitki örtüsünden yoksun ve kentleşmiş alanları göstermektedir. NDVI değerleri ArcGIS Pro yazılımında Raster Calculator ile hesaplanmıştır. Aşağıdaki formülle bulunmaktadır (Eşitlik 7):

Eşitlik 7:
$$\text{Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI)} = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)}$$

1.2.4. Jeostatistiksel Analizler

Kriging yöntemi, bilinen yakın noktalardan alınan verileri kullanarak, diğer noktalardaki verilerin optimum değerlerini kestiren bir enterpolasyon metodudur (Yaprak & Arslan,

2008). Mekânsal olarak dağılmış bir değişkenin değerlerinin tahmin edilmesinde kullanılan bir regresyon modelidir (Zimmerman & Zimmerman, 1991). Diğer interpolasyon yöntemlerinden farkı, modellenen bir nokta için varyans değerinin hesaplanmasıdır (Yenipinar vd., 2021). Kriging yöntemi için kullanılan eşitlik aşağıda yer almaktadır (Eşitlik 8):

$$\text{Eşitlik 8:} \quad Np = \sum_{i=1}^n P_i \times N_i$$

Kriging, diğer interpolasyon yöntemlerine kıyasla daha yüksek doğruluk ve düşük sapma değerleri vermektedir (Wu & Li, 2013). Bu yöntemin bir diğer avantajı, varyasyon yapısını bir semivariogram aracılığıyla tahmin etmesidir. Normal kriging, basit kriging, co-kriging, block kriging gibi çeşitleri bulunmaktadır.

ArcGIS Pro yazılımında Kriging, interpolasyon ve regresyon yapılabilmektedir. Hesaplanan Isı İndeksi değerleri ArcGIS Pro yazılımında işlenerek hem Kriging hem de Empirical Bayesian Kriging yöntemi kullanılmıştır. Empirical Bayesian Kriging yönteminin diğer Kriging yöntemlerinden farkı, küçük kümeler için daha doğru sonuçlar vermesidir. Kriging yapılırken bir semivariogram belirlenir. Bu aşama en önemli ve en zaman alıcı adımdır. Semivariogramın amacı herhangi iki konum için, iki konumun veri değerlerindeki benzerliği tahmin etmektir. Yakın noktalar uzak noktalardan daha benzer olduğundan, daima mesafeyle artmaktadır. Model olarak spherical modeli kullanılmıştır (Eşitlik 9).

$$\text{Eşitlik 9:} \quad \gamma(h) = \left\{ \sigma^2 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{\phi} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{\phi} \right)^3 \right] \right\}$$

Tanımlama sonucuna göre bir standart hata ve girilen değerlere ait bir değer tahmin edilmektedir. Hata marjı oluşturmak için standart hata ikiye katlanır ve tahmin edilen değere eklenerek güven aralığının üst sınırı bulunur. Güven aralığının alt sınırı ise tahmin edilen değerden çıkarılarak bulunur.

Semivariogram, noktalardaki değerlerin, birbirlerinden ne kadar uzakta oldukları verildiğinde, tam olarak ne kadar benzer olduklarını tanımlamaya yarar. X eksenini herhangi iki nokta arasındaki mesafedir. Y eksenini ise iki noktanın değerleri arasındaki beklenen karesel farktır. Yakın noktalar uzak noktalardan daha benzer olduğundan her zaman mesafe ile artar ve sonradan düz bir hale gelir. Semivariogramın hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır (Eşitlik 10):

$$\text{Eşitlik 10:} \quad \gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Terim	Sembol	Anlam
Destek	-	Her bir örnekleme noktası tarafından temsil edilen alan ve şekil.
Arahlık	h	Örnekleme çiftleri arasındaki mesafedir.
Eşik	$S=C_0+C_1$	$\gamma(h)$ için maksimum değerdir.
Menzil	a	$\gamma(h)$ in X ekseninde maksimum değere ulaştığı noktadır. Bu uzunluktan sonra veriler artık korelasyonsuzdur.
Nugget Varyans	C_0	$\gamma(h)$ in Y eksenini (düşey) kestiği nokta, konumsal bağımsız varyansı temsil eder.
Yapısal Varyans	C_1	Eşik değeri ile Nugget varyans arasındaki farktır. Variogramın yapısal bileşenleri için düşey ölçektir.

Tablo 7: Semivariogram Parametreleri

Kaynak: Kaya & Sertel, 2006

ArcGIS Pro’da semivariogramın hesaplanması 3 bölümden oluşmaktadır:

- 1- Semivariogram:** Sol üst kısımda bulunan kırmızı noktalar, mavi çarpılar ve semivariogram modelini içerir.
- 2- Genel Özellikler:** Sayfanın sağ bölmesindeki parametreler, mavi semivariogram modelinin şeklini yapılandırmak için kullanılır.
- 3- Semivariogram Haritası:** Sol alt kısımda yer alır ve anizotropiyi tespit etmek için kullanılır.

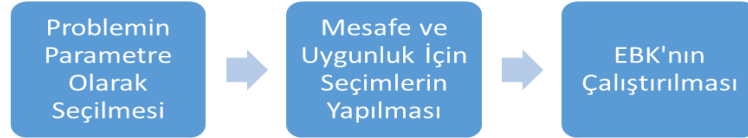
Genel özelliklerde bulunan üç parametre ile yapılandırılabilir.

- 1- Nugget:** Y eksenindeki semivariogram değeri, birbirinden sıfır uzaklıktaki noktaların değerinde beklenen karesel farkı temsil eder. Teoride bu noktalar için beklenen karesel farkın sıfır olması gerekirken, küçük ölçekteki varyasyon ve ölçüm hatalarından dolayı sıklıkla sıfırdan büyük çıkmaktadır.
- 2- Major Range:** Semivariogramın düz hale geldiği mesafe. İki nokta ana aralıktan daha büyük bir mesafe ile ayrılmışsa, noktalar ilişiksiz olduğu kabul edilir.
- 3- Partial Still:** Semivariogramın ana aralıktaki değerine denir. Nugget değerinin major range değerinden çıkarılmasıyla hesaplanır. Mekânsal olarak ilişiksiz noktalar arasındaki değerin beklenen karesi farkını temsil etmektedir. Bu değer temeldeki mekânsal sürecin varyansı hakkında bilgi sağlamaktadır.

Hazırlanan NDVI haritaları ile Isı İndeksi değerlerini enterpolasyon yapmak için Jeostatistik Sihirbazında bulunan EBK Regresyon Tahmininden yararlanılmıştır.

EBK Regresyon Tahmini, Empirical Bayesian Kriging ile regresyon analizini (Krivoruchko ve Gribov, 2019) birleştiren jeostatistiksel bir enterpolasyon yöntemidir

(Şekil 9). Girdi verilerini belirli bir boyutta örtüşen alt kümeler halinde bölen ve açıklayıcı değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkilerin mekânsal değişimlerini doğru bir şekilde modellemeyi sağlayan yerel ve bağımsız olarak hesaplanan modeller ile ilgilidir (Malcheva vd., 2020). Farklı mesafelerdeki konumlar arasındaki korelasyonun gücünü tanımlayan bir semivariogram ile modellenir (Applestein ve Germino, 2022).



Şekil 6: EBK İşlem Adımları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Her alt küme için öncelikle yerel verilerden bir semivariogram belirlenir. Bu semivariogram kullanılarak alt kümedeki her konumdaki yeni veriler simüle edilir. Bu simüle edilen verilerden sonra yeni bir semivariogram tahmin edilir. Bu aşama, her alt küme için büyük bir sayıda yarı değişken içerir. EBK, altta yatan yarı değişkeni tahmin etmekten kaynaklanan hatayı hesaba katar ve parametrelerin manuel ayarlamasını önler (Krivoruchko, 2012).

Regresyon aşamasındaki doğrulama süreci cross validation aşaması ile belirlenir. Önceden belirlenmiş bir örnek üzerinde tahmin edilen değerleri gözlemlenen değerler ile karşılaştırmayı amaçlayan veri noktalarının ardışık dışlanmasına dayanmaktadır (Malcheva vd., 2020). Cross validation aşaması sonucu ortaya çıkan istatistikler:

- 1. Ortalama Hata (Mean Error):** Ölçülen ve tahmin edilen değerler arasındaki ortalama fark.
- 2. Karekök Ortalama Kare Hatası (Root Mean Square Error):** Modelin ölçülen değerleri ne kadar yakın tahmin ettiğini göstermektedir.
- 3. Ortalama Standart Hata (Average Standard Error):** Tahmin standart hatalarının ortalaması.
- 4. Ortalama Standartlaştırılmış Hata (Mean Standardized Error):** Standartlaştırılmış hataların ortalaması.

Continuous Ranked Probability Score (CRPS) ise tahmin edilen kümülatif dağılım fonksiyonundan her gözlemlenen veri değerine olan sapmayı ölçmektedir. Bu değer mümkün olduğunca küçük olmalıdır.

1.2.4.1. 65 Yaş ve Üzeri Nüfusun İkamet Ettiği, Sıcak Hava Dalgalarının Etkili Olduğu Alanların ArcGIS Pro Yazılımında Haritalandırılması

Bu aşamada, istatistiksel yöntemler kullanılarak kırılğan nüfus grubu olarak seçilen 65 yaş ve üzeri nüfus verileri girilen ilçeler ile Isı İndeksi değerleri arasındaki ilişki sayısallaştırılmıştır. Coğrafi veri sayısallaştırma Coğrafi Bilgi Sistemleri metodolojisinde oldukça önemlidir.

Select Layer by Attribute sorgulaması, niteliğe göre bir katman seçmeye yarayan bir coğrafi işleme aracıdır. Bir katmana yeni seçim ekleme, güncelleme veya kaldırmaya yarayan ve bir öznitelik sorgusunu temel alan araçtır (Vetter vd., 2015). Ayrıca geçerli seçime ekleme ve geçerli seçimden alt küme seçme işlemleri de yapılabilmektedir. İstenilen sahada ve boyutta sınıflandırılma yapılmak için belirli aralıklar seçmeye yaramaktadır. Bu sorgulama ArcGIS Pro'ya özeldir ve bir konuyu açıklamaya yardımcı olur. Bir tanım sorgusuna göre seçim yapılır ve eşleşen özellikler veya satırları gösterir. Geoprocessing bölümünde Zonal Statistics as Table ile öznitelik tablosuna jeoistatistiksel analiz sonucu elde edilen haritaya ait sayısal veriler elde edilir. ArcGIS Pro yazılımında bulunan Select Layer by Attribute ile sorgulama yapılmıştır (Şekil 7). Bu araç ile sorgulamaya dayalı bir katman veya tabloya seçim eklenir. Sorgu ifadeleri için aşağıdaki sözdizimi kullanılır:

Alan Adı + Operator + Değer veya Alan

Kriterlere göre otomatik olarak seçim yapılır. Dağılım grafiği oluşturulduğunda ise seçili yerler sorgulamada belirlenen aralıkta olan yerlerdir. Isı İndeksi değerleri beş kategoriden oluşmaktadır. Bunlar; Risk Yok (<27 °C), Dikkat (27 °C-32 °C), Aşırı Dikkat (32 °C-41 °C), Tehlike (41 °C-54 °C) ve Aşırı Tehlikedir (>54 °C). Bu beş kategoriye ait değerler ve 65 yaş ve üzeri yaşlı nüfus oranının %8'den büyük olan ilçeler kesiştirilerek haritalandırılmıştır.

The image shows a query builder interface with two examples. Each example has a top bar with a green checkmark, a 'SQL' toggle, and a settings gear. Below the bar, there are two rows of conditions. The first row is 'Where 65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı is greater than 8'. The second row is 'And Isı İndeksi is greater than 27'. Below the conditions, there is a '+ Add Clause' button and an 'Invert Where Clause' checkbox. The bottom example is identical but with the value '54' instead of '27'.

Clause	Field	Operator	Value
Where	65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı	is greater than	8
And	Isı İndeksi	is greater than	27

+ Add Clause

☐ Invert Where Clause

Clause	Field	Operator	Value
Where	65 Yaş ve Üzeri Nüfus Oranı	is greater than	8
And	Isı İndeksi	is greater than	54

+ Add Clause

☐ Invert Where Clause

Şekil 7: Örnek Sorgu İfadeleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2. BÖLÜM: BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1. Nüfus Verileri

Sakarya ili nüfus verilerine bakıldığında, toplam nüfusun ve 65 yaş nüfusunun çoğunluğunun Adapazarı ve Serdivan’da yaşadığı görülmektedir (Tablo 8). Bu ilçelerde nüfus oranı fazla ve şehirleşme oranı diğer ilçelere kıyasla daha fazladır. 65 yaş ve üzeri toplam nüfusta üçüncü sırada Akyazı, dördüncü sırada Hendek bulunmaktadır. 65 yaş ve üzeri nüfus oranı bu ilçelerde 2014’ten bu yana her yıl artmıştır (Tablo 10). Adapazarı’nda 2015 yılında, Erenler ’de 2019 yılında ve Arifiye’de 2020 yılında yaşlı nüfus oranı %8’den büyük hale gelmiştir. Serdivan ilçesinde ise üniversitenin varlığından dolayı yaşlı nüfus oranı diğer ilçelere kıyasla daha yavaş artmaktadır. Bu ilçede, 2014 yılında %6 olan yaşlı nüfus oranı 2023’te %7,6’ya ulaşmıştır (Tablo 10). Genel olarak bütün ilçelerde hem toplam nüfus hem de yaşlı nüfus oranı her yıl artmaktadır (Şekil 9). Sakarya ilinde ise yaşlı nüfus oranı 2014 yılında %8,6 iken 2023 yılında 10,9’a ulaşmıştır (Tablo 9; Şekil 8).

İlçe/Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Adapazarı	20890	22221	22891	23720	24529	25826	27189	28163	28955	29850
Akyazı	8261	8587	8719	8919	9131	9559	10012	10370	10708	11159
Arifiye	2863	3039	3094	3227	3341	3543	3799	4048	4182	4365
Erenler	5662	6139	6338	6653	6927	7407	7950	8267	8519	8881
Ferizli	2432	2545	2572	2638	2744	2889	3073	3223	3369	3532
Geyve	5394	5588	5547	5730	5979	6169	6412	6605	6765	7105
Hendek	7095	7329	7410	7658	8062	8372	8927	9325	9579	10015
Karapürçek	1055	1092	1084	1128	1174	1242	1311	1378	1427	1492
Karasu	5562	5977	6153	6509	6978	7398	8052	8672	9159	9942
Kaynarca	2568	2697	2672	2743	2846	2980	3169	3273	3332	3509
Kocaali	2831	2932	2942	2954	3286	3426	3682	3882	4014	4340
Pamukova	2887	3058	3099	3179	3291	3425	3555	3670	3767	3982
Sapanca	3364	3570	3662	3792	3963	4245	4516	4783	5027	5326
Serdivan	6728	7297	7667	8258	8776	9650	10500	11197	11812	12493
Söğütli	1953	2028	2018	2100	2163	2197	2269	2335	2413	2533
Taraklı	1119	1146	1125	1138	1160	1166	1189	1198	1220	1243
Toplam	80664	85245	86993	90346	94350	99494	105605	110389	114248	119767

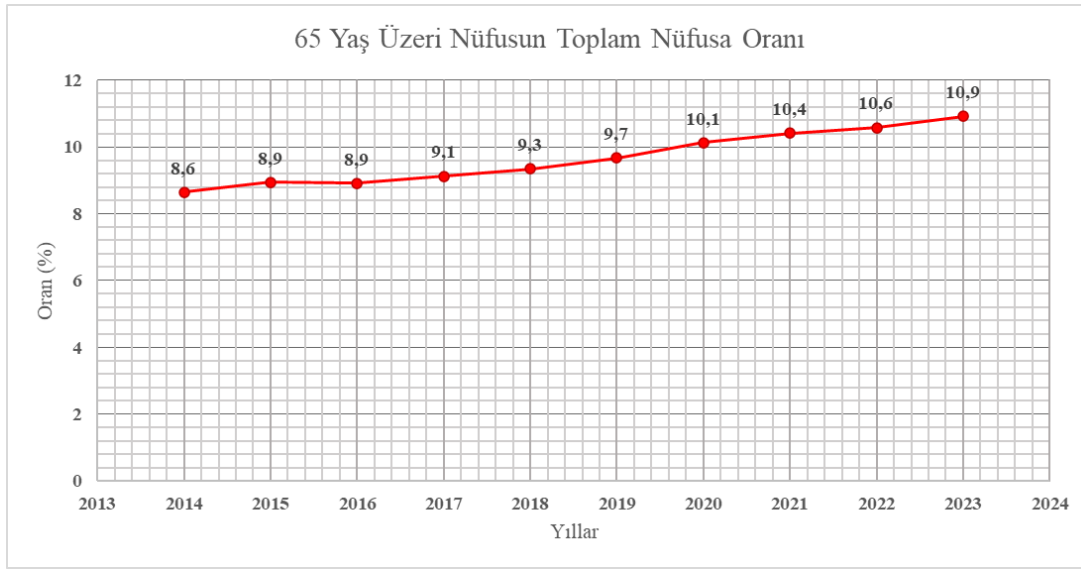
Tablo 8: Sakarya İli Yıllara Göre Toplam Yaşlı Nüfus

Kaynak: TÜİK verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

YIL/YAŞ	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90+	65 Yaş Üzeri Toplam Nüfus	Toplam Nüfus	65 Yaş Üzeri Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı
2014	29548	20302	14012	10820	4672	1310	80664	932706	8,6
2015	32020	21170	15127	10380	5094	1454	85245	953181	8,9
2016	32675	21777	15448	10305	5052	1736	86993	976948	8,9
2017	33810	22833	16201	10131	5420	1951	90346	990214	9,1
2018	35292	24486	16347	10039	6091	2095	94350	1010700	9,3
2019	36697	27192	16901	10144	6287	2273	99494	1029650	9,7
2020	39698	29254	17623	10783	5837	2410	105605	1042649	10,1
2021	44047	29639	17951	10785	5616	2351	110389	1060876	10,4
2022	44947	30979	19033	11282	5524	2483	114248	1080080	10,6
2023	46744	32485	20503	11613	5641	2781	119767	1098115	10,9

Tablo 9: Sakarya İli Yıllara Göre Yaşlı Nüfus Oranı

Kaynak: TÜİK verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 8: 65 Yaş ve Üzeri Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı

Kaynak: TÜİK verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

Taraklı, Söğütü ve Kocaali ilçeleri, yaşlı nüfus oranı en fazla olan ilçelerdir. 2014 yılında Taraklı’da yaşlı nüfus oranı %16 iken 2023 yılında %17,6’ya ulaşmıştır. Söğütü ilçesinde 2014 yılında %14 iken 2023 yılında %16,4’e ulaşmıştır. Kocaali ilçesinde ise 2014 yılında %13 iken 2023 yılında %16,4’e ulaşmıştır. Bu ilçelerde toplam nüfus ile yaşlı nüfus diğer ilçelere kıyasla daha azdır. Söğütü, Kocaali ve Taraklı’da 65 yaş ve üzeri nüfusun miktar olarak düşük olmasına karşın oransal olarak en yüksek çıkması, Birleşmiş Milletlere göre “çok yaşlı” olarak nitelendirilen bu ilçelerdeki nüfusun etkilenebilirliği açısından bu bağlamda oldukça önemlidir (Tablo 10).

İlçe/Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Adapazarı	7,9	8,3	8,3	8,7	9,0	9,3	9,7	10,1	10,3	10,7
Akyazı	9,7	10,0	10,1	10,1	10,2	10,6	10,9	11,1	11,3	11,6
Arifiye	7,3	7,7	7,6	7,5	7,5	7,8	8,2	8,5	8,5	8,5
Erenler	7,1	7,5	7,5	7,8	7,9	8,3	8,8	9,0	9,2	9,7
Ferizli	9,7	10,2	10,1	10,2	10,3	10,6	11,2	11,7	11,0	10,8
Geyve	11,2	11,6	11,4	11,8	12,0	12,3	12,8	13,1	13,3	13,7
Hendek	9,3	9,4	9,2	9,4	9,6	9,8	10,3	10,6	10,6	10,9
Karapürçek	8,5	8,8	8,6	8,8	9,0	9,6	10,0	10,5	10,7	10,9
Karasu	9,8	10,1	10,0	10,4	10,9	11,4	12,0	12,6	13,0	13,5
Kaynarca	11,0	11,5	11,3	11,5	11,7	12,3	13,1	13,4	13,6	14,0
Kocaeli	13,0	13,9	14,1	14,2	12,9	14,9	16,1	17,1	17,5	16,4
Pamukova	10,2	10,7	10,7	10,9	11,2	11,5	11,9	12,2	12,4	12,8
Sapanca	8,5	9,0	9,1	9,4	9,7	10,0	10,5	10,9	11,2	11,6
Serdivan	6,0	6,0	6,0	6,2	6,3	6,5	7,1	7,1	7,3	7,6
Söğütli	14,0	14,5	14,4	15,0	15,5	15,6	16,0	16,3	16,4	16,4
Taraklı	16,0	16,4	16,3	16,6	16,8	16,8	17,1	17,5	17,7	17,6

Tablo 10: Yıllara Göre İlçelere Ait 65 Yaş Nüfus Oranı

Kaynak: TÜİK verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

2023 yılı nüfus verilerine bakıldığında, 65 yaş ve üzeri nüfusun en fazla Adapazarı’nda en az ise Taraklı’da olduğu görülmektedir (Tablo 8). 65 yaş ve üzeri nüfusun toplam nüfusa oranına bakıldığında en yüksek Taraklı (%17,6), en düşük ise Serdivan’dadır (%7,6). Genel olarak incelendiğinde bütün istasyonlarda yaşlı nüfus sayısında ve toplam nüfusa oranında artış görülmektedir (Tablo 9; Şekil 9). 2023 yılında Serdivan hariç diğer bütün ilçelerde 65 yaş nüfus oranı %8’den yüksektir. Başka deyişle Sakarya’nın 15 ilçesi Birleşmiş Milletlere göre “yaşlı” kategorisine girmektedir.



Şekil 9: İlçelere Göre Yaşlı Nüfus Oranı

Kaynak: TÜİK verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

2.2. Aşırı Isı Faktörü (EHF)

Sakarya’da 2014-2023 yılları arasında tanıma uygun şekilde meydana gelen sıcak hava dalgaları istasyon bazında değerlendirildiğinde, Sakarya, Hendek, Sapanca, Geyve, Kaynarca, Akyazı, Ferizli, Karapürçek, Kocaali, Taraklı, Pamukova, Serdivan, Erenler ve Geyve/Hisarlık Köyü istasyonlarında sıcak hava dalgaları meydana gelmiştir. Karasu, Pamukova/Kemaliye Köyü, Ferizli/Gölkent Beldesi, Hendek/Yeniyayla Köyü ve Kocaali/Melen istasyonlarında tanıma uygun sıcak hava dalgaları tespit edilmemiştir.

Sıcak hava dalgası en fazla Sakarya istasyonunda kaydedilmiştir (Tablo 11). 2014-2023 yılları arasında toplam 21 adet sıcak hava dalgası tespit edilmiş ve toplam 121 gün sürmüştür. 2019 yılında sıcak hava dalgası kaydedilmemiştir. Sıcak hava dalgası sayısı en fazla 2023 yılında, en az ise 2022 ve 2014 yılında tespit edilmiştir. Sıcak hava dalga toplam gün sayısı en fazla 25 gün ile 2016 yılında kaydedilmiştir. Yılda ortalama sıcak hava dalgası sayısı 2,2, ortalama gün sayısı 12,1 gün, ortalama maksimum sıcaklık 33,5 °C ve ortalama sıcaklık 27,7 °C’dir. Ortalama sıcak hava şiddeti 2017 yılında 0,2, 2014, 2015, 2016, 2020, 2021 ve 2023 yıllarında 0,1 diğer yıllarda şiddet yok olarak sınıflandırılmıştır. Gerçekleşen sıcak hava dalgaları düşük şiddette gerçekleşmiştir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	1	4	4	0,1
2015	3	18	1	0,1
2016	3	25	1	0,1
2017	2	15	2	0,2
2018	2	6	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	3	17	2	0,1
2021	3	16	3	0,1
2022	1	4	3	0,0
2023	4	16	3	0,1

Tablo 11: 2014-2023 Yılları Arasında Sakarya İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Geyve istasyonunda, toplam 15 sıcak hava dalgası yaşanmış ve toplam 94 gün sürmüştür. 2018 yılında sıcak hava dalgası kaydedilmemiş, en fazla sıcak hava dalgası kaydedilen yıl 2016 yılı olmuştur (Tablo 12). En az sıcak hava dalgası yaşanan yıllar ise 2014, 2019, 2020 ve 2022 yılıdır. Sıcak hava dalgası gün sayısı en fazla 2016 yılında 27 gün

kaydedilmiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 1,5, ortalama gün sayısı 9,4 gündür. Sıcak hava dalgaları sırasında ortalama sıcaklık 27,4 °C ve ortalama maksimum sıcaklık 34 °C'dir. 2016 ve 2017 yıllarında ortalama sıcak hava dalgası şiddeti 0,2 ve 2018 ve 2022 yılları hariç ortalama şiddet 0,1'dir. Gerçekleşen sıcak hava dalgaları düşük şiddette gerçekleşmiştir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	1	4	4	0,1
2015	3	18	1	0,1
2016	3	25	1	0,2
2017	2	15	2	0,2
2018	2	6	0	0,0
2019	0	0	0	0,1
2020	3	17	2	0,1
2021	3	16	3	0,1
2022	1	4	3	0,0
2023	4	16	3	0,1

Tablo 12: 2014-2023 Yılları Arasında Geyve İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	0	0	0	0,0
2015	2	17	1	0,0
2016	3	24	1	0,2
2017	2	13	2	0,2
2018	3	18	0	0,0
2019	0	0	2	0,0
2020	2	8	1	0,1
2021	3	12	3	0,1
2022	0	0	0	0,0
2023	1	5	5	0,1

Tablo 13: 2014-2023 Yılları Arasında Sapanca İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sapanca istasyonunda, 2014-2023 yılları arasında toplam 16 sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Sıcak hava dalgası toplam gün sayısı 97 gündür. 2014 ve 2019 yıllarında sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir (Tablo 13). En az sıcak hava dalgası sayısı 2023 yılında,

en fazla sıcak hava dalgası sayısı 2016, 2018 ve 2021 yıllarında tespit edilmiştir. Sıcak hava dalgası gün sayısı en fazla 24 gün ile 2016 yılına aittir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 1,6, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 9,7'dir. Sıcak hava dalgaları sırasında ortalama maksimum sıcaklık 34,3 °C, ortalama sıcaklık ise 27,6 °C'dir. Ortalama sıcak hava dalgası şiddeti en fazla 2016 ve 2017 yıllarında 0,2 olarak belirlenmiştir. 2020, 2021 ve 2023 yıllarında 0,1 şiddetinde diğer yıllar 0,0 şiddetindedir. Gerçekleşen sıcak hava dalgaları düşük şiddette gerçekleşmiştir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	0	0	0	0,0
2015	0	0	0	0,0
2016	1	3	5	0,1
2017	1	5	2	0,1
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	0	0	0	0,0
2021	0	0	0	0,0
2022	0	0	0	0,0
2023	2	7	0	0,1

Tablo 14: 2014-2023 Yılları Arasında Hendek İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Hendek istasyonunda, 2014-2023 yılları arasında toplam dört sıcak hava dalgası ve toplam sıcak hava dalgası gün sayısı 15 gündür. 2016 ve 2017 yıllarında bir tane ve 2023 yılında iki tane sıcak hava dalgaları belirlenmiştir (Tablo 14). En fazla sıcak hava dalgası 2023 yılında tespit edilmiştir. Gün sayısı olarak en fazla 2023 yılında yedi gün, en az ise 2016 yılında üç gün sürmüştür. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,4, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 1,5 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 33,7 °C, ortalama sıcaklık 27,5 °C'dir. Ortalama sıcak hava dalgası şiddeti 2016, 2017 ve 2023 yıllarında 0,1 şiddetindedir. Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmediğinden dolayı 0'dır. Gerçekleşen sıcak hava dalgaları düşük şiddette gerçekleşmiştir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	0	0	0	0,0
2015	0	0	0	0,0
2016	0	0	1	0,0
2017	0	0	0	0,0
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	0	0	0	0,0
2021	1	3	2	0,1
2022	0	0	0	0,0
2023	0	0	0	0,0

Tablo 15: 2014-2023 Yılları Arasında Kaynarca İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kaynarca istasyonunda, 2014-2023 yılları arasında toplam bir sıcak hava dalgası ve toplam sıcak hava dalgası gün sayısı 3 gündür. 2021 yılında bir tane sıcak hava dalgası belirlenmiştir (Tablo 15). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,1, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 0,3 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 35,1 °C, ortalama sıcaklık 27,1 °C'dir. 2021 yılında gerçekleşen sıcak hava dalgasının şiddeti düşük yoğunlukta gerçekleşmiş ve şiddeti 0,1'dir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	0	0	0	0,0
2015	0	0	0	0,0
2016	0	0	2	0,0
2017	0	0	0	0,0
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	0	0	0	0,0
2021	0	0	1	0,0
2022	0	0	0	0,0
2023	1	3	0	0,1

Tablo 16: 2014-2023 Yılları Arasında Taraklı İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Taraklı istasyonunda, 2014-2023 yılları arasında toplam bir sıcak hava dalgası ve toplam sıcak hava dalgası gün sayısı 3 gündür. 2023 yılında bir tane sıcak hava dalgası belirlenmiştir (Tablo 16). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,1, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 0,3 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 36,4 °C, ortalama sıcaklık 27,5 °C'dir. 2023 yılında gerçekleşen sıcak hava dalgasının şiddeti düşük yoğunlukta gerçekleşmiş ve şiddeti 0,1'dir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	0	0	0	0,0
2015	0	0	0	0,0
2016	0	0	0	0,0
2017	1	3	0	0,1
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	0	0	0	0,0
2021	0	0	0	0,0
2022	0	0	0	0,0
2023	0	0	0	0,0

Tablo 17: 2014-2023 Yılları Arasında Kocaali İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kocaali istasyonunda, 2014-2023 yılları arasında toplam bir sıcak hava dalgası ve toplam sıcak hava dalgası gün sayısı 3 gündür. 2017 yılında bir tane sıcak hava dalgası belirlenmiştir (Tablo 17). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,1, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 0,3 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 32,4 °C, ortalama sıcaklık 27,4 °C'dir. 2017 yılında gerçekleşen sıcak hava dalgasının şiddeti düşük yoğunlukta gerçekleşmiş ve şiddeti 0,1'dir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	0	0	0	0,0
2015	0	0	0	0,0
2016	2	8	0	0,1
2017	0	0	4	0,0
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	0	0	1	0,0
2021	1	3	2	0,0
2022	0	0	0	0,0
2023	1	3	0	0,1

Tablo 18: 2014-2023 Yılları Arasında Karapürçek İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Karapürçek istasyonunda, 2014-2023 yılları arasında 2016 yılında iki, 2021 yılında bir ve 2023 yılında bir adet toplam dört tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. En fazla sıcak hava dalgası 2016 yılında gerçekleşmiş ve toplam sekiz gün sürmüştür. (Tablo 18). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,4, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 1,4 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 34,7 °C, ortalama sıcaklık 27,3 °C'dir. 2016 ve 2023 yıllarında gerçekleşen sıcak hava dalgasının şiddeti düşük yoğunlukta gerçekleşmiş ve şiddeti 0,1'dir. 2021 yılında ise 0,0 şiddetinde gerçekleşen sıcak hava dalgası bulunmaktadır.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	0	0	0	0,0
2015	0	0	1	0,0
2016	3	13	0	0,1
2017	1	3	2	0,2
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	0	0	0	0,0
2021	0	0	2	0,0
2022	0	0	0	0,0
2023	0	0	2	0,0

Tablo 19: 2014-2023 Yılları Arasında Ferizli İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Ferizli istasyonunda, 2014-2023 yılları arasında 2016 yılında üç ve 2017 yılında bir adet toplam üç tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. En fazla sıcak hava dalgası 2016 yılında gerçekleşmiş ve toplam 13 gün sürmüştür. (Tablo 19). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,4, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 1,6 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 34,1 °C, ortalama sıcaklık 27,7 °C'dir. 2016 yılında 0,1 ve 2017 yılında 0,2 şiddetinde gerçekleşen sıcak hava dalgası düşük yoğunlukta gerçekleşmiştir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2014	0	0	0	0,0
2015	0	0	0	0,0
2016	2	6	4	0,1
2017	1	4	2	0,1
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	0	0	0	0,0
2021	0	0	4	0,0
2022	0	0	0	0,0
2023	1	3	1	0,1

Tablo 20: 2014-2023 Yılları Arasında Akyazı İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Akyazı istasyonunda, 2014-2023 yılları arasında 2016 yılında iki, 2017 yılında bir ve 2023 yılında bir adet toplam dört tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. En fazla sıcak hava dalgası 2016 yılında gerçekleşmiş ve toplam altı gün sürmüştür. (Tablo 20). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,4, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 1,3 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 33,6 °C, ortalama sıcaklık 27,2 °C'dir. 2016, 2017 ve 2023 yıllarında gerçekleşen sıcak hava dalgasının şiddeti düşük yoğunlukta gerçekleşmiş ve şiddeti 0,1'dir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında $EHI_{sig} > 0$ Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2017	0	0	2	0,0
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	0	0	0	0,0
2021	1	3	1	0,1
2022	0	0	0	0,0
2023	1	3	0	0,1

Tablo 21: 2017-2023 Yılları Arasında Geyve/Hisarlık Köyü İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Geyve/Hisarlık Köyü istasyonunda, 2017-2023 yılları arasında 2021 yılında bir ve 2023 yılında bir adet toplam iki tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. (Tablo 21). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,3, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 0,9 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 33,1 °C, ortalama sıcaklık 27,2 °C'dir. 2021 ve 2023 yıllarında gerçekleşen sıcak hava dalgasının şiddeti düşük yoğunlukta gerçekleşmiş ve şiddeti 0,1'dir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında $EHI_{sig} > 0$ Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	1	0,0
2020	0	0	2	0,0
2021	2	9	3	0,2
2022	1	3	2	0,0
2023	2	9	2	0,2

Tablo 22: 2018-2023 Yılları Arasında Pamukova İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Pamukova istasyonunda, 2018-2023 yılları arasında 2021 yılında iki, 2022 yılında bir ve 2023 yılında iki adet toplam beş tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. En fazla sıcak hava dalgası 2021 ve 2023 yıllarında gerçekleşmiş ve toplam dokuz gün sürmüştür. (Tablo 22). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,8, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 3,5 gündür. Sıcak hava dalgası

ortalama maksimum sıcaklık, 35,3 °C, ortalama sıcaklık 27,7 °C'dir. 2021 ve 2023 yıllarında gerçekleşen sıcak hava dalgasının şiddeti düşük yoğunlukta gerçekleşmiş ve şiddeti 0,2'dir. 2022 yılında ise 0,0 şiddetinde gerçekleşen sıcak hava dalgası bulunmaktadır.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2018	0	0	0	0,0
2019	0	0	0	0,0
2020	0	0	0	0,0
2021	1	6	4	0,1
2022	0	0	0	0,0
2023	1	4	2	0,2

Tablo 23: 2018-2023 Yılları Arasında Serdivan İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Serdivan istasyonunda, 2018-2023 yılları arasında 2021 yılında bir ve 2023 yılında bir adet toplam iki tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Gün olarak en fazla sıcak hava dalgası 2021 yılında gerçekleşmiş ve toplam altı gün sürmüştür. (Tablo 23). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 0,3, ortalama sıcak hava dalgası gün sayısı 1,7 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 33,6 °C, ortalama sıcaklık 27,8 °C'dir. 2021 ve 2023 yıllarında gerçekleşen sıcak hava dalgasının şiddeti düşük yoğunlukta gerçekleşmiş ve 2023 yılında şiddeti 0,2 ve 2021 yılında ise 0,1'dir.

YIL	Sıcak Hava Dalgası Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Toplam Gün Sayısı	Sıcak Hava Dalgası Dışında EHI _{sig} > 0 Gün Sayısı	Ortalama Sıcak Hava Dalgası Şiddeti
2021	2	6	2	0,1
2022	0	0	0	0,0
2023	2	6	1	0,1

Tablo 24: 2021-2023 Yılları Arasında Erenler İstasyonunda Meydana Gelen Sıcak Hava Dalgaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Erenler istasyonunda, 2021-2023 yılları arasında 2021 yılında iki ve 2023 yılında iki adet toplam dört tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. (Tablo 24). Diğer yıllarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Ortalama sıcak hava dalgası sayısı 1,3, ortalama sıcak hava

dalgası gün sayısı 4 gündür. Sıcak hava dalgası ortalama maksimum sıcaklık, 34,1 °C, ortalama sıcaklık 27,3 °C'dir. 2021 ve 2023 yıllarında gerçekleşen sıcak hava dalgasının şiddeti düşük yoğunlukta gerçekleşmiş ve şiddeti 0,1'dir.

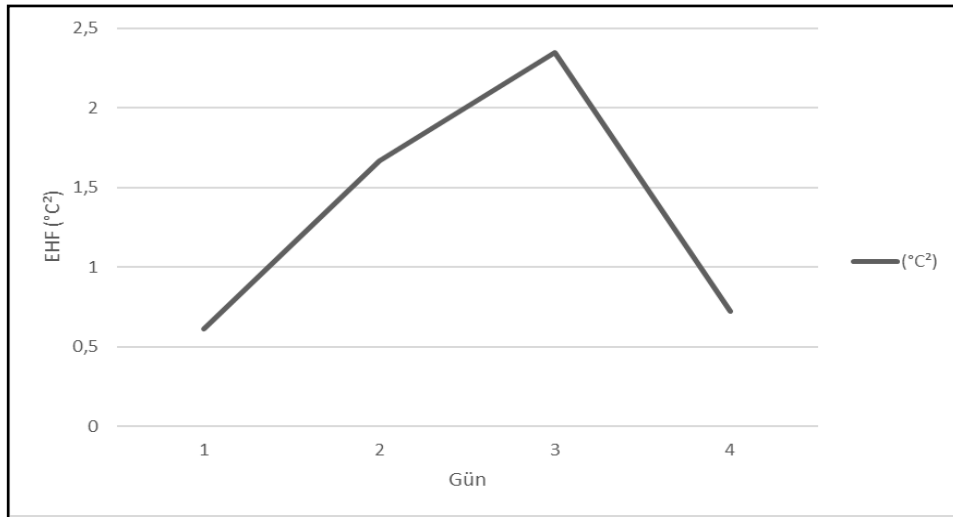
2.2.1. 2014 Yılı

2014 yılında, Sakarya ve Geyve istasyonlarında sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. Sakarya istasyonunda 12-15 Ağustos tarihlerinde (Tablo 25), Geyve istasyonunda ise 9-11 Temmuz tarihleri arasında tespit edilmiştir (Tablo 26). Sakarya istasyonunda 9-10 Temmuz günlerinde, Geyve istasyonunda ise 14-15 Ağustos tarihlerinde pozitif EHF değerleri tespit edilmiştir. Bu tarihler arasında Sakarya istasyonunda maksimum EHF (3,9 °C²) 10 Temmuz'da, Geyve istasyonunda maksimum EHF (8,9 °C²) 25 Haziran'da tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda sıcak hava dalgaları tespit edilmemiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	12-15 Ağustos 2014	27.4	28.3	35.6	34.0

Tablo 25: Sakarya İstasyonunda 2014 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 10: Sakarya İstasyonunda 12-15 Ağustos 2014 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2014 yılında Sakarya istasyonunda 12-15 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (2,3 °C²) üçüncü günde (14 Ağustos) tespit edilmiştir

(Şekil 10). Bugün de ölçülen maksimum sıcaklık 35,6 °C, ortalama sıcaklık 28,3 °C'dir (Tablo 25). Bu sıcak hava dalgası sırasında maksimum değerler 14 Ağustos tarihine aittir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Geyve	9-11 Temmuz 2014	27,0	30,2	41,4	36,3

Tablo 26: Geyve İstasyonunda 2014 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 11: Geyve İstasyonunda 9-11 Temmuz 2014 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2014 yılında Geyve istasyonunda 9-11 Temmuz tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (4,2 °C²) ikinci günde (10 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 11). Bugün de ölçülen maksimum sıcaklık 35,4 °C, ortalama sıcaklık ise 26,7 °C'dir. En yüksek maksimum sıcaklık 41,4 °C ve en yüksek ortalama sıcaklık 30,2 °C ise 11 Temmuz'da ölçülmüştür (Tablo 26).

2.2.2. 2015 Yılı

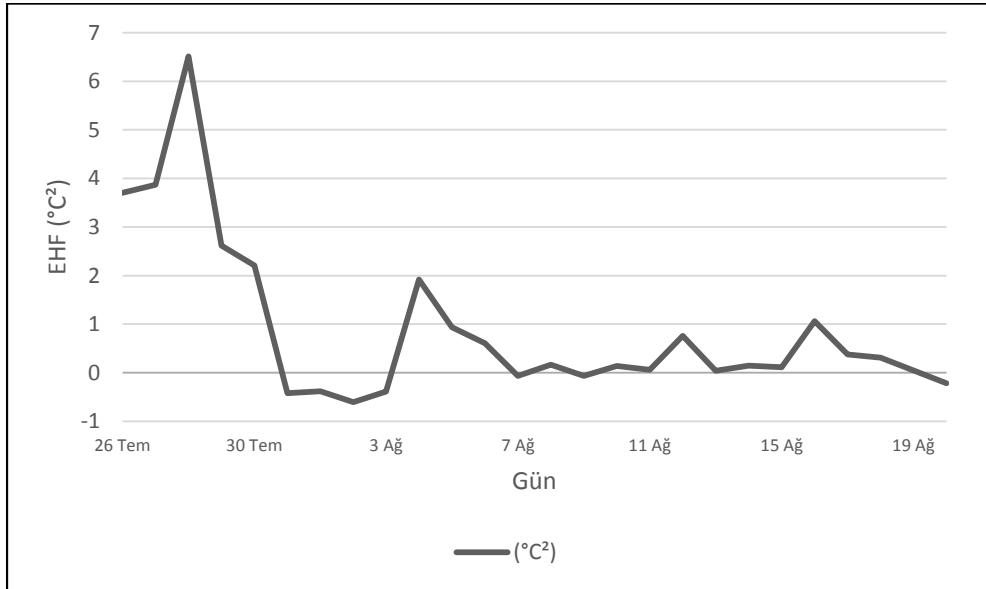
2015 yılında, Sakarya, Geyve ve Sapanca istasyonlarında sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. Sakarya istasyonunda birinci sıcak hava dalgası, 26-30 Temmuz tarihleri arasında, ikinci sıcak hava dalgası, 4-6 Ağustos tarihleri arasında ve üçüncü sıcak hava

dalgası 10-19 Ağustos tarihleri arasında meydana gelmiştir. Geyve istasyonunda, 26 Temmuz-7 Ağustos tarihleri arasında ve 9-20 Ağustos tarihleri arasında iki tane sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Sapanca istasyonunda, ilk sıcak hava dalgası 27 Temmuz-8 Ağustos tarihleri arasında ve ikinci sıcak hava dalgası 16-19 Ağustos tarihleri arasında meydana gelmiştir. Sakarya, Geyve ve Sapanca için EHF değerleri 26 Temmuz-20 Ağustos tarihleri arasında gösterilmiştir. Diğer istasyonlarda EHF > 0 değerleri tespit edilmemiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	26-30 Temmuz 2015	28.4	29.2	36.4	35.5
Sakarya	4-6 Ağustos 2015	27.7	28.5	32.7	32.3
Sakarya	10-19 Ağustos 2015	27.1	28.4	34.7	33.3

Tablo 27: Sakarya İstasyonunda 2015 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 12: Sakarya İstasyonunda 26 Temmuz-20 Ağustos 2015 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

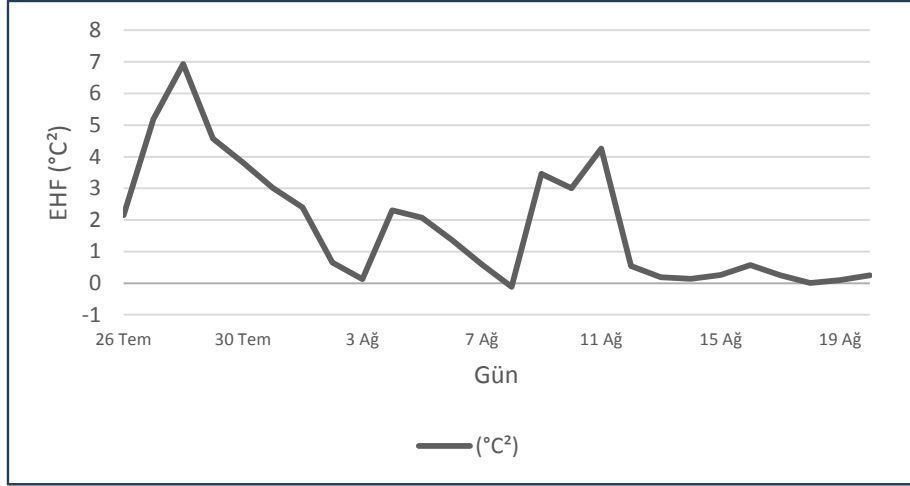
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2015 yılında Sakarya istasyonunda 26-30 Temmuz tarihlerinde meydana gelen birinci sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($6,5\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (28 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 12). Bugün de ölçülen maksimum sıcaklık $36,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir (Tablo 27). En yüksek maksimum sıcaklık 28 Temmuz'da, en yüksek ortalama sıcaklık $29,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ise 30 Temmuz'da ölçülmüştür. İkinci sıcak hava dalgası, 4-6 Ağustos tarihlerinde meydana gelmiştir. İkinci sıcak hava dalgasındaki maksimum EHF değeri ($1,9\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) birinci günde (4 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 12). Bugün de ölçülen maksimum sıcaklık değeri $32,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık değeri ise $27,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. En yüksek maksimum sıcaklık 4 Ağustos'ta, en yüksek ortalama sıcaklık 6 Ağustos'ta $28,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ölçülmüştür (Tablo 27). Üçüncü sıcak hava dalgası 10-19 Ağustos tarihlerinde meydana gelmiştir ve maksimum EHF değeri ($1,0\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) yedinci günde (16 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 12). 16 Ağustos'a ait maksimum sıcaklık değeri $33,9$ ve ortalama sıcaklık değeri $27,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. En yüksek maksimum sıcaklık değeri $34,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (12 ve 17 Ağustos) ve en yüksek ortalama sıcaklık $28,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (18 Ağustos) ölçülmüştür (Tablo 27).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)
Geyve	26 Temmuz-7 Ağustos 2015	27.6	29.0	37.7	34.2
Geyve	9-20 Ağustos 2015	27.3	31.0	36.3	34.2

Tablo 28: Geyve İstasyonunda 2015 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 13: Geyve İstasyonunda 26 Temmuz-20 Ağustos 2015 Tarihlerine Ait Aşırı Sıcak Faktörü Değerleri

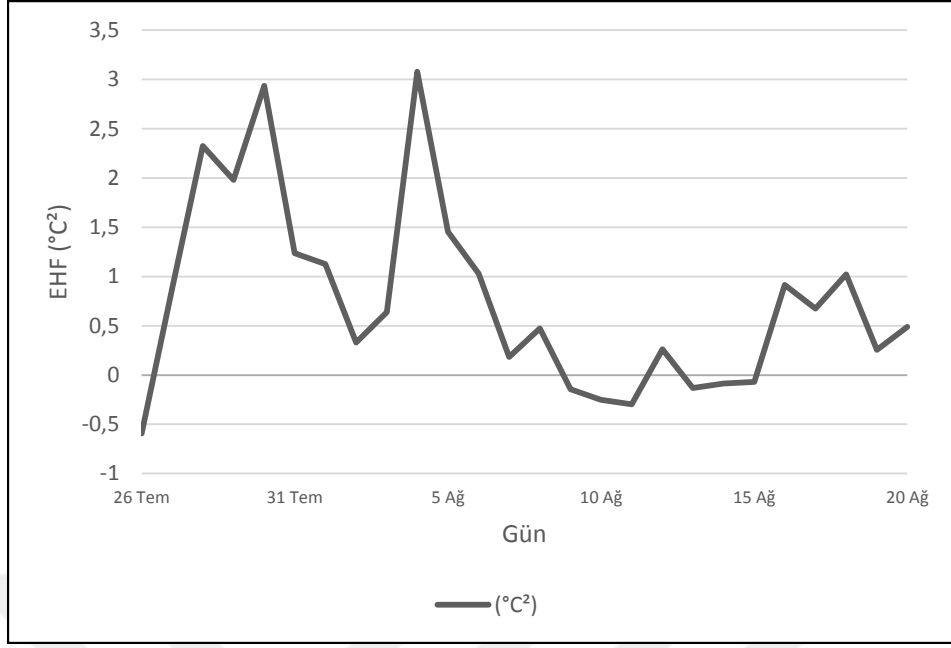
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Geyve istasyonunda 2015 yılında iki tane sıcak hava dalgası olayı meydana gelmiştir. Birinci sıcak hava dalgası, 26 Temmuz-7 Ağustos tarihleri arasında meydana gelmiştir. Maksimum EHF değeri (6,9 °C²) üçüncü gününde (28 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 13). 28 Temmuz'a ait maksimum sıcaklık değeri 36,8 °C, ortalama sıcaklık ise 27,8 °C'dir. En yüksek maksimum sıcaklık 37,7 °C ve en yüksek ortalama sıcaklık 29 °C ile 29 Temmuz tarihinde ölçülmüştür (Tablo 28). İkinci sıcak hava dalgası, 9-20 Ağustos tarihlerinde meydana gelmiştir. Maksimum EHF değeri (4,3 °C²) ikinci günde (11 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 13). 11 Ağustos'a ait maksimum sıcaklık 36,2 °C, ortalama sıcaklık ise 31 °C'dir. En yüksek maksimum sıcaklık ise 36,3 °C ile 17 Ağustos'ta, en yüksek ortalama sıcaklık ise 11 Ağustos'ta ölçülmüştür (Tablo 28).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sapanca	27 Temmuz-8 Ağustos 2015	27,4	28,7	36,9	33,8
Sapanca	16-19 Ağustos 2015	27,4	31,0	35,9	34,9

Tablo 29: Sapanca İstasyonunda 2015 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 14: Sapanca İstasyonunda 26 Temmuz-20 Ağustos 2015 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sapanca istasyonunda 2015 yılında iki adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Birincisi, 27 Temmuz-8 Ağustos tarihleri arasında gerçekleşmiş ve maksimum EHF değeri ($3,1\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) dokuzuncu günde (4 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 14). 4 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $33,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve ortalama sıcaklık $27,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. En yüksek maksimum sıcaklık $36,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ (30 Temmuz) ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri $28,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ölçülmüştür (Tablo 29). İkinci sıcak hava dalgası, 16-19 Ağustos tarihleri arasında gerçekleşmiş ve maksimum EHF değeri ($1,0\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (18 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 14). 18 Ağustos'a ait maksimum sıcaklık değeri $35,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık değeri $28,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. En yüksek ortalama sıcaklık 18 Ağustos'ta, en yüksek maksimum sıcaklık değeri ise $35,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 17 Ağustos'ta kaydedilmiştir (Tablo 29).

2.2.3. 2016 Yılı

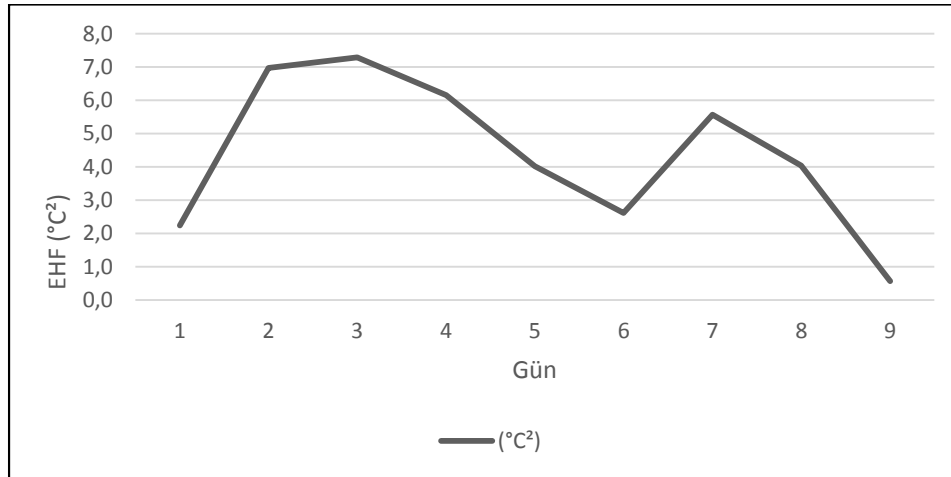
2016 yılında, Sakarya, Geyve, Akyazı, Ferizli, Hendek, Karapürçek ve Sapanca istasyonlarında sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. Sakarya istasyonunda birinci sıcak hava dalgası, 18-26 Haziran tarihleri arasında, ikinci sıcak hava dalgası, 30 Temmuz-10 Ağustos tarihleri arasında ve üçüncü sıcak hava dalgası 19-22 Ağustos tarihleri arasında meydana gelmiştir. Geyve istasyonunda, 18-27 Haziran tarihleri arasında, 29 Temmuz-

10 Ağustos tarihleri arasında ve 20-23 Ağustos tarihleri arasında üç tane sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Akyazı istasyonunda birincisi, 20-22 Haziran tarihleri arasında ikincisi, 7-9 Ağustos tarihleri arasında tespit edilmiştir. Ferizli istasyonunda, 31 Temmuz-3 Ağustos tarihleri arasında, 5-9 Ağustos tarihleri arasında ve 19-22 Ağustos tarihleri arasında üç adet sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Hendek istasyonunda 7-9 Ağustos tarihleri arasında bir adet sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Karapürçek istasyonunda, 31 Temmuz-2 Ağustos ve 5-9 Ağustos tarihleri arasında iki adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Sapanca istasyonunda, ilk sıcak hava dalgası 18-26 Haziran tarihleri arasında, ikinci sıcak hava dalgası 30 Temmuz-10 Ağustos tarihleri arasında ve üçüncü sıcak hava dalgası 19-21 Ağustos tarihleri arasında meydana gelmiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	18-26 Haziran 2016	27.3	29.2	35.8	33.3
Sakarya	30 Temmuz-10 Ağustos 2016	28.1	29.9	35.4	33.6
Sakarya	19-22 Ağustos 2016	27.6	28.9	34.9	32.5

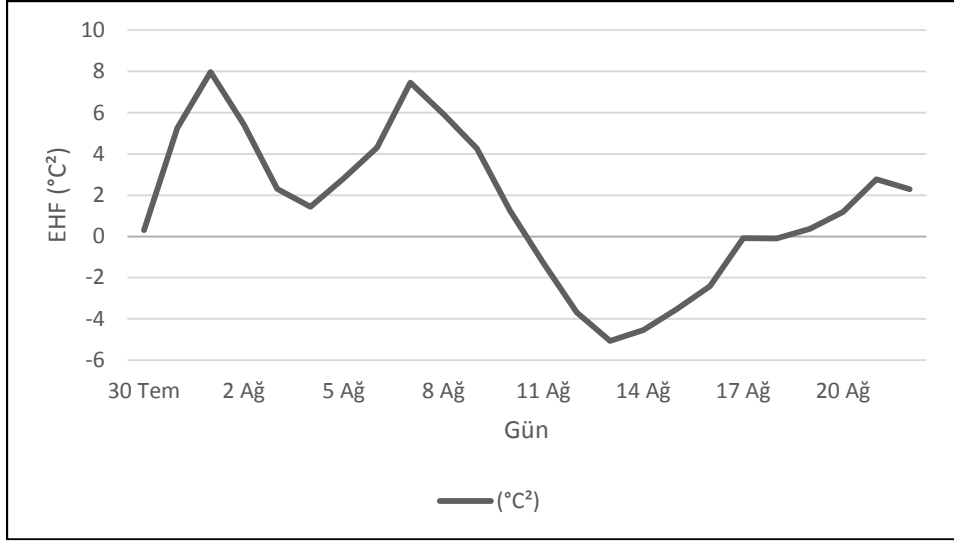
Tablo 30: Sakarya İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 15: Sakarya İstasyonunda 18-26 Haziran 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 16: Sakarya İstasyonunda 30 Temmuz-22 Ağustos 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

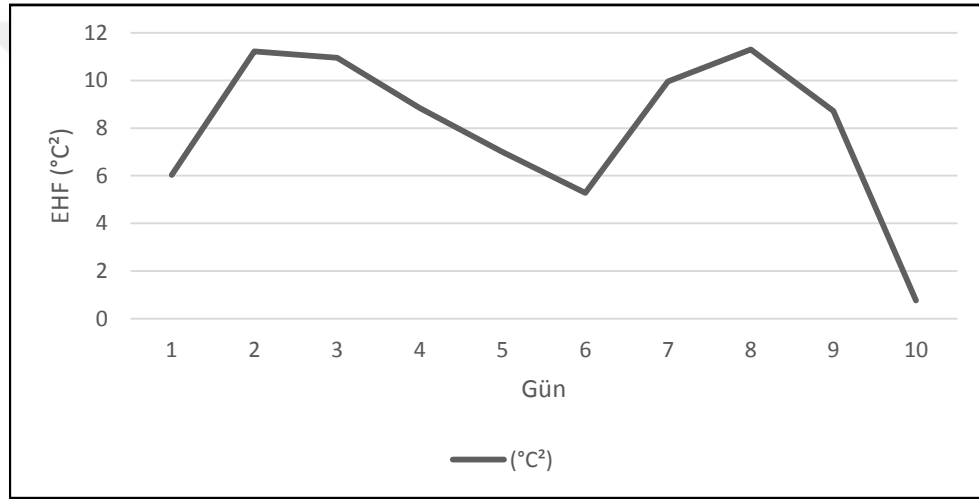
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sakarya istasyonunda üç adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. 18-26 Haziran tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasındaki maksimum EHF değeri ($7.3 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (20 Haziran) tespit edilmiştir (Şekil 15). 20 Haziran'a ait maksimum sıcaklık $35,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık $27,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık değeri 20 Haziran'da ($35,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$), en yüksek ortalama sıcaklık ise 26 Haziran'a aittir ($29,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) (Tablo 30). 30 Temmuz-10 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında ise maksimum EHF değeri ($8.0 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (1 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 16). 1 Ağustos tarihinde ölçülen maksimum sıcaklık $35,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık 1 Ağustos tarihine, en yüksek ortalama sıcaklık ise 2 Ağustos tarihine ($29,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$) aittir (Tablo 30). Üçüncü sıcak hava dalgası, 19-22 Ağustos tarihleri arasında tespit edilmiştir. Bu tarih aralarına ait maksimum EHF değeri ($2.8 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (21 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 16). 21 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $32,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $26,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ derecedir. Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık $34,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri $28,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 22 Ağustos tarihine aittir (Tablo 30).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Geyve	18-27 Haziran 2016	27,1	29,7	37,4	33,9
Geyve	29 Temmuz-10 Ağustos 2016	27,9	29,0	36,0	34,0
Geyve	20-23 Ağustos 2016	27,7	28,1	34,5	32,5

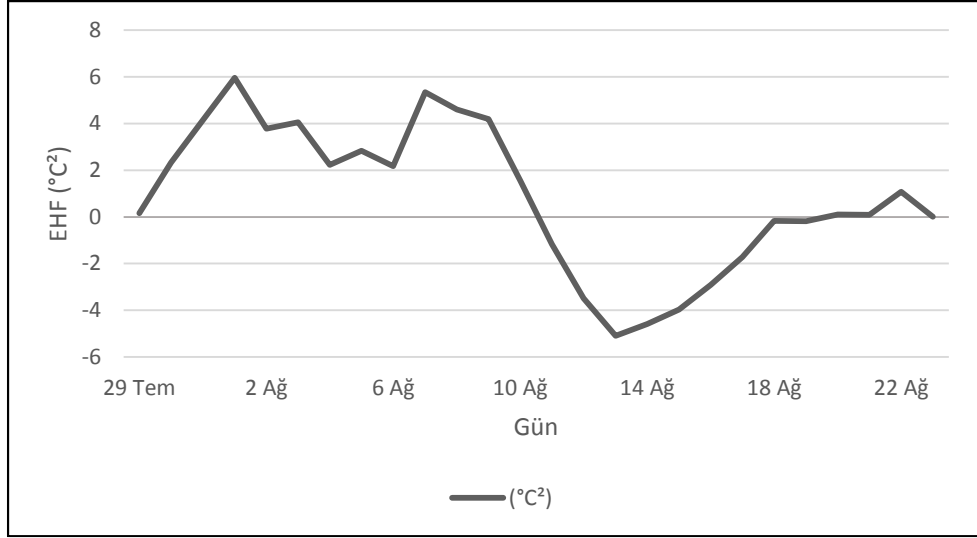
Tablo 31: Geyve İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 17: Geyve İstasyonunda 18-27 Haziran 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 18: Geyve İstasyonunda 29 Temmuz-23 Ağustos 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

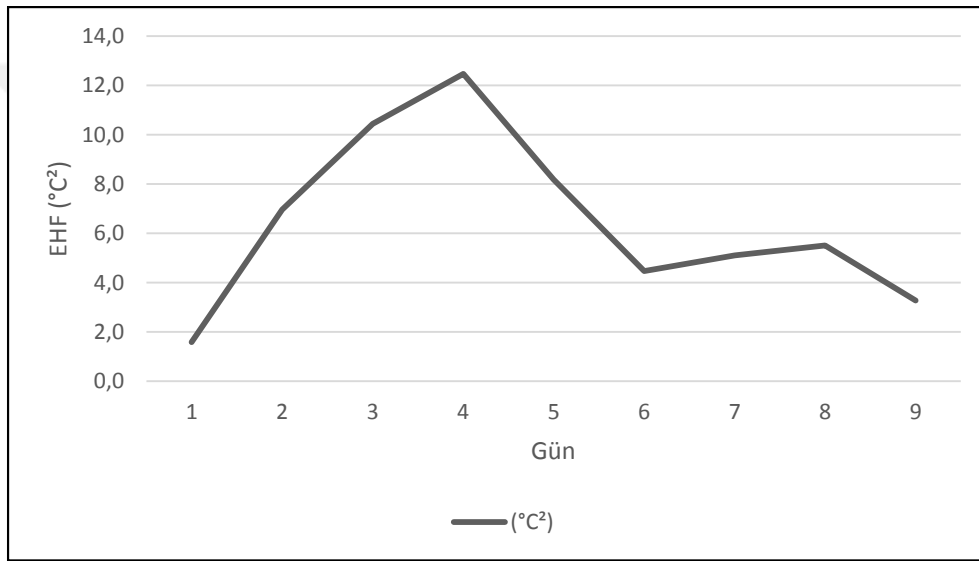
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Geyve istasyonunda üç adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. 18-27 Haziran tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasındaki maksimum EHF değeri ($11.3 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) sekizinci günde (25 Haziran) tespit edilmiştir (Şekil 17). 25 Haziran'a ait maksimum sıcaklık $32,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık $26,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık değeri 20 Haziran ($37,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$), en yüksek ortalama sıcaklık değeri ise 26 Haziran'a aittir ($29,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$) (Tablo 31). 29 Temmuz-10 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında ise maksimum EHF değeri ($6.0 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) dördüncü günde (1 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 18). 1 Ağustos tarihinde ölçülen maksimum sıcaklık $36,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık 1 Ağustos tarihine, en yüksek ortalama sıcaklık değeri ise 5 Ağustos tarihine ($29,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$) aittir (Tablo 31). Üçüncü sıcak hava dalgası, 20-23 Ağustos tarihleri arasında tespit edilmiştir. Bu tarih aralarına ait maksimum EHF değeri ($1.0 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (22 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 18). 22 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $34,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ derecedir. Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık $34,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri $28,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 22 Ağustos tarihine aittir (Tablo 31).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sapanca	18-26 Haziran 2016	27,5	28,9	36,4	34,8
Sapanca	30 Temmuz-10 Ağustos 2016	28,3	29,7	36,7	34,3
Sapanca	19-21 Ağustos 2016	27,1	28,0	33,4	32,6

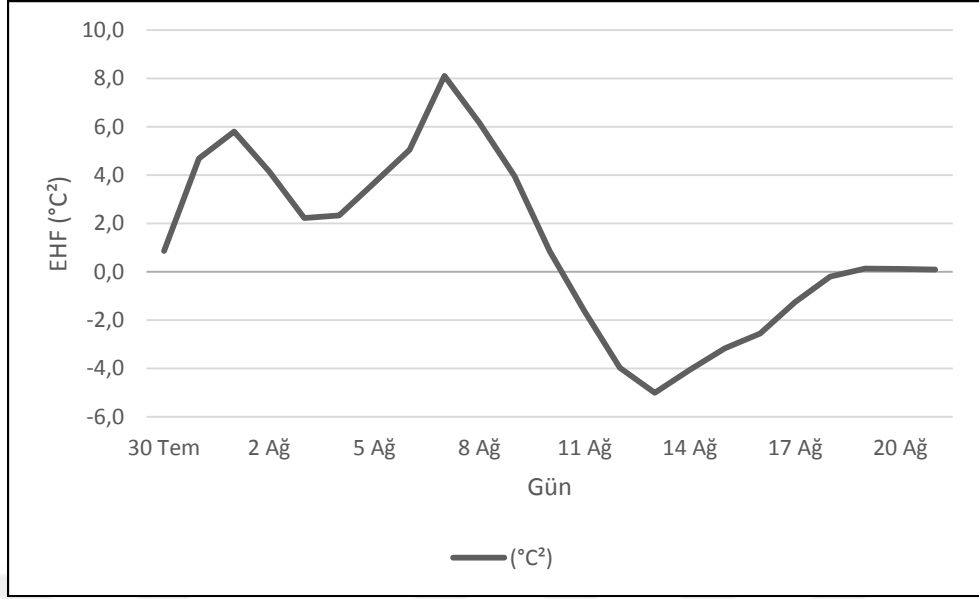
Tablo 32: Sapanca İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 19: Sapanca İstasyonunda 18-26 Haziran Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 20: Sapanca İstasyonunda 30 Temmuz-21 Ağustos Tarihlerine Ait EHF Değerleri

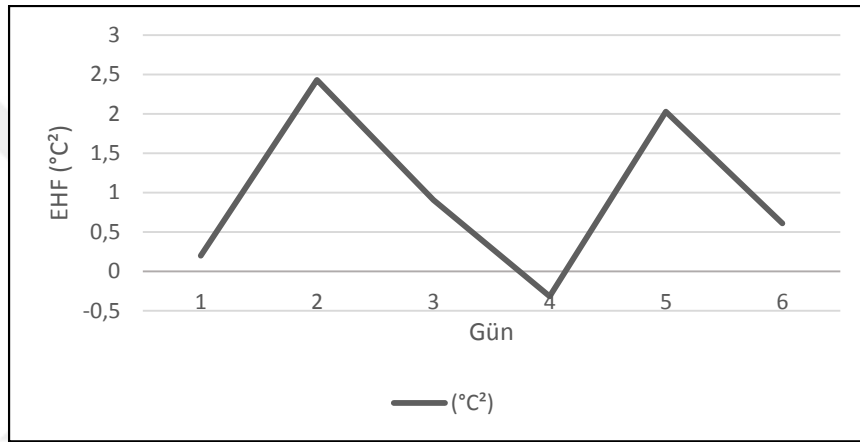
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sapanca istasyonunda üç adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. 18-26 Haziran tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasındaki maksimum EHF değeri (12,5 °C²) dördüncü günde (21 Haziran) tespit edilmiştir (Şekil 19). 21 Haziran'a ait maksimum sıcaklık 35,6 °C, ortalama sıcaklık 28,3 °C'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık (36,4 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık (28,9 °C) değerleri 26 Haziran'a aittir (Tablo 32). 30 Temmuz-10 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında ise maksimum EHF değeri (8,1 °C²) dokuzuncu günde (7 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 20). 7 Ağustos tarihinde ölçülen maksimum sıcaklık 35,6 °C, ortalama sıcaklık ise 29,0 °C'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık 1 Ağustos tarihine (36,7 °C), en yüksek ortalama sıcaklık ise 2 Ağustos tarihine (29,7 °C) aittir (Tablo 32). Üçüncü sıcak hava dalgası, 19-21 Ağustos tarihleri arasında tespit edilmiştir. Bu tarih aralarına ait maksimum EHF değeri (0,14 °C²) birinci günde (19 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 20). 19 Ağustos'ta maksimum sıcaklık 32,2 °C, ortalama sıcaklık ise 28,0 °C derecedir. Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık 33,4 °C 21 Ağustos tarihine ve en yüksek ortalama sıcaklık 28,0 °C 19 Ağustos tarihine aittir (Tablo 32).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Akyazı	20-22 Haziran 2016	26,4	27,0	34,4	33,0
Akyazı	7-9 Ağustos 2016	27,7	28,3	34,2	33,9

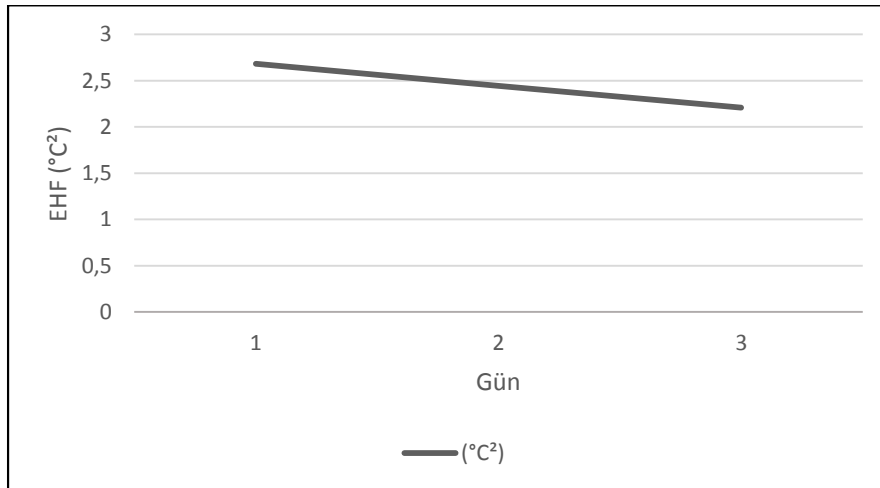
Tablo 33: Akyazı İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 21: Akyazı İstasyonunda 20-25 Haziran 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 22: Akyazı İstasyonunda 7-9 Ağustos 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

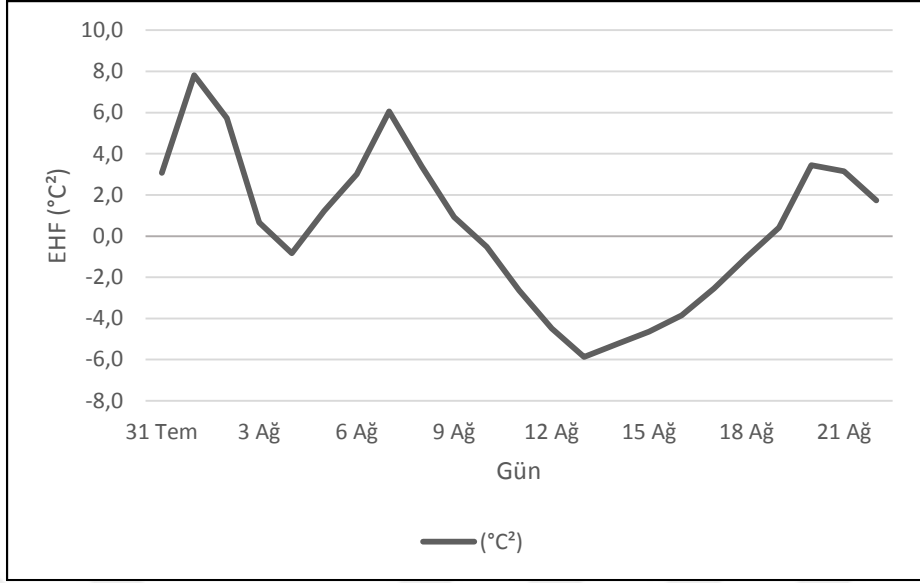
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Akyazı istasyonunda 2016 yılına ait iki adet sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Birincisi 20-22 Haziran tarihleri arasında gerçekleşmiş ve maksimum EHF değeri (2,4 °C²) ikinci güne (21 Haziran) aittir (Şekil 21). 21 Haziran'a ait maksimum sıcaklık 34,1 °C, ortalama sıcaklık ise 27,0 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait en yüksek maksimum sıcaklık değeri 34,3 °C (20 Haziran) ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri 21 Haziran'a aittir (Tablo 33). 23-24 tarihleri arasında artarda EHF>0 değerleri tespit edilmiştir. Bu tarihler arasında maksimum EHF değeri 2,0 °C² 24 Haziran'a aittir. İkinci sıcak hava dalgası 7-9 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgası sırasında maksimum EHF değeri (2,7 °C²) 7 Ağustos tarihinde tespit edilmiştir (Şekil 22). 7 Ağustos tarihine ait maksimum sıcaklık değeri 34,1 °C ve ortalama sıcaklık değeri 27,3 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait en yüksek maksimum sıcaklık değeri 34,2 °C (8 Ağustos) ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri 28,3 °C (9 Ağustos) ölçülmüştür (Tablo 33).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Ferizli	31 Temmuz-3 Ağustos 2016	27,9	29,8	37,2	34,7
Ferizli	5-9 Ağustos 2016	27,6	29,0	36,7	33,7
Ferizli	19-22 Ağustos 2016	27,7	29,4	37,8	34,0

Tablo 34: Ferizli İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 23: Ferizli İstasyonunda 31 Temmuz-22 Ağustos 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

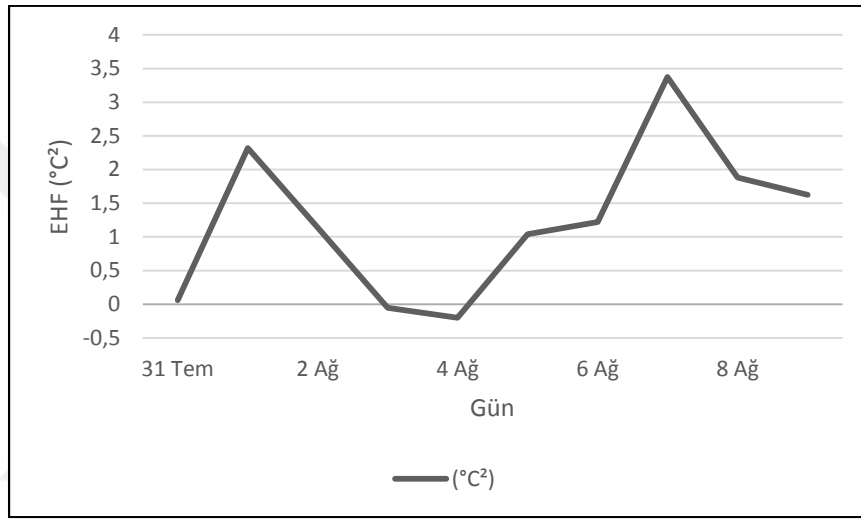
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Ferizli istasyonunda üç adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. 31 Temmuz-3 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasındaki maksimum EHF değeri (7,8 °C²) ikinci günde (1 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 23). 1 Ağustos'a ait maksimum sıcaklık 34,3 °C, ortalama sıcaklık 27,8 °C'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık (37,2 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık (29,8 °C) değerleri 2 Ağustos'a aittir (Tablo 34). 5-9 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında ise maksimum EHF değeri (6,1 °C²) üçüncü günde (7 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 23). 7 Ağustos tarihinde ölçülen maksimum sıcaklık 36,7 °C, ortalama sıcaklık ise 29,0 °C'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık (36,7 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık ise 7 Ağustos tarihine (29,7 °C) aittir (Tablo 34). Üçüncü sıcak hava dalgası, 19-22 Ağustos tarihleri arasında tespit edilmiştir. Bu tarih aralarına ait maksimum EHF değeri (3,4 °C²) ikinci günde (20 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 23). 20 Ağustos'ta maksimum sıcaklık 31,6 °C, ortalama sıcaklık ise 27,0 °C derecedir. Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık 37,8 °C ve en yüksek ortalama sıcaklık 29,4 °C 22 Ağustos tarihine aittir (Tablo 34).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Karapürçek	31 Temmuz-2 Ağustos 2016	27,2	28,4	35,1	34,3
Karapürçek	5-9 Ağustos 2016	27,4	28,0	34,7	33,6

Tablo 35: Karapürçek İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 24: Karapürçek İstasyonunda 31 Temmuz-9 Ağustos 2016 Tarihlerine EHF Değerleri

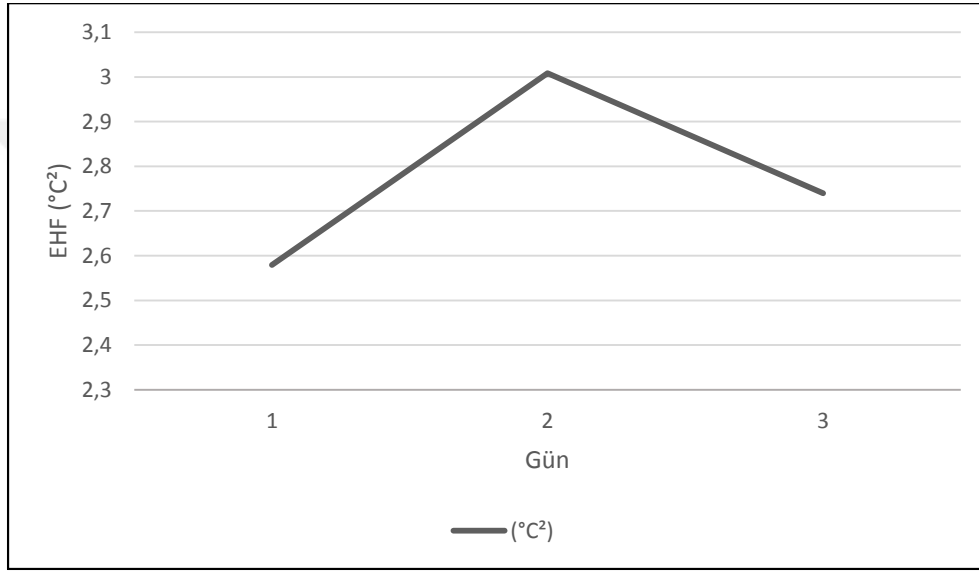
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Karapürçek istasyonunda iki adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Birinci sıcak hava dalgası, 31 Temmuz-2 Ağustos tarihleri arasında gerçekleşmiş ve maksimum EHF değeri (2,3 °C²) ikinci günde (1 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 24). 1 Ağustos tarihine ait maksimum sıcaklık 35,1 °C ve ortalama sıcaklık 27,7 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait en yüksek maksimum sıcaklık değeri 1 Ağustos'a ve en yüksek ortalama sıcaklık (28,4 °C) 2 Ağustos tarihine aittir (Tablo 35). İkinci sıcak hava dalgası, 5-9 Ağustos tarihleri arasında gerçekleşmiştir ve maksimum EHF değeri (3,4 °C²) üçüncü günde (7 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 24). 7 Ağustos tarihine ait maksimum sıcaklık 34,7 °C ve ortalama sıcaklık 28,0 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait maksimum değerler 7 Ağustos tarihine aittir (Tablo 35).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Hendek	7-9 Ağustos 2016	27,6	28,9	35,4	35,1

Tablo 36: Hendek İstasyonunda 2016 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 25: Hendek İstasyonunda 5-7 Ağustos 2016 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Hendek istasyonunda bir adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. 7-9 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (3,0 °C²) ikinci günde (8 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 25). 8 Ağustos tarihine ait maksimum sıcaklık 35,1 °C ve ortalama sıcaklık 27,4 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait en yüksek maksimum sıcaklık (35,4 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri (28,9 °C) 9 Ağustos'ta gerçekleşmiştir (Tablo 36).

Hendek istasyonunda 21-22 Haziran ve 1-2 Ağustos tarihlerine ait EHF>0 değerleri tespit edilmiştir. 21-22 Haziran'a ait maksimum EHF değeri (1,2 °C²) 21 Haziran'da, 1-2 Ağustos'a ait maksimum EHF değeri (1,0 °C²) 1 Ağustos'ta tespit edilmiştir. Akyazı istasyonunda 1-2 Ağustos tarihlerinde EHF >0 değerleri tespit edilmiştir. 1-2 Ağustos tarihine ait maksimum EHF değeri (2,2 °C²) 1 Ağustos tarihine aittir. Taraklı

istasyonunda 24-25 Haziran tarihlerinde EHF >0 değerleri tespit edilmiş ve maksimum EHF değeri (6,0 °C²) 25 Haziran'a aittir.

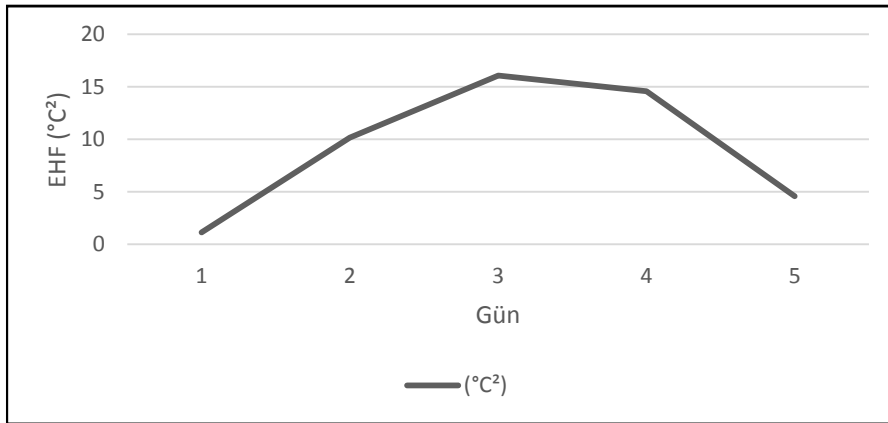
2.2.4. 2017 Yılı

Sakarya istasyonunda 27 Haziran-1 Temmuz ve 2-11 Ağustos tarihleri arasında iki adet sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Sapanca istasyonunda 28 Haziran-1 Temmuz ve 3-11 Ağustos tarihleri arasında iki adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Geyve istasyonunda 27 Haziran-1 Temmuz ve 5-9 Ağustos tarihleri arasında iki adet sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Hendek istasyonunda 5-9 Ağustos tarihleri arasında, Akyazı istasyonunda 5-8 Ağustos, Ferizli istasyonunda 5-7 Ağustos ve Kocaali istasyonunda 6-8 Ağustos tarihleri arasında bir adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	27 Haziran-1 Temmuz 2017	27.4	29.5	37.4	34.6
Sakarya	2-11 Ağustos 2017	27.7	29.3	34.4	32.0

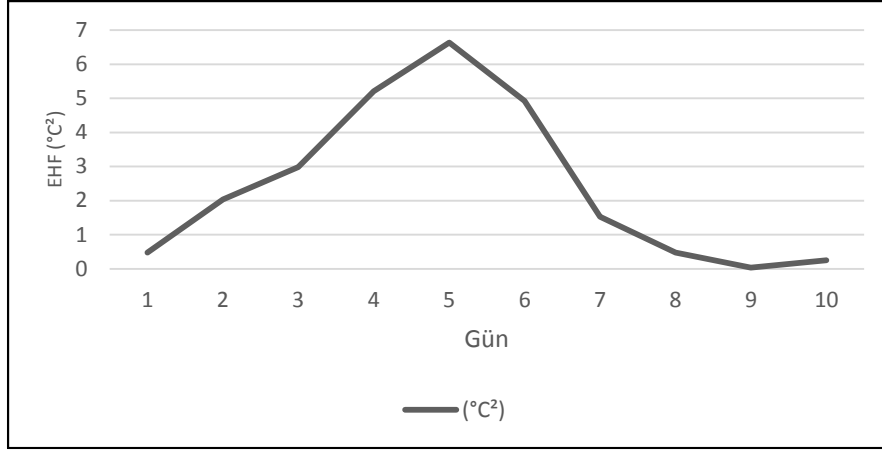
Tablo 37: Sakarya İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 26: Sakarya İstasyonunda 27 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 27: Sakarya İstasyonunda 2-11 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

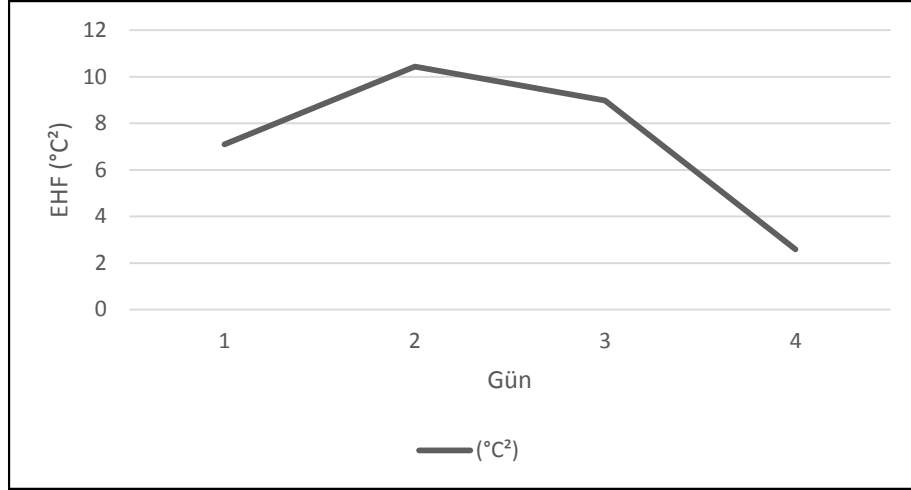
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sakarya istasyonunda 27 Haziran-1 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (16,0 °C²) üçüncü güne (29 Haziran) aittir (Şekil 26). 29 Haziran’da maksimum sıcaklık 36,0 °C, ortalama sıcaklık ise 29,5 °C’dir. Bu tarihler arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında en yüksek maksimum sıcaklık değeri (37,4 °C) 30 Haziran’a, en yüksek ortalama sıcaklık değeri 29 Haziran’a aittir (Tablo 37). İkinci sıcak hava dalgası 2-11 Ağustos tarihleri arasında meydana gelmiştir ve maksimum EHF değeri (6,6 °C²) beşinci günde (6 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 27). 6 Ağustos tarihine ait maksimum sıcaklık 33,4 °C, ortalama sıcaklık ise 28,4 °C’dir. Sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık (34,4 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri (29,3 °C) 7 Ağustos tarihine aittir (Tablo 37).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sapanca	28 Haziran-1 Temmuz 2017	27,7	28,7	38,5	37,0
Sapanca	3-11 Ağustos 2017	28,0	29,9	35,6	33,8

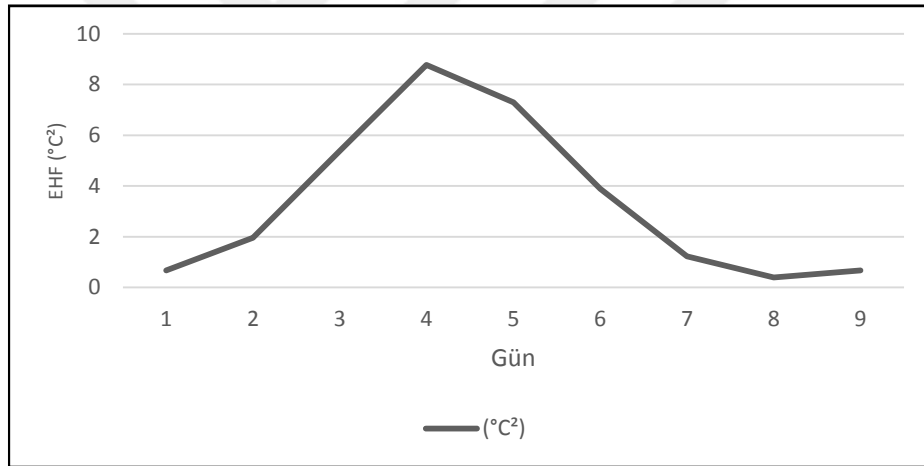
Tablo 38: Sapanca İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 28: Sapanca İstasyonunda 28 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 29: Sapanca İstasyonunda 3-11 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

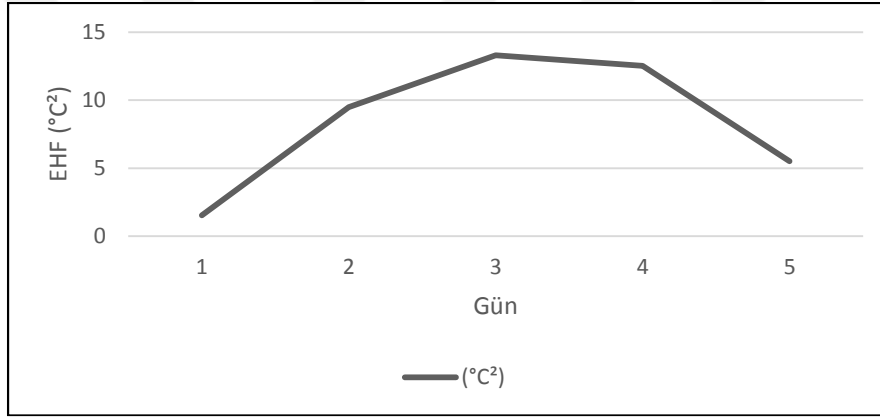
Sapanca istasyonunda 28 Haziran-1 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgası olayında maksimum EHF değeri ($10,4 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci güne (29 Haziran) aittir (Şekil 28). Bugün de maksimum sıcaklık değeri $37,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve ortalama sıcaklık ise $28,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek ortalama sıcaklık değeri 29 Haziran'da, en yüksek maksimum sıcaklık değeri ($38,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) 30 Haziran'da gerçekleşmiştir (Tablo 38). İkinci sıcak hava dalgası 3-11 Ağustos tarihlerinde meydana gelmiştir ve maksimum EHF değeri ($8,8 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) dördüncü günde (6 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 29). 6 Ağustos tarihinde maksimum sıcaklık $35,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava

dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık 7 Ağustos'ta (35,6 °C), en yüksek ortalama sıcaklık ise 8 Ağustos'ta (29,9 °C) ölçülmüştür (Tablo 38).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Geyve	27 Haziran-1 Temmuz 2017	26.7	28.3	37.7	35.1
Geyve	5-9 Ağustos 2017	28,0	29.5	35.1	33,0

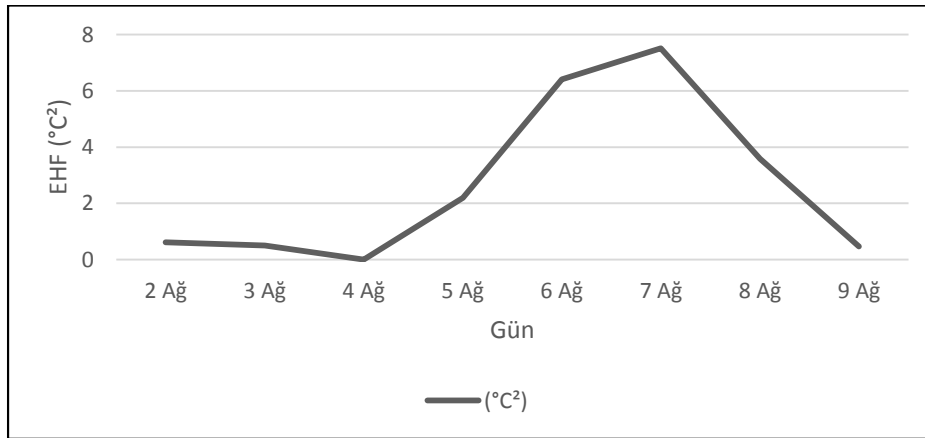
Tablo 39: Geyve İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgaları Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 30: Geyve İstasyonunda 27 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 31: Geyve İstasyonunda 2-9 Ağustos Tarihlerine Ait EHF Değerleri

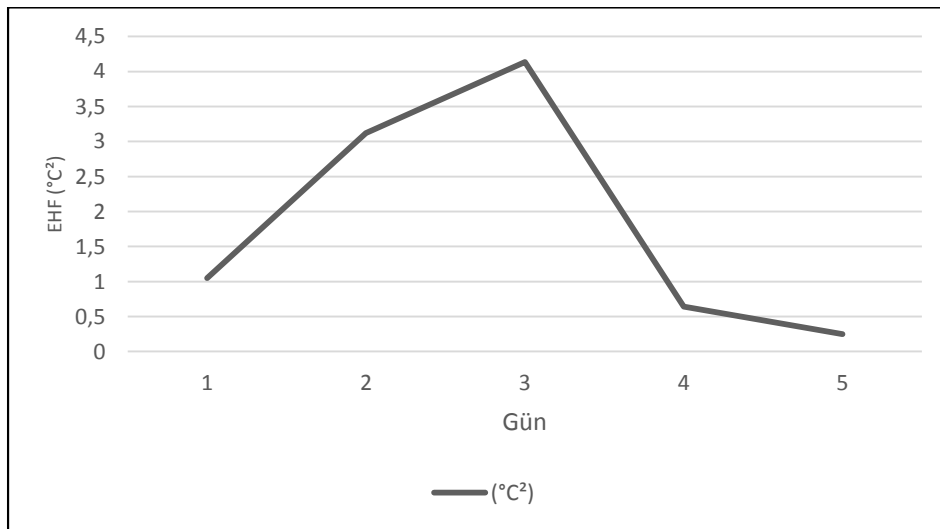
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Geyve istasyonunda 27 Haziran-1 Temmuz tarihleri arasında gerçekleşen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($13,3\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (29 Haziran) tespit edilmiştir (Şekil 30). 29 Haziran’da maksimum sıcaklık $36,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’dir. Sıcak hava dalgası sırasında en yüksek ortalama sıcaklık değeri 29 Haziran’da, en yüksek maksimum sıcaklık ise ($37,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) ölçülmüştür (Tablo 39). İkinci sıcak hava dalgası 5-9 Ağustos tarihleri arasında meydana gelmiştir. Şekil 31’de 2 Ağustos’tan itibaren gösterilmesinin nedeni 2-3 Ağustos arasında $\text{EHF} > 0$ değerlerinin tespit edilmesi ve 4 Ağustos’ta tam 0 değerinde bulunmasıdır. Bu sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($7,5\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü güne (7 Ağustos) aittir (Şekil 31). 7 Ağustos’ta maksimum sıcaklık $35,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $29,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık değeri 7 Ağustos’ta, en yüksek ortalama sıcaklık ($29,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) 8 Ağustos’a aittir (Tablo 39).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)
Hendek	5-9 Ağustos 2017	27.4	28.7	33.9	32.6

Tablo 40: Hendek İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 32: Hendek İstasyonunda 5-9 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

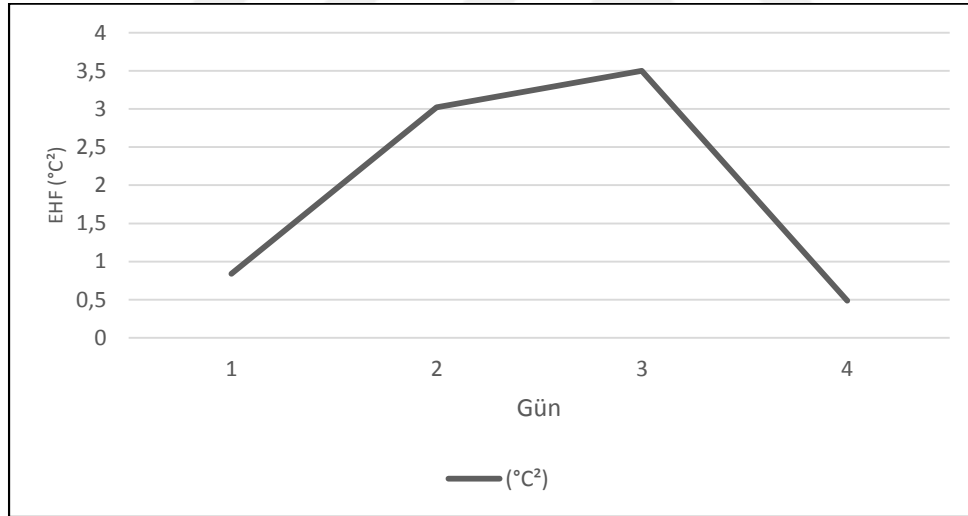
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Hendek istasyonunda 5-9 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgası olayında maksimum EHF değeri ($4,1 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü güne (7 Ağustos) aittir (Şekil 32). Bugün de maksimum sıcaklık değeri $33,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve ortalama sıcaklık ise $28,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek ortalama sıcaklık ($28,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ve en yüksek maksimum sıcaklık değeri ($33,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$) 7 Ağustos'ta gerçekleşmiştir (Tablo 40).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)
Akyazı	5-8 Ağustos 2017	27.4	28.3	33.6	32.2

Tablo 41: Akyazı İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 33: Akyazı İstasyonunda 5-8 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait Değerleri

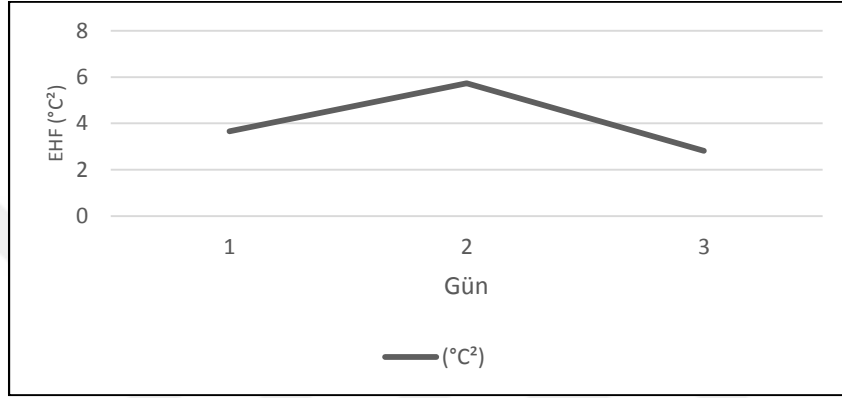
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Akyazı istasyonunda 5-8 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (7 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 33). 7 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $33,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık $28,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında kaydedilen en yüksek maksimum ve en yüksek ortalama sıcaklık değerleri 7 Ağustos'a aittir (Tablo 41).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Ferizli	5-7 Ağustos 2017	27.8	28.6	34.7	33.0

Tablo 42: Ferizli İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 34: Ferizli İstasyonunda 5-7 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

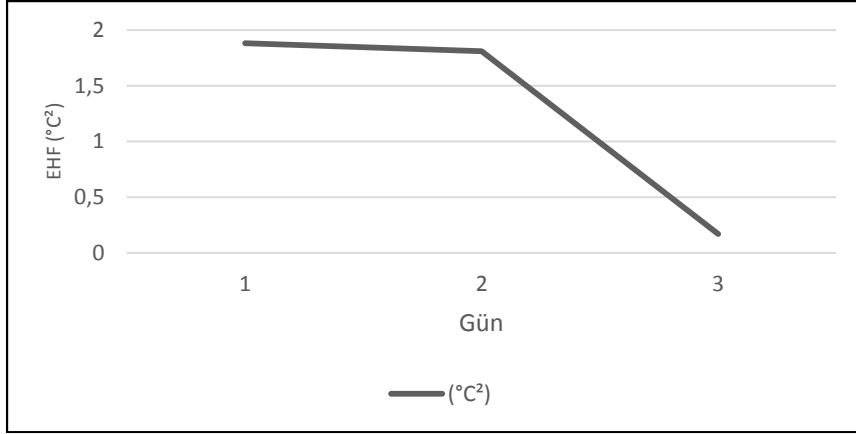
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Ferizli istasyonunda 5-7 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (5,7 °C²) ikinci günde (6 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 34). 6 Ağustos'ta maksimum sıcaklık 32,7 °C, ortalama sıcaklık 27,8 °C'dir. Sıcak hava dalgası sırasında kaydedilen en yüksek maksimum sıcaklık (34,7 °C) ve en yüksek ortalama (28,6 °C) sıcaklık değerleri 7 Ağustos'a aittir (Tablo 42).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Kocaali	6-8 Ağustos 2017	27.4	29.0	32.6	32.4

Tablo 43: Kocaali İstasyonunda 2017 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 35: Kocaali İstasyonunda 6-8 Ağustos 2017 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kocaali istasyonunda 6-8 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($1,9\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) birinci günde (6 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 35). 6 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $32,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık $26,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında kaydedilen en yüksek maksimum sıcaklık değeri 7 Ağustos'ta ($32,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve en yüksek ortalama ($29,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) sıcaklık değeri 8 Ağustos'ta kaydedilmiştir (Tablo 43).

Karapürçek istasyonunda 29-30 Haziran ve 6-7 Ağustos tarihlerinde artarda iki gün boyunca $\text{EHF} > 0$ değerleri kaydedilmiştir. 29-30 tarihleri arasında maksimum EHF değeri 30 Haziran'a aittir ($4,4\text{ }^{\circ}\text{C}^2$). 6-7 Ağustos tarihleri arasında maksimum EHF değeri 7 Ağustos'ta kaydedilmiştir ($2,3\text{ }^{\circ}\text{C}^2$). Hendek, Akyazı, Geyve/Hisarlık ve Ferizli istasyonlarında 29-30 Haziran tarihlerinde $\text{EHF} > 0$ tespit edilmiştir. Bu tarihler arasında maksimum EHF değerleri, Hendek istasyonunda $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}^2$ (30 Haziran), Akyazı istasyonunda $3,1\text{ }^{\circ}\text{C}^2$ (30 Haziran), Geyve/Hisarlık istasyonunda $9,6\text{ }^{\circ}\text{C}^2$ (29 Haziran) ve Ferizli istasyonunda $3,2\text{ }^{\circ}\text{C}^2$ (29 Haziran) tespit edilmiştir. Kocaali/Melen istasyonunda ise 29 Haziran'da EHF değeri $6,4\text{ }^{\circ}\text{C}^2$ olarak tespit edilmiştir.

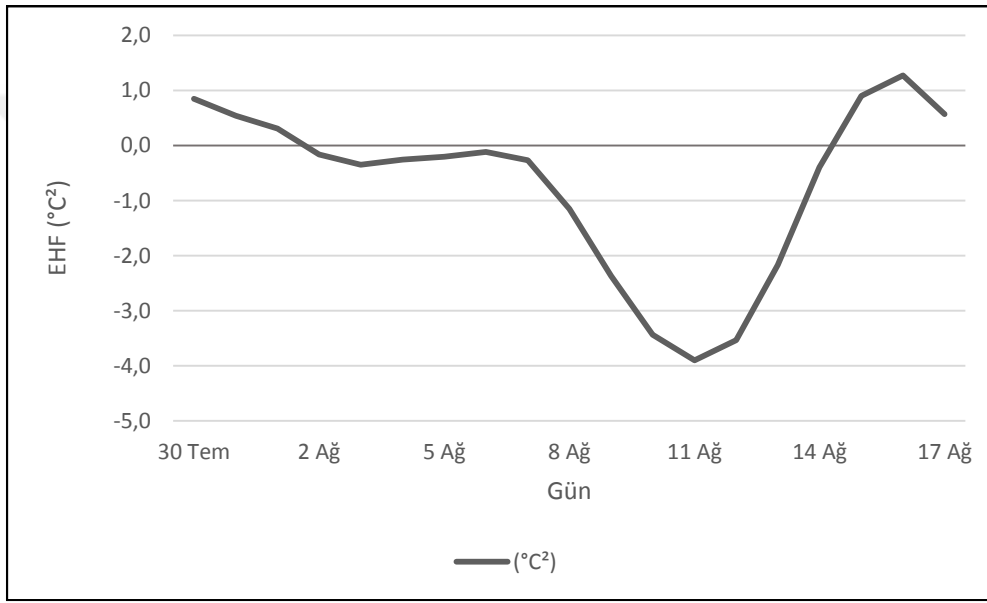
2.2.5. 2018 Yılı

Sakarya istasyonunda 30 Temmuz-1 Ağustos ve 15-17 Ağustos tarihleri arasında iki adet sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Sapanca istasyonunda 29 Temmuz-7 Ağustos, 14-17 Ağustos ve 22-25 Ağustos tarihleri arasında üç tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda sıcak hava dalgası tanımına göre, sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	30 Temmuz-1 Ağustos 2018	27,6	27,6	32,1	32,0
Sakarya	15-17 Ağustos 2018	27,4	27,8	33,4	33,0

Tablo 44: Sakarya İstasyonunda 2018 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 36: Sakarya İstasyonunda 30 Temmuz-17 Ağustos 2018 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

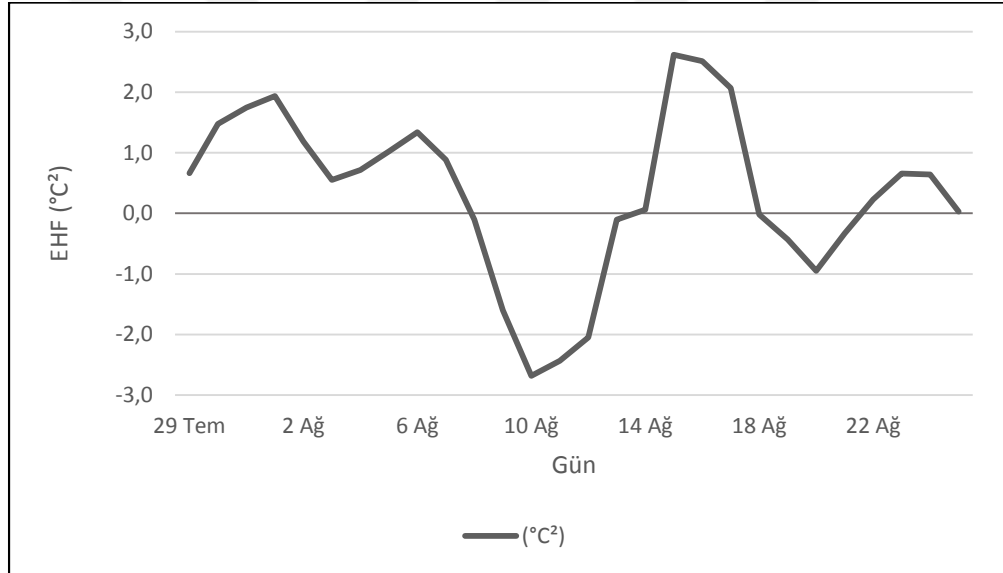
Sakarya istasyonunda 30 Temmuz-1 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (0,8 °C²) birinci güne (30 Temmuz) aittir (Şekil 36). 30 Temmuz'da maksimum sıcaklık 31,8 °C, ortalama sıcaklık ise 27,7 °C'dir. Bu tarihler arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında en yüksek maksimum sıcaklık değeri (32,1 °C) 1 Ağustos'ta, en yüksek ortalama sıcaklık değeri ise 30 Temmuz'a aittir (Tablo 44). İkinci sıcak hava dalgası 15-17 Ağustos tarihleri arasında meydana gelmiştir ve maksimum EHF değeri (1,3 °C²) ikinci günde (16 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 36). 16 Ağustos tarihine ait maksimum sıcaklık 33,3 °C, ortalama sıcaklık ise 27,8 °C'dir.

Sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık (33,4 °C) 15 Ağustos’a ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri (27,8 °C) 16 ve 17 Ağustos tarihlerine aittir (Tablo 44).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sapanca	29 Temmuz-7 Ağustos 2018	27,6	28,4	33,7	33,1
Sapanca	14-17 Ağustos 2018	27,4	28,6	34,8	33,9
Sapanca	22-25 Ağustos 2018	27,3	28,7	34,6	33,4

Tablo 45: Sapanca İstasyonunda 2018 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 37: Sapanca İstasyonunda 29 Temmuz-25 Ağustos 2018 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sapanca istasyonunda üç adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. 29 Temmuz-7 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasındaki maksimum EHF değeri (1,9 °C²) dördüncü günde (1 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 37). 1 Ağustos’a ait maksimum sıcaklık 32,9 °C, ortalama sıcaklık 27,8 °C’dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık (33,7 °C) 29 Temmuz’da, en yüksek ortalama sıcaklık (28,4 °C) değeri 2 Ağustos’a aittir (Tablo 45). 14-17 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen

sıcak hava dalgasında ise maksimum EHF değeri ($2,6\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci günde (15 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 37). 15 Ağustos tarihinde ölçülen maksimum sıcaklık $34,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $27,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık 15 Ağustos'a, en yüksek ortalama sıcaklık ise 17 Ağustos tarihine ($28,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) aittir (Tablo 45). Üçüncü sıcak hava dalgası, 22-25 Ağustos tarihleri arasında tespit edilmiştir. Bu tarih aralarına ait maksimum EHF değeri ($0,7\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci günde (23 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 37). 23 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $34,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $26,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ derecedir. Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık ($34,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve en yüksek ortalama sıcaklık $28,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 24 Ağustos tarihine aittir (Tablo 45).

Geyve istasyonunda 1-2 Ağustos ve 16-17 Ağustos tarihleri arasında artarda iki gün $\text{EHF}>0$ değerleri tespit edilmiştir. Bu tarihler arasında maksimum EHF değerleri 1 Ağustos'ta ($0,8\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ve 16 Ağustos'ta ($0,8\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) görülmüştür.

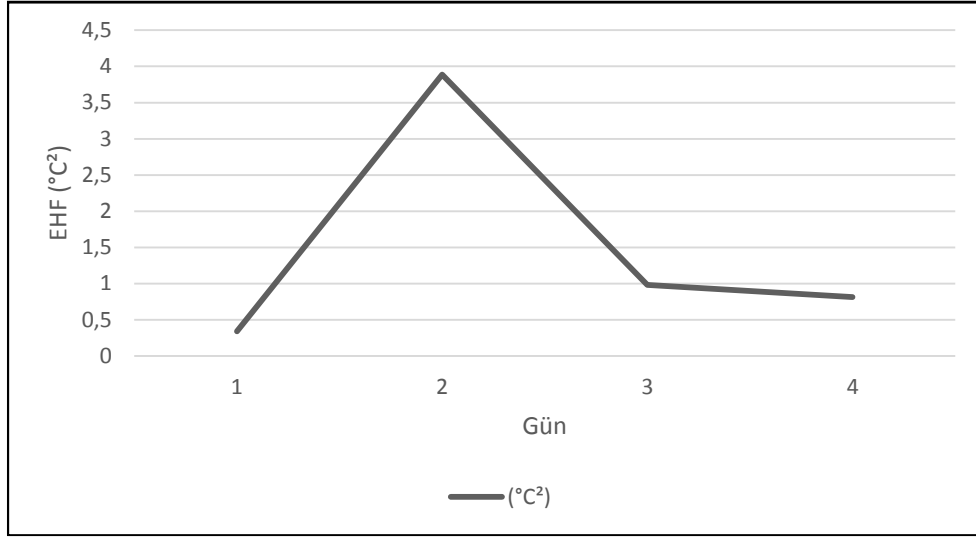
2.2.6. 2019 Yılı

Geyve istasyonunda 23-26 Haziran'da bir adet sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Pamukova ve Sapanca istasyonunda 24 Haziran'da $\text{EHF}>0$ değerleri tespit edilmiştir. Sapanca istasyonunda EHF değeri $1,3\text{ }^{\circ}\text{C}^2$, Pamukova istasyonunda ise $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}^2$ olarak tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)
Geyve	23-26 Haziran 2019	26,1	27,3	31,9	31,2

Tablo 46: Geyve İstasyonunda 2019 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 38: Geyve İstasyonunda 23-26 Haziran 2019 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Geyve istasyonunda 23-26 Haziran tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($3,9 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci günde (24 Haziran) tespit edilmiştir (Şekil 38). 24 Haziran'a ait maksimum sıcaklık $31,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $25,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait en yüksek ortalama sıcaklık 26 Haziran'a ($27,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$), en yüksek maksimum sıcaklık ($31,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$) 23 ve 24 Haziran tarihlerine aittir (Tablo 46).

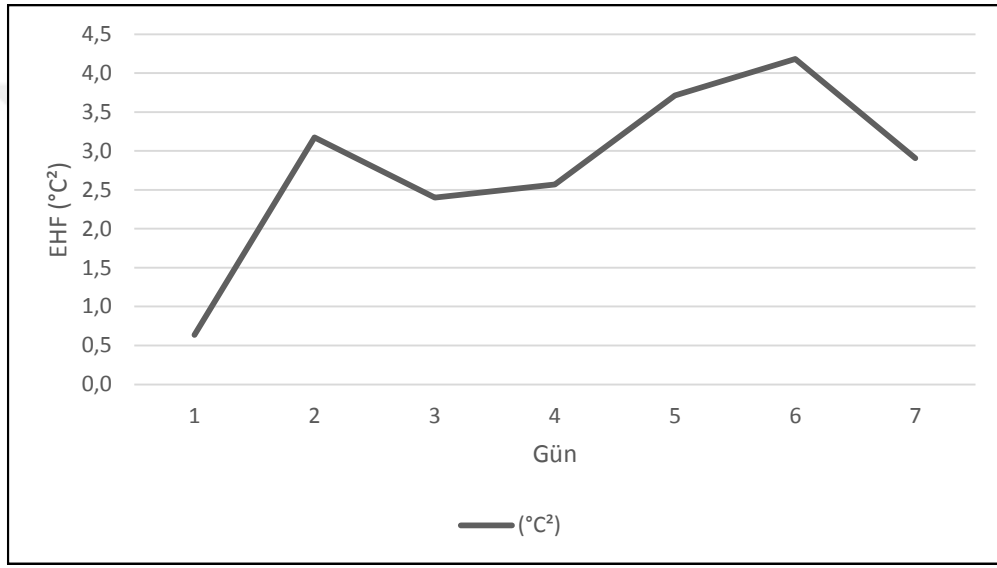
2.2.7. 2020 Yılı

Sakarya istasyonunda 29 Haziran-5 Temmuz, 4-9 Ağustos ve 28-31 Ağustos tarihleri arasında üç adet sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Sapanca istasyonunda, 3-5 Temmuz ve 5-9 Ağustos tarihleri arasında iki adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Geyve istasyonunda 6-8 Ağustos tarihlerinde bir adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	29 Haziran-5 Temmuz 2020	27,4	28,5	34,4	32,2
Sakarya	4-9 Ağustos 2020	28,1	29,6	35,0	33,2
Sakarya	28-31 Ağustos 2020	27,8	29,6	35,7	34,4

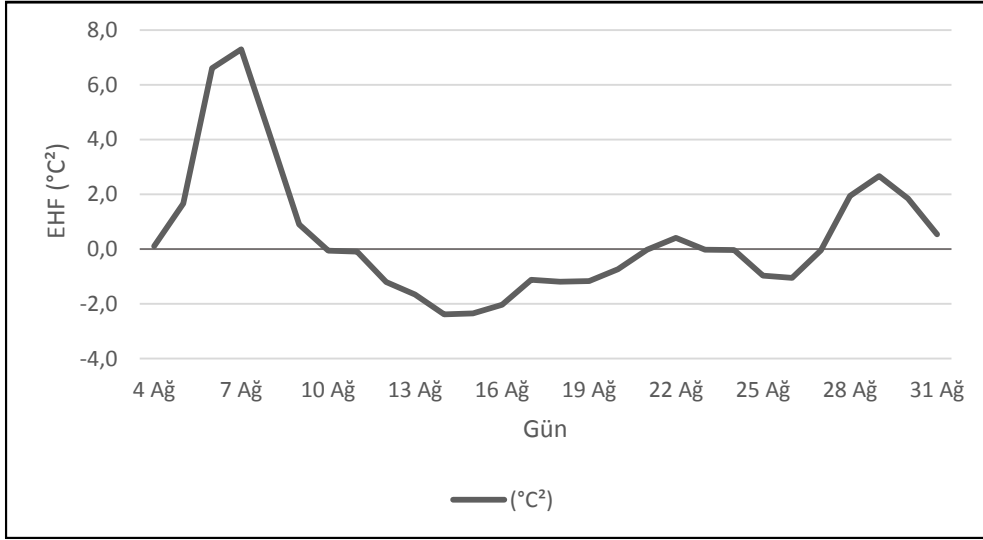
Tablo 47: Sakarya İstasyonunda 2020 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 39: Sakarya İstasyonunda 29 Haziran-5 Temmuz 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 40: Sakarya İstasyonunda 4-31 Ağustos 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

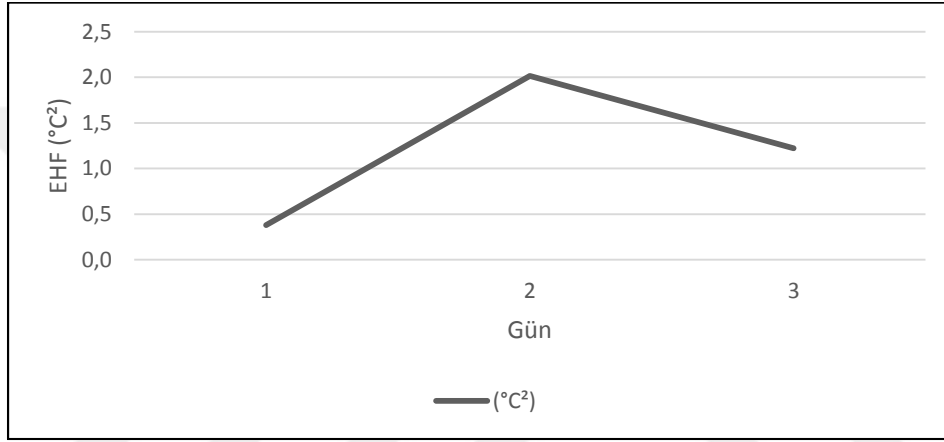
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sakarya istasyonunda iki adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. 29 Haziran-5 Temmuz tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasındaki maksimum EHF değeri ($4,2 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) altıncı günde (4 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 39). 4 Temmuz ait maksimum sıcaklık $31,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık $28,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık ($34,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$) 1 Temmuz'da, en yüksek ortalama sıcaklık değeri 4 Temmuz'a aittir (Tablo 47). 4-9 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında ise maksimum EHF değeri ($7,3 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) dördüncü günde (7 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 40). 7 Ağustos tarihinde ölçülen maksimum sıcaklık $35,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $29,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık 7 Ağustos'a, en yüksek ortalama sıcaklık ise 8 Ağustos tarihine ($29,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$) aittir (Tablo 47). Üçüncü sıcak hava dalgası, 28-31 Ağustos tarihleri arasında tespit edilmiştir. Bu tarih aralarına ait maksimum EHF değeri ($2,7 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci günde (29 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 40). 29 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $34,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ derecedir. Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık ($35,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ve en yüksek ortalama sıcaklık ($29,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$) 30 Ağustos tarihine aittir (Tablo 47).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sapanca	3-5 Temmuz 2020	27,3	28,1	33,7	33,1
Sapanca	5-9 Ağustos 2020	28,2	29,5	37,3	34,8

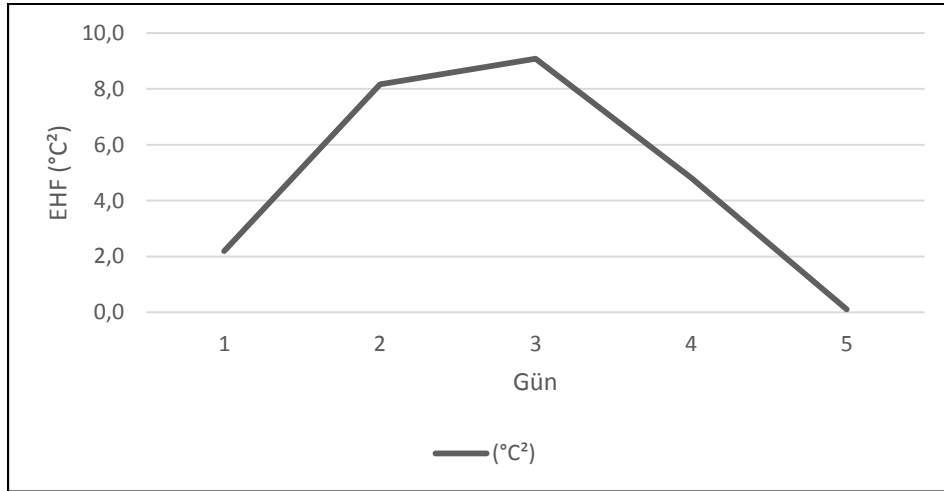
Tablo 48: Sapanca İstasyonunda 2020 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 41: Sapanca İstasyonunda 3-5 Temmuz 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 42: Sapanca İstasyonunda 5-9 Ağustos 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

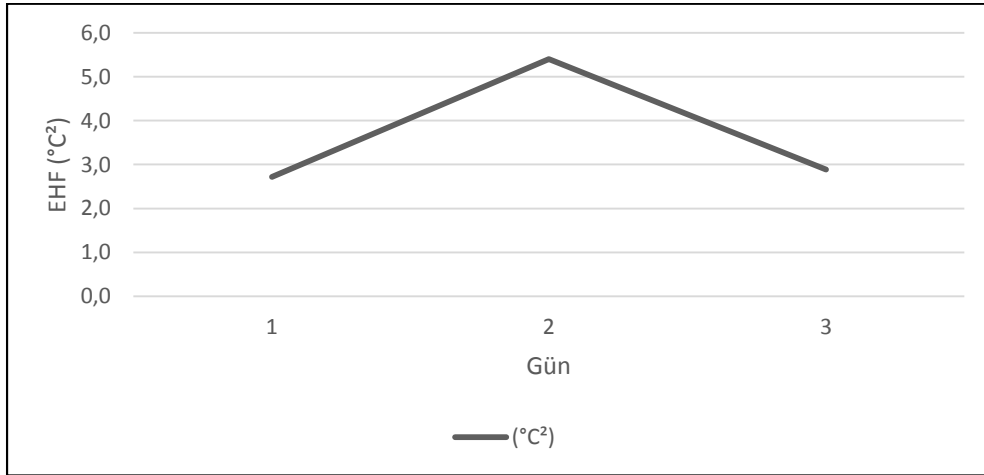
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sapanca istasyonunda 3-5 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci günde (4 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 41). 4 Temmuz'daki maksimum sıcaklık değeri $32,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgasında kaydedilen en yüksek maksimum sıcaklık 5 Temmuz'da ($33,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$), en yüksek ortalama sıcaklık ise 4 Temmuz'da ölçülmüştür (Tablo 48). 5-9 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($9,0 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (7 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 42). 7 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $37,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $29,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık değeri 7 Ağustos'ta, en yüksek ortalama sıcaklık ise 8 Ağustos'ta ($29,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ölçülmüştür (Tablo 48).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)
Geyve	6-8 Ağustos 2020	27,5	29,0	34,8	33,7

Tablo 49: Geyve İstasyonunda 2020 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 43: Geyve İstasyonunda 6-8 Ağustos 2020 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Geyve istasyonunda 6-8 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($5,4 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci güne (7 Ağustos) aittir (Şekil 43). 7 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $34,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık $27,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgasına ait en

yüksek maksimum sıcaklık 7 Ağustos'ta ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri (29,0 °C) 8 Ağustos'a aittir (Tablo 49).

Sapanca istasyonunda 29 Ağustos tarihinde (0,8 °C²), Karapürçek istasyonunda 7 Ağustos tarihinde (0,1 °C²) ve Pamukova istasyonunda 6-7 Ağustos tarihleri arasında EHF değerleri tespit edilmiştir. Pamukova istasyonunda, 6-7 Ağustos tarihlerinde maksimum EHF değeri 7 Ağustos'a (3,7 °C²) aittir.

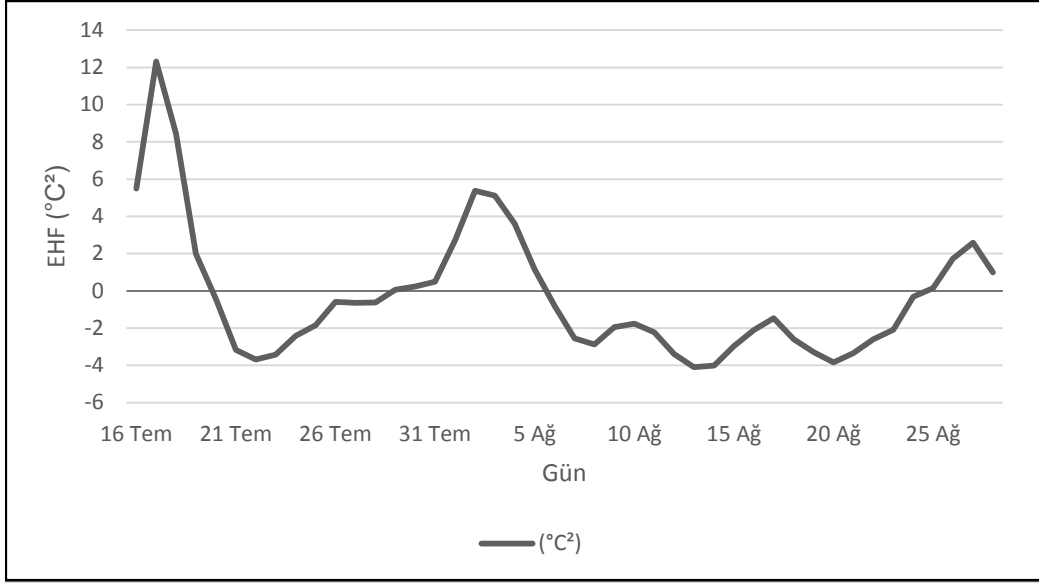
2.2.8. 2021 Yılı

Sakarya istasyonunda 16-19 Temmuz, 29 Temmuz-5 Ağustos ve 25-28 Ağustos ve tarihleri arasında, Sapanca istasyonunda 16-19 Temmuz, 1-5 Ağustos ve 26-28 Ağustos tarihleri arasında üç tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Geyve istasyonunda 16-19 Temmuz tarihleri ve 29 Temmuz-5 Ağustos tarihleri arasında iki tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Kaynarca, Karapürçek ve Geyve/Hisarlık Köyü istasyonunda 2-4 Ağustos tarihleri arasında bir adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Pamukova istasyonunda 15-19 Temmuz ve 2-5 Ağustos tarihlerinde iki adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Serdivan istasyonunda 31 Temmuz-5 Ağustos tarihleri arasında bir sıcak hava dalgası, Erenler istasyonunda 16-18 Temmuz tarihlerinde ve 2-4 Ağustos tarihlerinde iki adet sıcak hava dalgası meydana gelmiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	16-19 Temmuz 2021	28,9	30,0	35,2	33,8
Sakarya	29 Temmuz-5 Ağustos 2021	27,8	29,8	38,5	35,4
Sakarya	25-28 Ağustos 2021	27,1	29,0	37,4	33,6

Tablo 50: Sakarya İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 44: Sakarya İstasyonunda 16 Temmuz-28 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

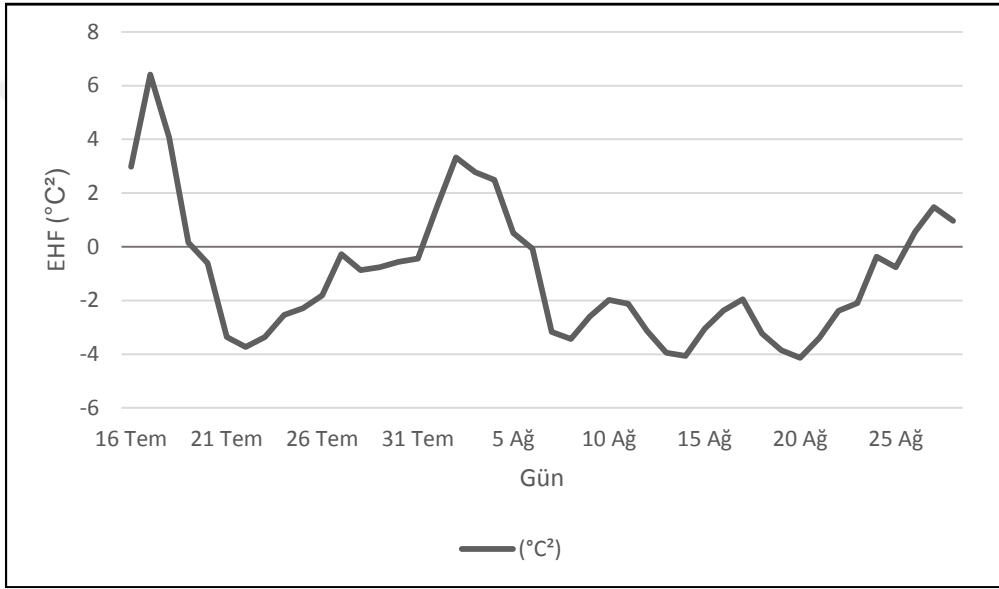
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sakarya istasyonunda üç adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. 16-19 Temmuz tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasındaki maksimum EHF değeri ($12,3 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci günde (17 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 44). 17 Temmuz'a ait maksimum sıcaklık $33,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık $29,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık ($35,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$), en yüksek ortalama sıcaklık ($30,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$) değerleri 19 Temmuz'a aittir (Tablo 50). 29 Temmuz-5 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında ise maksimum EHF değeri ($5,4 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) beşinci günde (2 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 44). 2 Ağustos tarihinde ölçülen maksimum sıcaklık $36,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık ($38,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ve en yüksek ortalama sıcaklık ($29,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$) 3 Ağustos tarihine aittir (Tablo 50). Üçüncü sıcak hava dalgası, 25-28 Ağustos tarihleri arasında tespit edilmiştir. Bu tarih aralarına ait maksimum EHF değeri ($2,6 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (27 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 44). 27 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $37,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $29,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ derecedir (Tablo 50). Bu sıcak hava dalgası sırasında en yüksek maksimum sıcaklık ve en yüksek ortalama sıcaklık değerleri 27 Ağustos tarihine aittir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sapanca	16-19 Temmuz 2021	28,1	29,2	34,6	33,8
Sapanca	1-5 Ağustos 2021	27,4	29,7	39,5	36,5
Sapanca	26-28 Ağustos 2021	27,2	28,3	37,1	34,8

Tablo 51: Sapanca İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 45: Sapanca İstasyonunda 16 Temmuz-28 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

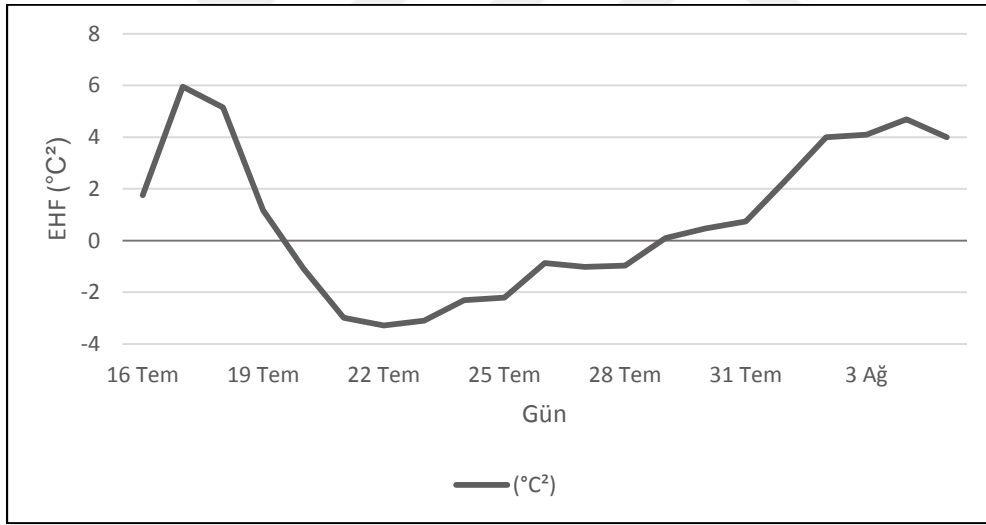
Sapanca istasyonunda 16-19 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (6,4 °C²) ikinci günde (17 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 45). 17 Temmuz'daki maksimum sıcaklık değeri 34,6 °C, ortalama sıcaklık ise 28,7 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasında kaydedilen en yüksek maksimum sıcaklık 17 Temmuz'da, en yüksek ortalama sıcaklık (29,2 °C) ise 18 Temmuz'da ölçülmüştür (Tablo 51). 1-5 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (3,3 °C²) ikinci günde (2 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 45). 2 Ağustos'ta maksimum sıcaklık 37,4 °C, ortalama sıcaklık ise 27,4 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık değeri (39,5 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık (29,7 °C) 3 Ağustos'ta ölçülmüştür (Tablo 51). 26-28 Ağustos tarihlerinde meydana gelen

üçüncü sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($1,5 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci günde (27 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 45). 27 Ağustos’a ait maksimum sıcaklık $37,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $28,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ’dir. Bu sıcak hava dalgasında en yüksek maksimum sıcaklık ve en yüksek ortalama sıcaklık değerleri 27 Ağustos’a aittir (Tablo 51).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)
Geyve	16-19 Temmuz 2021	27,7	28,9	35,0	33,6
Geyve	29 Temmuz-5 Ağustos 2021	27,3	29,5	38,4	35,6

Tablo 52: Geyve İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 46: Geyve İstasyonunda 16 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

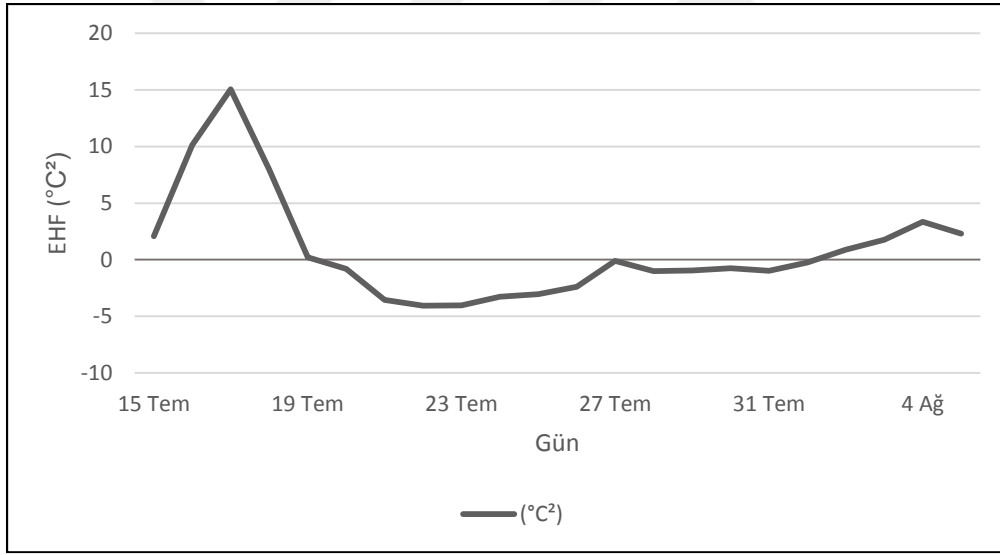
Geyve istasyonunda 16-19 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($6,0 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci günde (17 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 46). 17 Temmuz’daki maksimum sıcaklık değeri $33,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $27,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ’dir. Bu sıcak hava dalgasında kaydedilen en yüksek maksimum sıcaklık ($35,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$) 19 Temmuz’da, en yüksek ortalama sıcaklık ($28,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ise 18 Temmuz’da ölçülmüştür

(Tablo 52). 29 Temmuz-5 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($4,7\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) yedinci günde (4 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 46). 4 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $34,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $27,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık değeri ($38,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve en yüksek ortalama sıcaklık ($29,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) 3 Ağustos'ta ölçülmüştür (Tablo 52).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)
Pamukova	21-23 Ağustos 2022	27,0	28.5	34.7	33.7

Tablo 53: Pamukova İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 47: Pamukova İstasyonunda 15 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

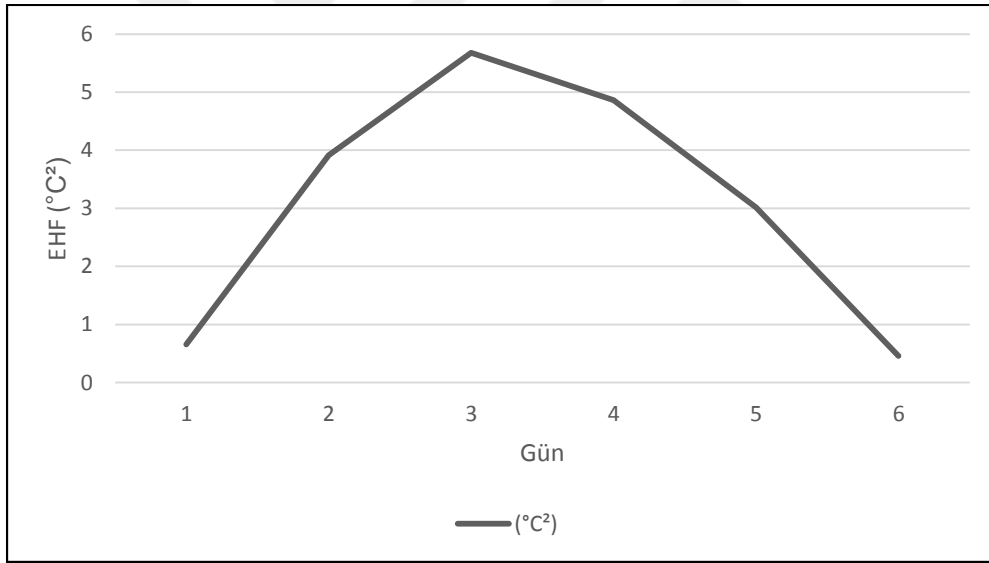
Pamukova istasyonunda 15-19 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($15,0\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (17 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 47). 17 Temmuz'daki maksimum sıcaklık değeri $36,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $29,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgasında kaydedilen en yüksek maksimum sıcaklık ($36,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve en yüksek ortalama sıcaklık ($30,9\text{ }^{\circ}\text{C}$) 18 Temmuz'da ölçülmüştür (Tablo 53). 2-5 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum

EHF değeri ($3,4\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (4 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 47). 4 Ağustos'ta maksimum sıcaklık $35,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık ise $26,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık değeri ($39,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), en yüksek ortalama sıcaklık ise 3 Ağustos'ta ($28,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) ölçülmüştür (Tablo 53).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)
Serdivan	31 Temmuz-5 Ağustos 2021	27,8	29,1	36,3	33,7

Tablo 54: Serdivan İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 48: Serdivan İstasyonunda 31 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

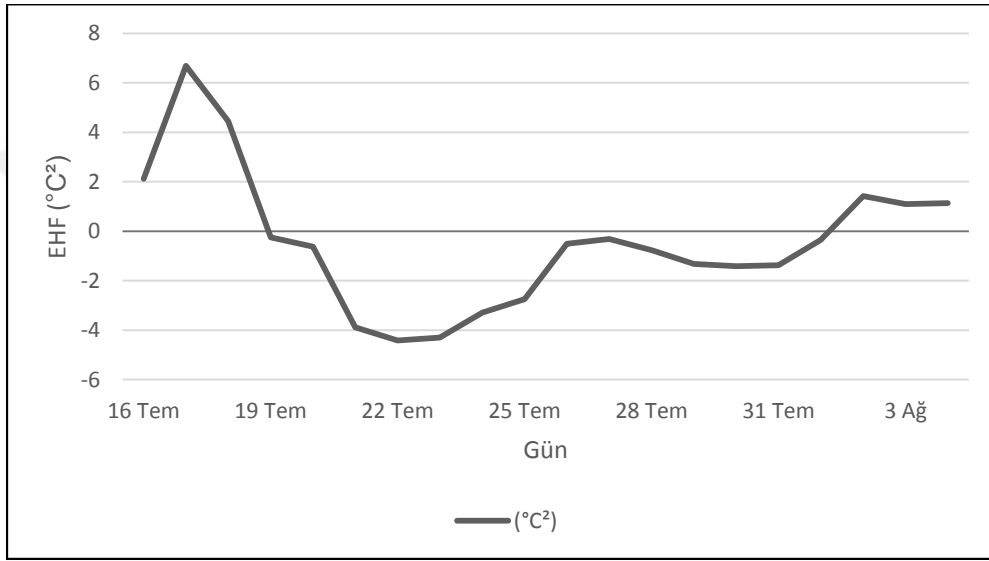
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Serdivan istasyonunda 31 Temmuz-5 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($5,7\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) üçüncü günde (2 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 48). 2 Ağustos tarihine ait maksimum sıcaklık $34,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık $28,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgasında en yüksek maksimum sıcaklık ($36,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve en yüksek ortalama sıcaklık ($29,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) 3 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 54).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Erenler	16-18 Temmuz 2021	27,8	29,2	33,6	33,2
Erenler	2-4 Ağustos 2021	27,4	28,5	37,9	36,0

Tablo 55: Erenler İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 49: Erenler İstasyonunda 16 Temmuz-4 Ağustos 2021 Tarihlerine Ait EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Erenler istasyonunda 16-18 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (6,7 °C²) ikinci günde (17 Temmuz) tespit edilmiştir (Şekil 49). 17 Temmuz tarihine ait maksimum sıcaklık 33,6 °C, ortalama sıcaklık 28,3 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasında en yüksek maksimum sıcaklık 17 Temmuz'da ve en yüksek ortalama sıcaklık (29,2 °C) 18 Temmuz'da ölçülmüştür (Tablo 55). 2-4 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (1,4 °C²) birinci günde (2 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 49). 2 Ağustos'ta maksimum sıcaklık 35,7 °C, ortalama sıcaklık 26,6 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasında en yüksek maksimum sıcaklık (37,9 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık (28,5 °C) 3 Ağustos tarihine aittir (Tablo 55).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Kaynarca	2-4 Ağustos 2021	27,1	28,9	37,1	35,1

Tablo 56: Kaynarca İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Geyve/Hisarlık Köyü	2-4 Ağustos 2021	27.2	27.5	34.8	33.3

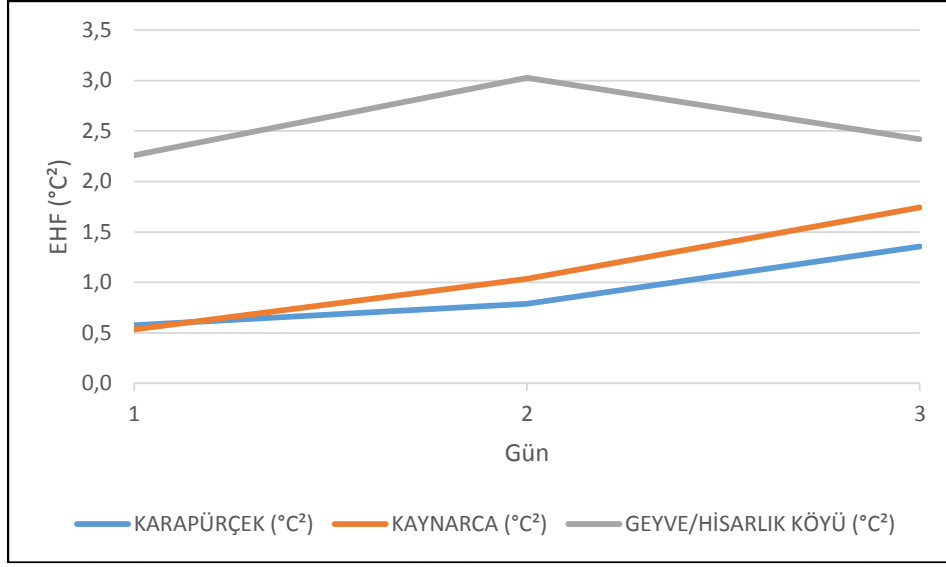
Tablo 57: Geyve/Hisarlık Köyü İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Karapürçek	2-4 Ağustos 2021	27.1	27.9	37.5	35.6

Tablo 58: Karapürçek İstasyonunda 2021 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 50: Kaynarca, Karapürçek ve Geyve/Hisarlık Köyü İstasyonlarında 2-4 Ağustos 2021 Tarihlerinde EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Karapürçek (1,4 °C²) ve Kaynarca (1,7 °C²) istasyonlarında maksimum EHF değerleri üçüncü günde (4 Ağustos) meydana gelmiştir (Şekil 50). 4 Ağustos tarihinde Karapürçek istasyonunda maksimum sıcaklık 34,1 °C, ortalama sıcaklık ise 26,6 °C, Kaynarca istasyonunda maksimum sıcaklık 33,0 °C, ortalama sıcaklık ise 26,8 °C'dir. Kaynarca istasyonunda maksimum sıcaklık (37,1 °C) ve maksimum ortalama sıcaklık (28,9 °C) 3 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 56). Karapürçek istasyonunda en yüksek maksimum sıcaklık (37,5 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık (27,9 °C) 3 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 58). Geyve/Hisarlık Köyü istasyonunda maksimum EHF değeri (3,0 °C²) ikinci günde 3 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Şekil 50) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 34,8 °C, ortalama sıcaklık ise 27,5 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait maksimum değerler 3 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 57).

Karapürçek, Ferizli, Akyazı, Kaynarca ve Serdivan istasyonlarında 17-18 Temmuz tarihlerinde pozitif EHF değerleri tespit edilmiştir. Bu tarihler arasında maksimum EHF değerleri, Karapürçek (1,4 °C²), Ferizli (3,9 °C²), Akyazı (4,0 °C²) ve Serdivan (2,1 °C²) istasyonlarında 17 Temmuz'da tespit edilmiştir. Ayrıca, Taraklı (5,7 °C²) ve Geyve/Hisarlık Köyü (6,1 °C²) istasyonlarında pozitif EHF değerleri saptanmıştır. Kaynarca istasyonunda (0,3 °C²) 18 Temmuz tarihinde saptanmıştır. 18 Temmuz tarihinde bir diğer pozitif EHF değeri tespit edilen istasyon Ferizli/Gölkent Beldesi'dir

(0,1 °C²). Akyazı istasyonunda 3-4 Ağustos tarihlerinde pozitif EHF değerleri tespit edilmiş ve bu tarihler arasında maksimum EHF değeri (0,6 °C²) ile 4 Ağustos tarihidir. Geyve, Pamukova ve Serdivan istasyonlarında 26-27 Ağustos tarihlerinde pozitif EHF değerleri tespit edilmiştir. Bu tarihlerde, maksimum EHF değerleri Geyve (2,0 °C²) ve Pamukova'da (1,6 °C²) 27 Ağustos'ta, Serdivan'da (0,6 °C²) 26 Ağustos'ta saptanmıştır. Ayrıca, Erenler istasyonunda 27 Ağustos tarihinde pozitif EHF (0,7 °C²) tespit edilmiştir.

2.2.9. 2022 Yılı

2022 yılında Sakarya istasyonunda 20-23 Ağustos tarihlerinde ve Pamukova istasyonunda 21-23 tarihleri arasında bir adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda sıcak hava dalgası tanımına göre, sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	20-23 Ağustos 2022	27,0	27.7	32.5	32.0

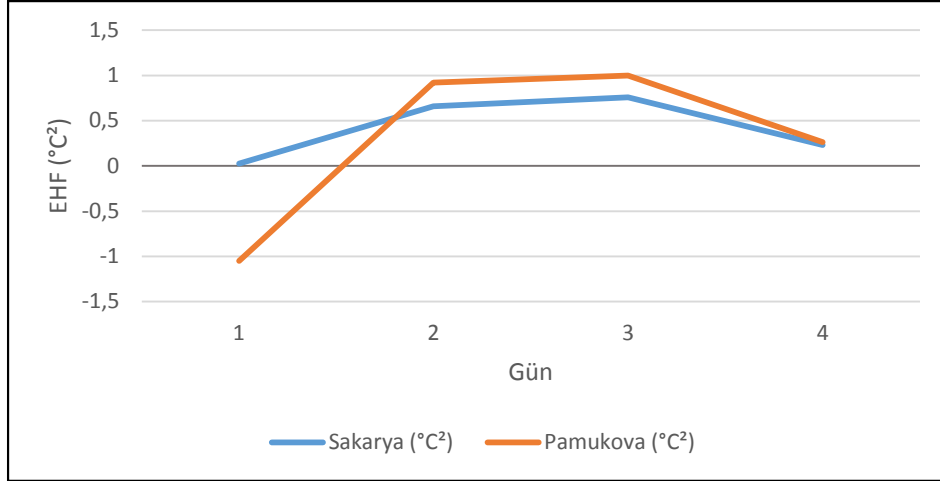
Tablo 59: Sakarya İstasyonunda 2022 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Pamukova	21-23 Ağustos 2022	27,0	28.5	34.7	33.7

Tablo 60: Pamukova İstasyonunda 2022 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 51: Sakarya ve Pamukova İstasyonlarında 20-23 Ağustos 2022 Tarihlerinde EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sakarya (0,8 °C²) ve Pamukova (1,0 °C²) istasyonlarında maksimum EHF değerleri 22 Ağustos'ta meydana gelmiştir (Şekil 51). 22 Ağustos tarihinde Sakarya istasyonunda maksimum sıcaklık 32,5 °C, ortalama sıcaklık ise 27,7 °C, Pamukova istasyonunda maksimum sıcaklık 33,4 °C, ortalama sıcaklık ise 26,5 °C'dir. Sakarya istasyonunda en yüksek maksimum sıcaklık ve en yüksek ortalama sıcaklık değerleri 22 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 59). Pamukova istasyonunda en yüksek maksimum sıcaklık (34,7 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri (28,5 °C) 23 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 60).

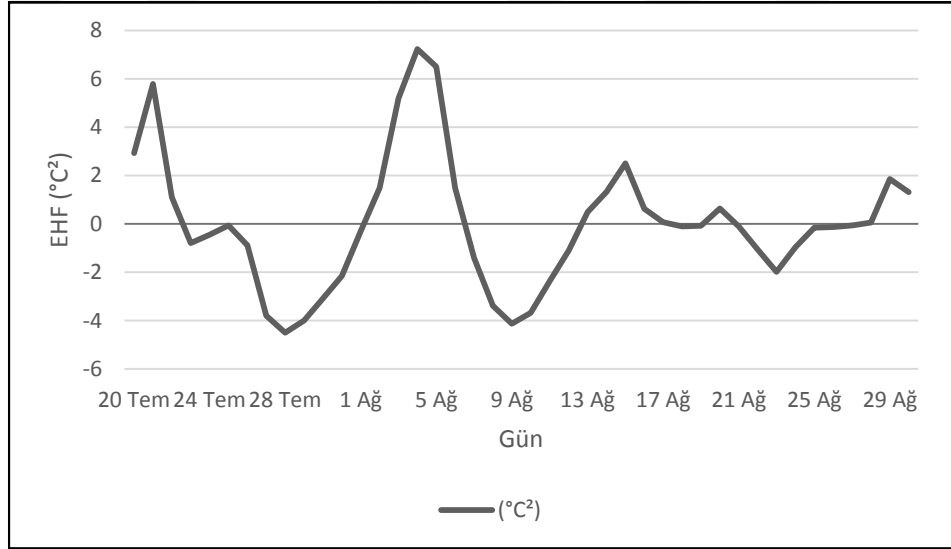
2.2.10. 2023 Yılı

2023 yılında Sakarya istasyonunda 20-22 Temmuz, 2-6 Ağustos, 13-17 Ağustos, 28-30 Ağustos tarihleri arasında dört adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Geyve istasyonunda 2-6 Ağustos ve 13-17 Ağustos tarihlerinde, Pamukova istasyonunda 3-6 Ağustos ve 13-17 Ağustos tarihlerinde, Erenler istasyonunda 3-5 Ağustos ve 13-15 Ağustos tarihlerinde, Hendek istasyonunda 3-5 Ağustos ve 13-16 Ağustos tarihlerinde iki adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Akyazı, Karapürçek ve Geyve/Hisarlık Köyü istasyonlarında 3-5 Ağustos tarihlerinde, Sapanca istasyonunda 2-6 Ağustos tarihlerinde, Serdivan istasyonunda 2-5 Ağustos tarihlerinde bir adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda sıcak hava dalgasına tanımına uyan, sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sakarya	20-22 Temmuz 2023	28,0	28,7	35,6	35,0
Sakarya	2-6 Ağustos 2023	28,3	29,9	37,9	35,8
Sakarya	13-17 Ağustos 2023	27,4	29,1	33,9	31,2
Sakarya	28-30 Ağustos 2023	27,0	29,6	37,5	33,6

Tablo 61: Sakarya İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 52: Sakarya İstasyonunda 20 Temmuz-30 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

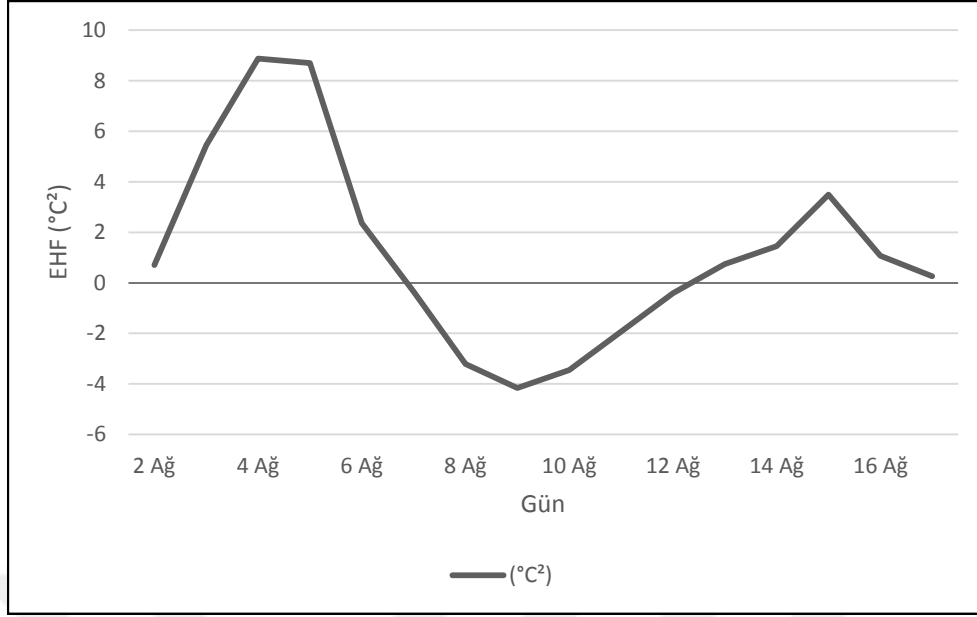
Sakarya istasyonunda 20-22 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen maksimum EHF değeri (5,8 °C²) ikinci günde (21 Temmuz) tarihinde meydana gelmiştir (Şekil 54) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 34,0 °C, ortalama sıcaklık ise 27,6 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait en yüksek maksimum sıcaklık değeri (35,6 °C), en yüksek ortalama sıcaklık değeri (28,7 °C) 22 Temmuz tarihinde ölçülmüştür (Tablo 61). 2-6 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen maksimum EHF değeri (7,2 °C²) üçüncü günde (4 Ağustos) tarihinde meydana gelmiştir (Şekil 52) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 36,0 °C,

ortalama sıcaklık ise 28,6 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait en yüksek maksimum sıcaklık değeri (37,9 °C), en yüksek ortalama sıcaklık değeri (29,9 °C) 6 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 61). 13-17 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen maksimum EHF değeri (2,5 °C²) üçüncü günde (15 Ağustos) tarihinde meydana gelmiştir (Şekil 52) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 33,9 °C, ortalama sıcaklık ise 29,1 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait en yüksek maksimum sıcaklık değeri ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri 15 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 61). 28-30 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen maksimum EHF değeri (1,9 °C²) ikinci günde (29 Ağustos) tarihinde meydana gelmiştir (Şekil 52) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 33,3 °C, ortalama sıcaklık ise 26,7 °C'dir. Bu sıcak hava dalgasına ait en yüksek maksimum sıcaklık değeri (37,5 °C), en yüksek ortalama sıcaklık değeri (29,6 °C) 30 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 61).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Geyve	2-6 Ağustos 2023	28,0	29,7	38,8	36,1
Geyve	13-17 Ağustos 2023	27,3	28,7	34,1	31,2

Tablo 62: Geyve İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 53: Geyve İstasyonunda 2 Ağustos-17 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri

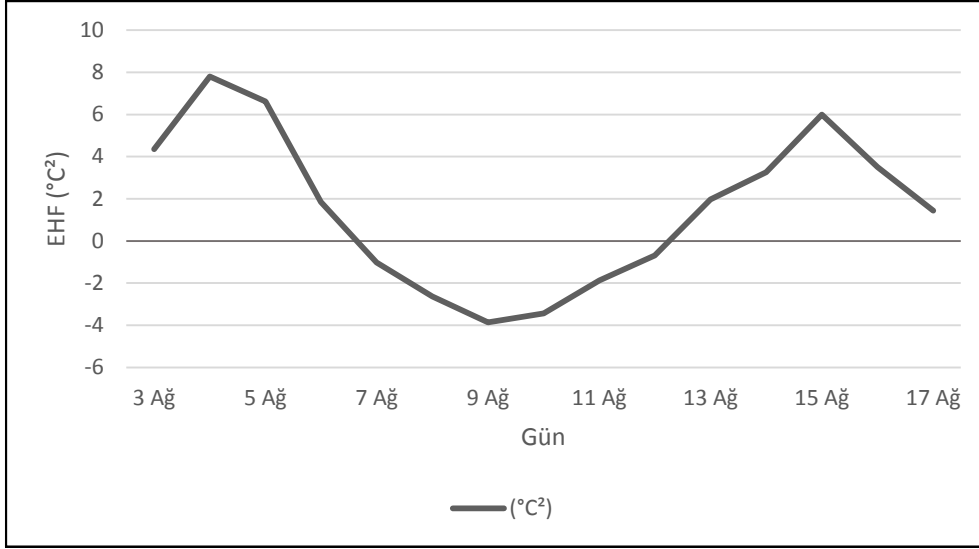
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Geyve istasyonunda 2-6 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (8,9 °C²) üçüncü günde (4 Ağustos) meydana gelmiştir (Şekil 53) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 36,0 °C, ortalama sıcaklık ise 27,7 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık (38,8 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık (29,7 °C) 6 Ağustos tarihindedir (Tablo 62). 13-17 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (3,5 °C²) üçüncü günde (15 Ağustos) meydana gelmiştir (Şekil 53) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 34,1 °C, ortalama sıcaklık ise 28,9 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında ölçülen maksimum değerler 15 Ağustos tarihine aittir (Tablo 62).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Pamukova	3-6 Ağustos 2023	28.2	28.9	39.5	37.7
Pamukova	13-17 Ağustos 2023	27,7	29.5	35.4	32,6

Tablo 63: Pamukova İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 54: Pamukova İstasyonunda 3 Ağustos-17 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri

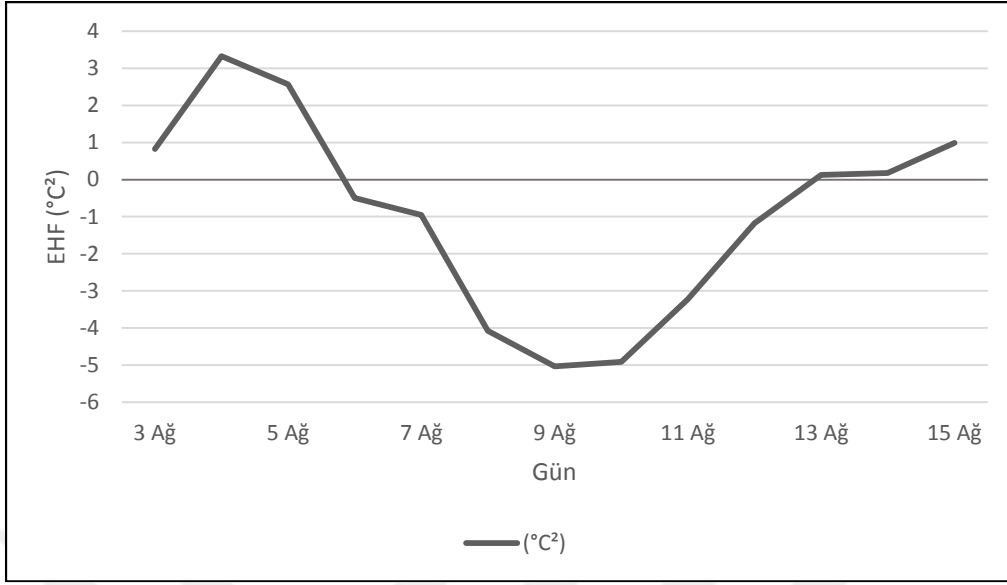
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Pamukova istasyonunda 3-6 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (7,8 °C²) ikinci günde (4 Ağustos) meydana gelmiştir ve (Şekil 54) bugüne ait maksimum sıcaklık 37,0 °C, ortalama sıcaklık ise 27,7 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık (39,5 °C) 6 Ağustos'ta, en yüksek ortalama sıcaklık (28,9 °C) 5 Ağustos tarihindedir (Tablo 63). 13-17 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (6,0 °C²) üçüncü günde (15 Ağustos) meydana gelmiştir (Şekil 54) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 35,4 °C, ortalama sıcaklık ise 29,5 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında ölçülen maksimum değerler 15 Ağustos tarihine aittir (Tablo 63).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Erenler	3-5 Ağustos 2023	27.2	27.4	36,0	35.8
Erenler	13-15 Ağustos 2023	27,0	28.5	33.9	31.3

Tablo 64: Erenler İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 55: Erenler İstasyonunda 3 Ağustos-15 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri

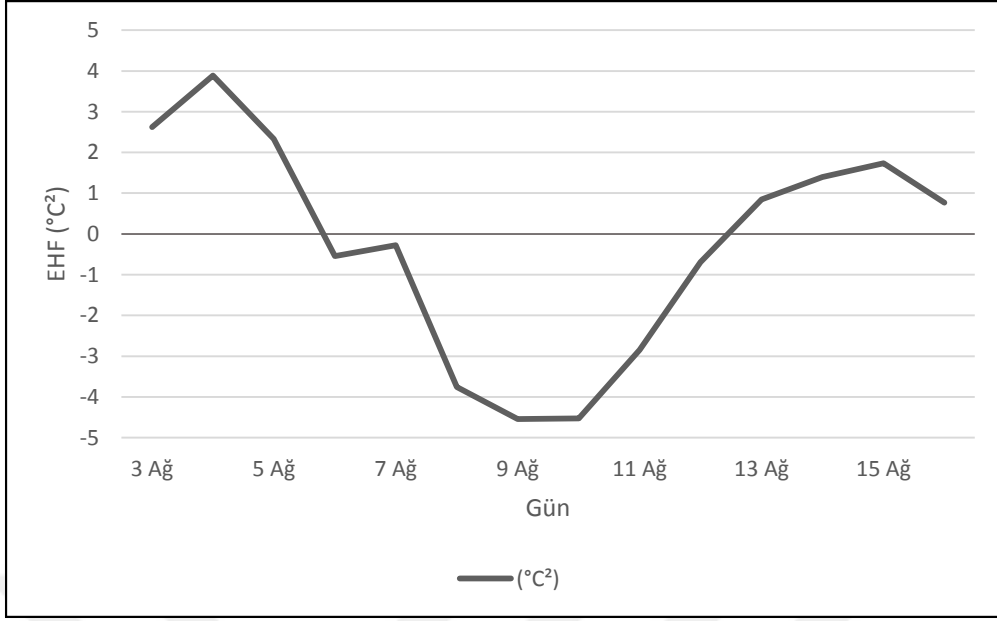
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Erenler istasyonunda 3-5 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (3,3 °C²) ikinci günde (4 Ağustos) meydana gelmiştir (Şekil 55) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 36,0 °C, ortalama sıcaklık ise 27,4 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık (36,0 °C) 3 ve 4 Ağustos'ta, en yüksek ortalama sıcaklık (27,4 °C) 4 ve 5 Ağustos tarihindedir (Tablo 64). 13-15 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (1,0 °C²) üçüncü günde (15 Ağustos) meydana gelmiştir (Şekil 55) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 33,9 °C, ortalama sıcaklık ise 28,5 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında ölçülen maksimum değerler 15 Ağustos tarihine aittir (Tablo 64).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Hendek	3-5 Ağustos 2023	27.7	28.0	37.6	37.1
Hendek	13-16 Ağustos 2023	27.2	28.6	33.6	31.4

Tablo 65: Hendek İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 56: Hendek İstasyonunda 3-16 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Hendek istasyonunda 3-5 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (3,9 °C²) ikinci günde (4 Ağustos) meydana gelmiştir (Şekil 56) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 37,4 °C, ortalama sıcaklık ise 27,9 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık (37,6 °C) 3 Ağustos'ta, en yüksek ortalama sıcaklık (28,0 °C) 5 Ağustos tarihindedir (Tablo 65). 13-16 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri (1,7 °C²) üçüncü günde (15 Ağustos) meydana gelmiştir (Şekil 56) ve bugüne ait maksimum sıcaklık 33,6 °C, ortalama sıcaklık ise 28,6 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında ölçülen maksimum değerler 15 Ağustos tarihine aittir (Tablo 65).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Akyazı	3-5 Ağustos 2023	27.3	27.7	36.2	35.6

Tablo 66: Akyazı İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Geyve/Hisarlık Köyü	3-5 Ağustos 2023	27.2	29.0	35.7	33.0

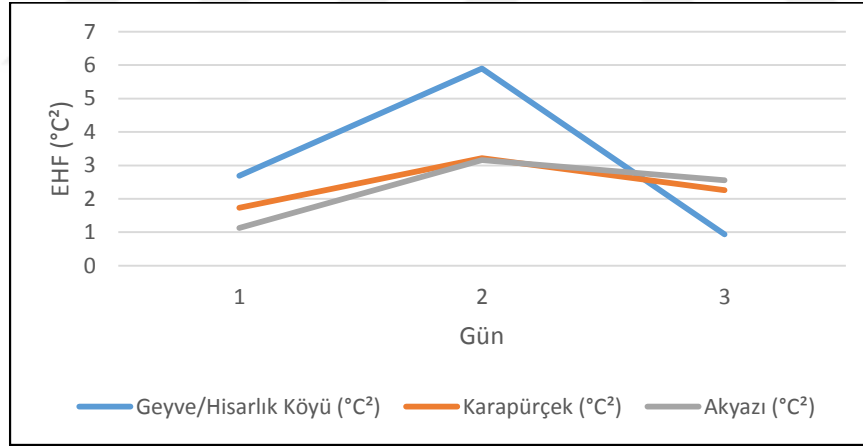
Tablo 67: Geyve/Hisarlık Köyü İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Karapürçek	3-5 Ağustos 2023	27.4	27.5	36.2	35.8

Tablo 68: Karapürçek İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 57: Geyve/Hisarlık Köyü, Karapürçek ve Akyazı İstasyonlarında 3-5 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3-5 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgası sırasında maksimum EHF değerleri Geyve/Hisarlık Köyü (5,9 °C²), Karapürçek (3,2 °C²) ve Akyazı (3,2 °C²) istasyonlarında ikinci günde (4 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 57). Bugüne ait Geyve/Hisarlık Köyü istasyonunda maksimum sıcaklık 32,3 °C, ortalama sıcaklık ise

26,7 °C'dir. Geyve/Hisarlık Köyü istasyonunda, bu sıcak hava dalgası sırasında, ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık (35,7 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık değeri (29,0 °C) 5 Ağustos tarihine aittir (Tablo 67). Karapürçek istasyonunda 4 Ağustos tarihine ait maksimum sıcaklık 36,2 °C, ortalama sıcaklık 27,5 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında, Karapürçek istasyonunda, ölçülen maksimum değerler 4 Ağustos tarihine aittir (Tablo 68). Akyazı istasyonunda, 4 Ağustos tarihine ait, maksimum sıcaklık 36,2 °C, ortalama sıcaklık 27,7 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası esnasında Akyazı istasyonunda, ölçülen maksimum değerler 4 Ağustos tarihine aittir (Tablo 66).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Sapanca	2-6 Ağustos 2023	27.6	28.7	37.4	35,9

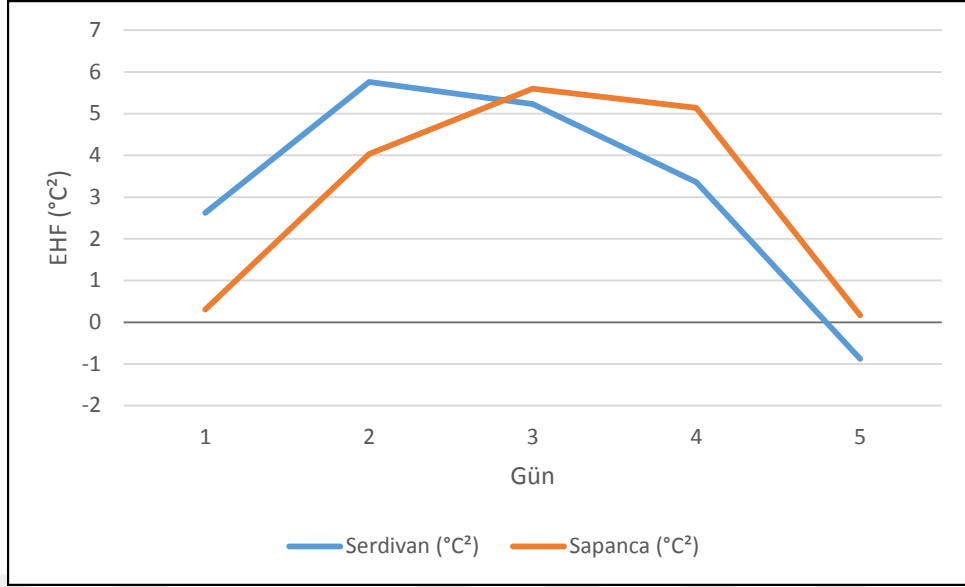
Tablo 69: Sapanca İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Serdivan	2-5 Ağustos 2023	27,8	29,0	34.8	33.5

Tablo 70: Serdivan İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 58: Sapanca ve Serdivan İstasyonlarında 2-6 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

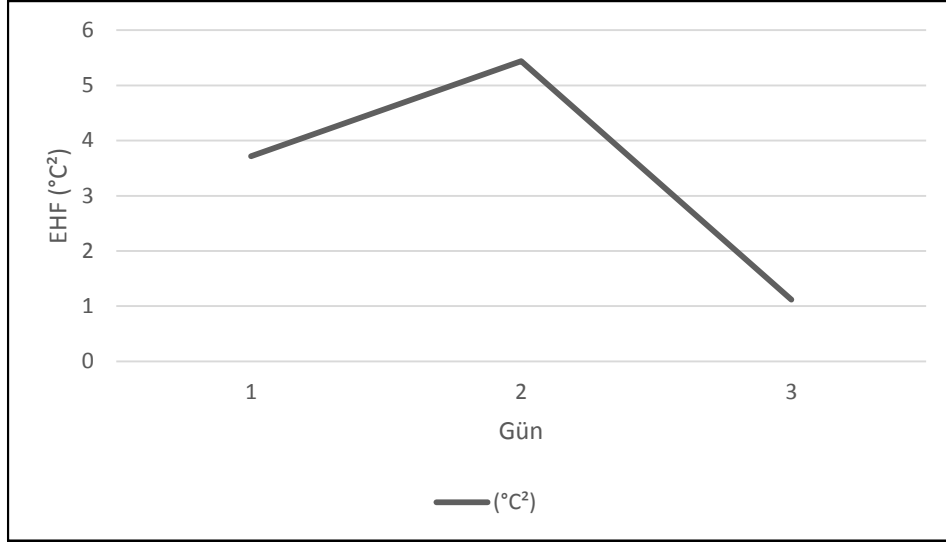
Sapanca istasyonunda 2-6 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgası sırasında maksimum EHF değeri (5,6 °C²) üçüncü günde (4 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 58). Bugüne ait maksimum sıcaklık 36,1 °C, ortalama sıcaklık 28,4 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında tespit edilen en yüksek maksimum sıcaklık (37,4 °C) ve en yüksek ortalama sıcaklık (28,7 °C) 6 Ağustos tarihinde ölçülmüştür (Tablo 69).

Serdivan istasyonunda 2-5 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgası sırasında maksimum EHF değeri (5,8 °C²) ikinci günde (3 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 58). Bugüne ait maksimum sıcaklık 34,8 °C, ortalama sıcaklık 29,0 °C'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında tespit edilen maksimum değerler 3 Ağustos tarihine aittir (Tablo 70).

İstasyon	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	En Yüksek Maksimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)
Taraklı	14-16 Ağustos 2023	27.5	29.5	39.2	36.4

Tablo 71: Taraklı İstasyonunda 2023 Yılında Meydana Sıcak Hava Dalgası Sıcaklık Değerleri

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Şekil 59: Taraklı İstasyonunda 14-16 Ağustos 2023 Tarihlerinde EHF Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Taraklı istasyonunda 14-16 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum EHF değeri ($5,4\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) ikinci günde (15 Ağustos) tespit edilmiştir (Şekil 59). Bugüne ait maksimum sıcaklık $39,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklık $29,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcak hava dalgası sırasında tespit edilen maksimum değerler 15 Ağustos tarihine aittir (Tablo 71).

Sapanca ($1,7\text{ }^{\circ}\text{C}^2$), Geyve ($2,2\text{ }^{\circ}\text{C}^2$), Serdivan ($0,8\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) istasyonlarında 21 Temmuz tarihine ait EHF değerleri tespit edilmiştir. Ferizli istasyonunda 4-5 Ağustos tarihlerinde pozitif EHF değerleri tespit edilmiş ve bu günlerde maksimum EHF değeri ($3,0\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) 5 Ağustos tarihindedir. Sapanca istasyonunda 15-16 Ağustos tarihlerinde pozitif EHF değerleri tespit edilmiş ve bu günler arasında maksimum EHF değeri ($1,4\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) 15 Ağustos tarihine aittir. Akyazı istasyonunda 15 Ağustos tarihinde pozitif EHF ($0,5\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) tespit edilmiştir. Sapanca ve Geyve istasyonlarında 29-30 Ağustos tarihleri arasında pozitif EHF değerleri tespit edilmiş ve maksimum EHF değerleri Sapanca'da ($0,4\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) 30 Ağustos'ta, Geyve istasyonunda ($0,6\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) 29 Ağustos'ta tespit edilmiştir. Pamukova istasyonunda 29 Ağustos tarihinde pozitif EHF değeri ($0,3\text{ }^{\circ}\text{C}^2$) tespit edilmiştir.

2.3. Isı İndeksi

Aşırı Isı Faktörü ile belirlenen tarihlerde, istasyon bazında Isı İndeksi değerleri hesaplanmıştır. Haritada uygulamak için belirlenen tarihler arasında her istasyon için maksimum EHF değerlerinin belirlendiği günlere ait Isı İndeksi değerleri hesaplanmıştır. Maksimum EHF değerlerine sahip güne ait ortalama sıcaklık ve ortalama bağıl nem değerleri ile Isı İndeksi değerleri elde edilmiştir.

Tablo 72'ye bakıldığında, Isı İndeksi değerlerinin maksimum olduğu istasyon en fazla Sakarya istasyonu olmuştur. En yüksek Isı İndeksi değeri 37,1 °C ile 13-17 Ağustos 2023 tarihleri arasında Pamukova istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 72). En düşük Isı İndeksi değeri 27,5 °C ile 23-26 Haziran 2019 tarihinde Sapanca istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 72).

Tarih	Sıcak Hava Dalgası Tespit Edilen Meteoroloji İstasyonları	Isı İndeksi Değerlerinin En Yüksek Olduğu İstasyon	En yüksek Isı İndeksi Değeri (°C)
9-11 Temmuz 2014	Geyve	Sakarya	29,2
12-15 Ağustos 2015	Sakarya	Sakarya	32,0
26 Temmuz-2 Ağustos 2015	Sakarya, Geyve, Sapanca	Sapanca	30,5
10-19 Ağustos 2015	Sakarya, Geyve, Sapanca	Geyve	35,0
18-27 Haziran 2016	Sakarya, Geyve, Sapanca, Akyazı	Ferizli	32,5
29 Temmuz-10 Ağustos 2016	Sakarya, Geyve, Sapanca, Akyazı, Ferizli, Hendek, Karapürçek	Ferizli	35,7
19-23 Ağustos 2016	Sakarya, Geyve, Sapanca, Ferizli	Ferizli	32,9
27 Haziran-1 Temmuz 2017	Sakarya, Geyve, Sapanca	Sakarya	32,4
2-11 Ağustos 2017	Sakarya, Geyve, Sapanca, Akyazı, Ferizli, Hendek, Kocaali	Ferizli	35,1
29 Temmuz-7 Ağustos 2018	Sakarya, Sapanca	Sapanca	31,8
14-17 Ağustos 2018	Sakarya, Sapanca	Sakarya	30,8
22-25 Ağustos 2018	Sapanca	Sakarya	29,6
23-26 Haziran 2019	Geyve	Sapanca	27,5
29 Haziran-5 Temmuz 2020	Sakarya, Sapanca	Sapanca	32,1
4-9 Ağustos 2020	Sakarya, Geyve, Sapanca	Sapanca	34,0
28-31 Ağustos 2020	Sakarya	Sakarya	29,5
15-19 Temmuz 2021	Sakarya, Sapanca, Geyve, Pamukova, Erenler	Pamukova	36,8
29 Temmuz-5 Ağustos 2021	Sakarya, Sapanca, Geyve, Pamukova, Erenler, Serdivan, Karapürçek, Kaynarca, Geyve/Hisarlık	Kaynarca	30,7
25-28 Ağustos 2021	Sakarya, Sapanca	Erenler	31,8
20-23 Ağustos 2022	Sakarya, Pamukova	Sakarya	30,9
20-22 Temmuz 2023	Sakarya	Sakarya	29,2
2-6 Ağustos 2023	Sakarya, Sapanca, Geyve, Pamukova, Erenler, Hendek, Akyazı, Karapürçek, Geyve/Hisarlık, Serdivan	Ferizli	31,0
13-17 Ağustos 2023	Sakarya, Geyve, Pamukova, Erenler, Hendek, Taraklı	Pamukova	37,1
28-30 Ağustos 2023	Sakarya	Erenler	31,8

Tablo 72: İstasyonlara Ait Isı İndeksi Maksimum Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	10 Temmuz	3.9	27.4	66	29.2	Dikkat
Geyve	10 Temmuz	4.2	26.2	57.1	27.1	Dikkat
Sapanca	10 Temmuz	-0.8	26.2	90.3	28.6	Dikkat
Karapürçek	10 Temmuz	-4.5	25.5	70.3	26.0	Risk Yok
Ferizli	10 Temmuz	-3.1	25.0	74.3	25.6	Risk Yok
Karasu	9 Temmuz	-8.8	21.1	85.2	21.6	Risk Yok
Hendek	10 Temmuz	-4.4	24.8	74.8	25.4	Risk Yok
Akyazı	10 Temmuz	-3.5	25.1	72.5	25.6	Risk Yok
Kocaali	9 Temmuz	-7.5	21.0	81.2	21.3	Risk Yok
Kaynarca	10 Temmuz	-3.8	24.8	75.2	25.3	Risk Yok
Taraklı	10 Temmuz	-10.3	23.5	56.3	23.4	Risk Yok

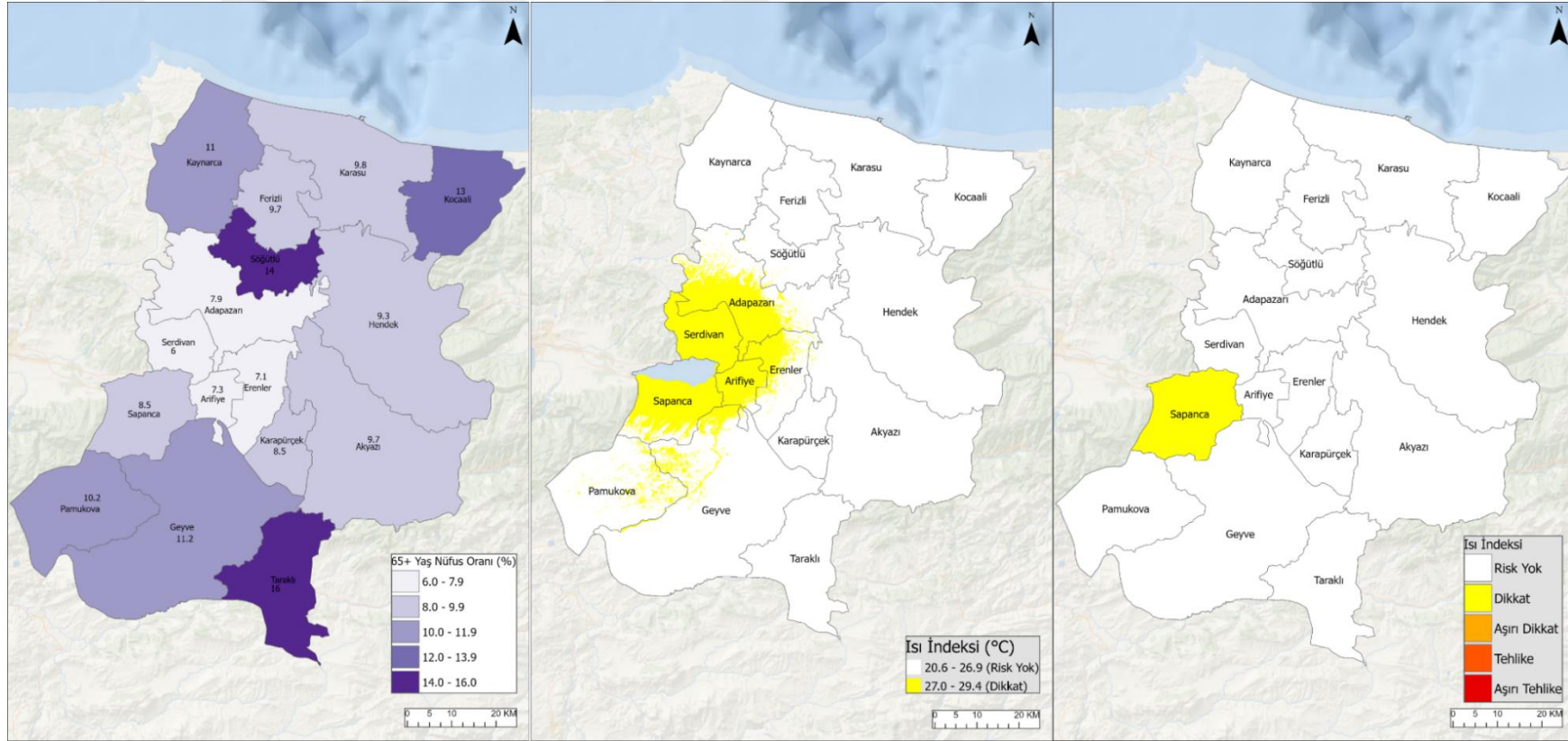
Tablo 73: 9-11 Temmuz 2014 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	14 Ağustos	2.3	28.3	74.5	32.0	Aşırı Dikkat
Geyve	14 Ağustos	0.2	27.3	67.2	29.1	Dikkat
Sapanca	14 Ağustos	-0.2	26.6	85.5	29.4	Dikkat
Karapürçek	15 Ağustos	-1.0	24.7	75.2	25.3	Risk Yok
Ferizli	12 Ağustos	-0.3	24.0	65.0	24.2	Risk Yok
Karasu	13 Ağustos	-0.6	24.5	87.9	25.3	Risk Yok
Hendek	12 Ağustos	-0.9	24.3	80.7	25.0	Risk Yok
Akyazı	12 Ağustos	-0.5	24.6	62.4	24.8	Risk Yok
Kocaali	13 Ağustos	-0.5	24.7	80.4	25.3	Risk Yok
Kaynarca	13 Ağustos	-0.4	24.4	74.9	24.9	Risk Yok
Taraklı	12 Ağustos	-0.4	21.4	48.7	20.9	Risk Yok

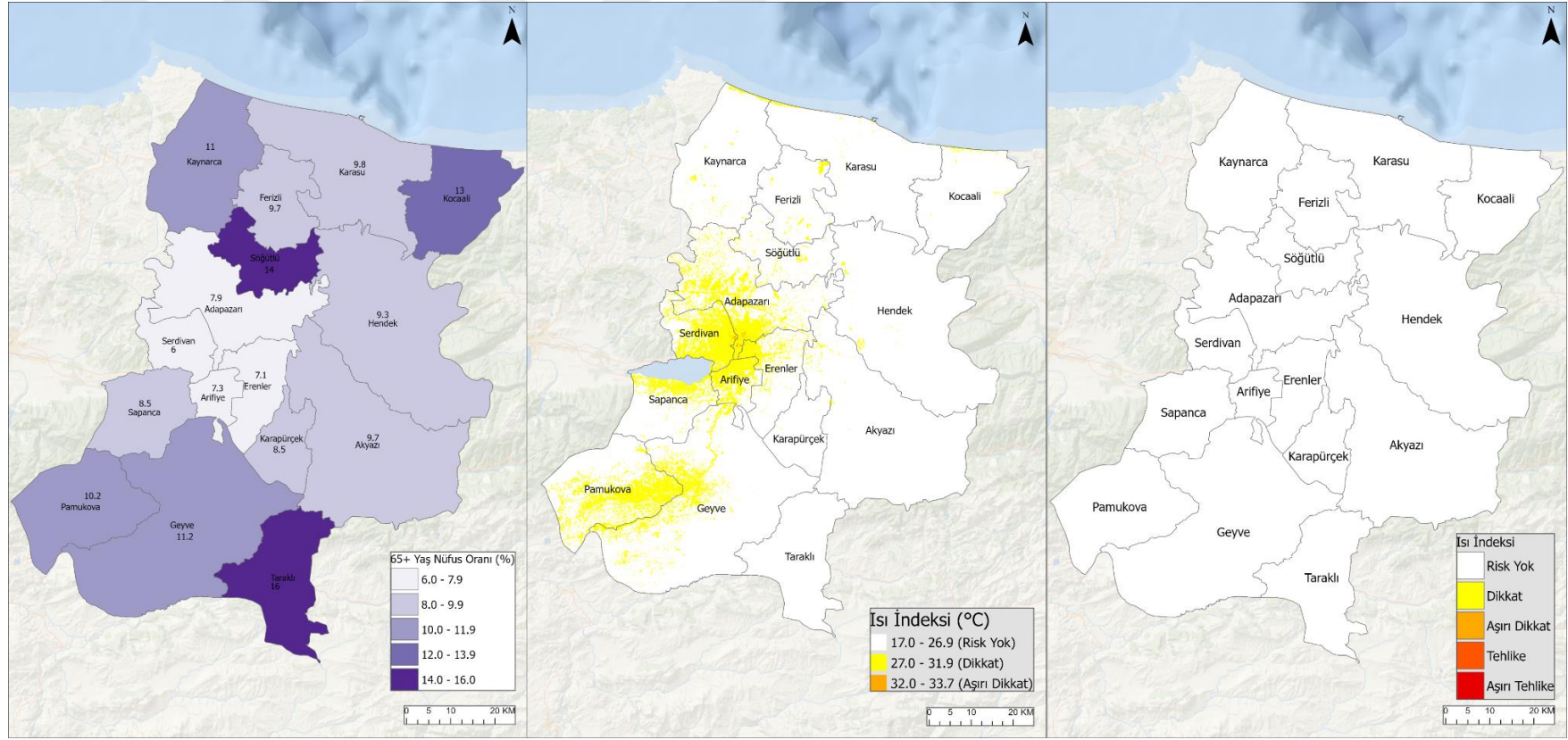
Tablo 74: 12-15 Ağustos 2014 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 60: 9-11 Temmuz 2014 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 61: 12-15 Ağustos 2014 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2014 yılında, 9-11 Temmuz'da Geyve istasyonunda, 12-15 Ağustos'ta Sakarya istasyonunda toplam iki tane sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Bu tarih aralığındaki bütün istasyonlarda maksimum EHF değerlerinin bulunduğu günler dikkate alınmıştır. Ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerleri kullanılarak Isı İndeksi değerleri hesaplanmıştır. Maksimum EHF değerine ait güne göre hesaplanan Isı İndeksi değerlerine göre, 9-11 Temmuz tarih aralığında en yüksek 29,2 °C Sakarya'da ve 12-15 Ağustos tarih aralığında 32,0 °C Sakarya'da tespit edilmiştir (Tablo 73; Tablo 74).

2014 yılına ait Isı İndeksi değerlerine bakıldığında 9-11 Temmuz tarihleri arasında gerçekleşen sıcak hava dalgası sırasında Sapanca, Serdivan, Adapazarı, Arifiye ve Erenler ilçelerinde Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir fakat bu ilçelerde sadece Sapanca'da yaşlı nüfus oranı %8'den büyük olduğu için Dikkat olarak sınıflandırılmıştır. Diğer ilçeler Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 60).

12-15 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgası sırasında Isı İndeksi değerlerine bakıldığında Adapazarı ilçesinde yerleşmenin yoğun olduğu yerlerde Aşırı Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir. Sıcak hava dalgasının hissedildiği bölgelerde yaşlı nüfus oranı %8'den küçük olduğu için ve diğer ilçelerde ise Isı İndeksi değerleri 27 °C'den küçük olduğundan dolayı Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 61).

2014 yılı özellikle ekstrem hava olaylarının yaşandığı bir yıl olmuştur. MGM'nin 2014 Yılı İklim Değerlendirilmesinde 1994 yılından bu yana (1997 ve 2011 yılları hariç) sıcaklık anomalileri tespit edilmiştir. Türkiye'de normalin üzerinde sıcaklık değerleri tespit edilmiştir. 105 istasyonda sıcak hava dalgaları gerçekleşmiştir (MGM, 2015) ve sıcak hava dalgaları değerlendirildiğinde Sakarya ilinde de tespit edilmiştir. Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları yaz mevsimi ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. Dünyada İsveç, Avusturalya (Nairn & Fawcett, 2015), Rusya, Arjantin, Meksika ve Alaska'da (Walsh, 2018) sıcaklık rekorları kırılmıştır. Avrupa'da Almanya, Avusturya, Fransa, İsveç, Belçika ve Birleşik Krallık'ta sıcaklık rekorları kırılmıştı

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	28 Temmuz	6.5	28.5	65.8	29.6	Dikkat
Geyve	28 Temmuz	6.9	27.7	56.9	25.9	Risk Yok
Sapanca	4 Ağustos	3.1	27.7	73.0	30.5	Dikkat
Karapürçek	28 Temmuz	-0.7	26.6	58.6	28.0	Dikkat
Ferizli	4 Ağustos	-1.8	25.5	81.1	27.0	Dikkat
Karasu	8 Ağustos	-1.9	24.0	80.3	25.0	Risk Yok
Hendek	8 Ağustos	-1.5	26.4	73.5	28.0	Dikkat
Akyazı	4 Ağustos	-0.4	25.9	77.8	28.1	Dikkat
Kocaali	8 Ağustos	-2.2	24.3	77.1	25.0	Risk Yok
Kaynarca	7 Ağustos	-2.0	24.4	82.2	25.0	Risk Yok
Taraklı	8 Ağustos	-3.3	25.0	84.0	26.0	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	5 Ağustos	-0.6	20.3	86.5	21.0	Risk Yok
Kocaali/Melen	8 Ağustos	-2.3	23.4	82.5	24.0	Risk Yok

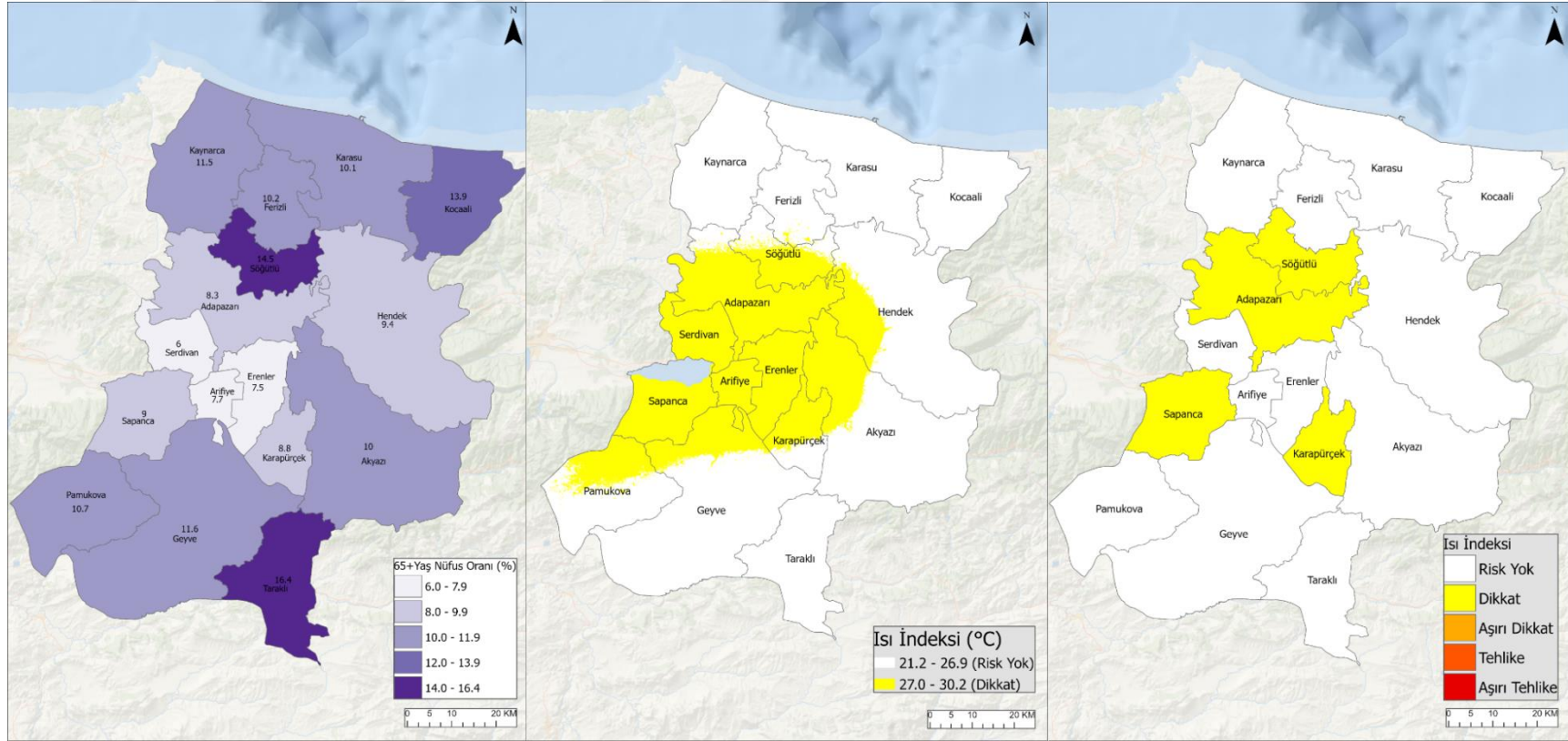
Tablo 75: 26 Temmuz-8 Ağustos 2015 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	16 Ağustos	1.1	27.1	69.8	27.2	Dikkat
Geyve	11 Ağustos	4.3	31.0	58.7	35.0	Aşırı Dikkat
Sapanca	18 Ağustos	1.0	28.8	66.9	31.8	Dikkat
Karapürçek	19 Ağustos	-0.3	25.2	69.8	26.0	Risk Yok
Ferizli	19 Ağustos	-0.3	24.4	80.7	25.0	Risk Yok
Karasu	15 Ağustos	-0.5	24.1	85.9	25.0	Risk Yok
Hendek	19 Ağustos	-0.1	24.9	71.7	25.0	Risk Yok
Akyazı	19 Ağustos	-0.2	25.1	75.3	26.0	Risk Yok
Kocaali	17 Ağustos	-0.7	23.9	84.6	25.0	Risk Yok
Kaynarca	19 Ağustos	-0.4	23.8	79.8	24.0	Risk Yok
Taraklı	18 Ağustos	0.0	23.7	63.5	24.0	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	17 Ağustos	-3.6	22.5	70.4	23.0	Risk Yok
Kocaali/Melen	20 Ağustos	-0.8	25.2	86.8	26.1	Risk Yok

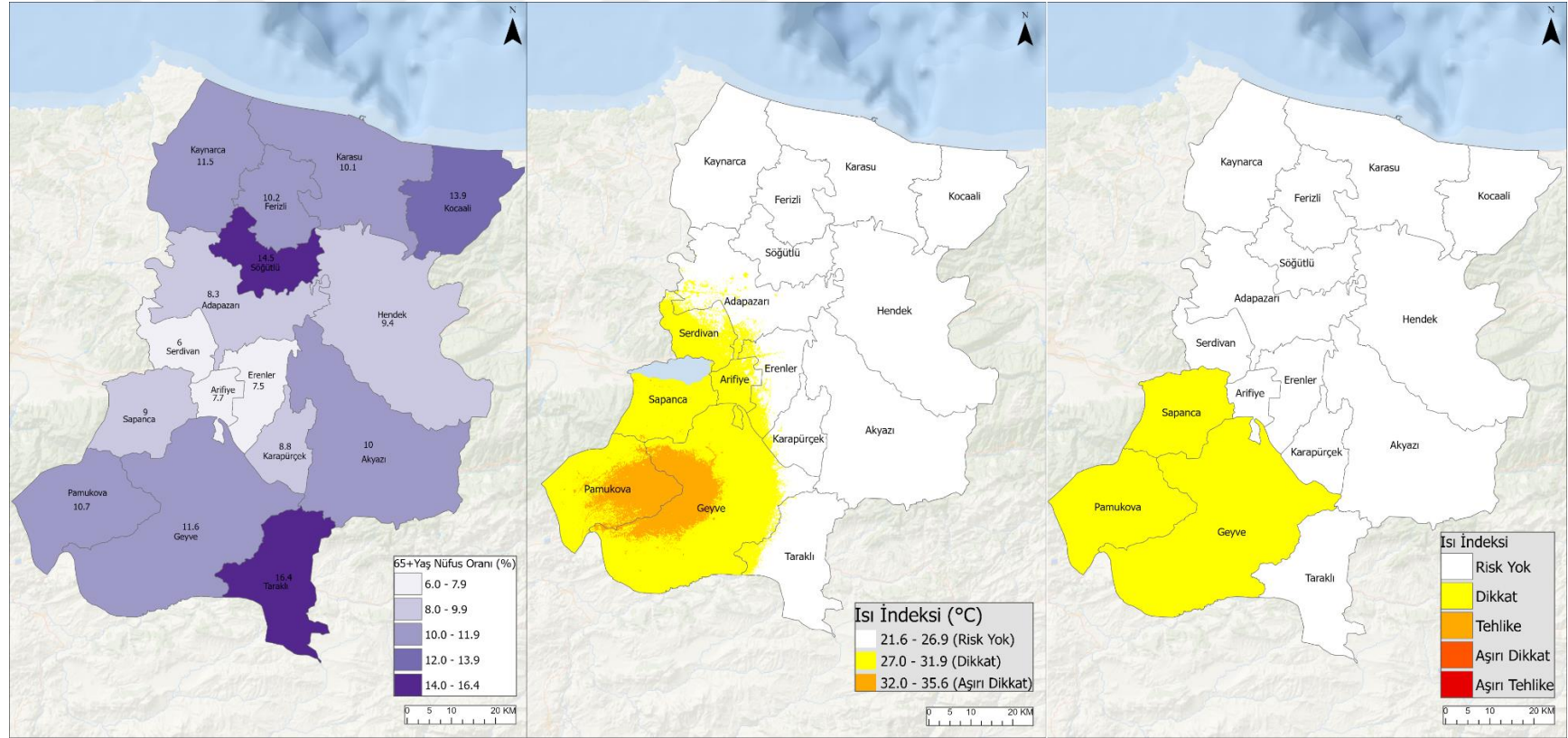
Tablo 76: 10-19 Ağustos 2015 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 62: 26 Temmuz-8 Ağustos 2015 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 63: 10-19 Ağustos 2015 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2015 yılında, Sakarya istasyonunda 26-30 Temmuz, 4-6 Ağustos ve 10-19 Ağustos tarihleri arasında, Geyve istasyonunda 26 Temmuz-7 Ağustos ve 9-20 Ağustos tarihleri arasında ve Sapanca istasyonunda 27 Temmuz-8 Ağustos ve 16-19 Ağustos tarihleri arasında sıcak hava dalgaları tespit edilmiş ve bu bağlamda bütün istasyonlarda belirlenen tarihler arasında maksimum EHF değerinin belirlendiği güne ait Isı İndeksi değerleri hesaplanmıştır. Maksimum EHF değerine ait güne göre hesaplanan Isı İndeksi değerlerine göre, 29 Temmuz-8 Ağustos tarihleri arasında maksimum Isı İndeksi değeri, 30,5 °C ile Sapanca’da tespit edilmiştir (Tablo 75). 10-19 Ağustos tarihleri arasında maksimum Isı İndeksi değeri 35,0 °C Geyve istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 76).

2015 yılı 25 Temmuz-8 Ağustos tarihleri arasında tespit edilen sıcak hava dalgasına ait Isı İndeksi değerlerine bakıldığında Adapazarı, Söğütlü, Serdivan, Erenler, Arifiye, Karapürçek ve Sapanca ilçeleri etrafında Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir. Karapürçek, Sapanca, Adapazarı ve Söğütlü ilçeleri Dikkat olarak sınıflandırılmış, diğer ilçeler Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 62).

10-19 Ağustos tarihleri arasında gerçekleşen sıcak hava dalgasına ait Isı İndeksi değerlerine bakıldığında Pamukova ve Geyve ilçelerinde Aşırı Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir. Sapanca, Pamukova ve Geyve ilçeleri Dikkat olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 63).

2015 yılı MGM’nin İklim Değerlendirilmesinde kayıtlardaki en sıcak yıl olduğu ve küresel ortalama sıcaklığın 1°C üzerinde olduğu vurgulanmıştır. Bu yıl 1950’den beri gerçekleşen en güçlü El-Niño gerçekleşmiş ve dünyanın her yerinde aşırı sıcaklıklar ve kuraklık etkili olmuştur. Meteorolojik karakterli ekstrem olaylardan sıcak hava dalgaları bu yıl %11 oranında gerçekleşmiştir. Dünya’da Hindistan’da 2500’den fazla insan sıcak hava dalgasından dolayı yaşamını yitirmiştir (Ghatak vd., 2017). Avrupa’da (Dong vd., 2015; Ionita vd., 2017; Urban vd., 2017; Krzyzewska vd., 2019; Mecking vd., 2019) ve Pakistan’da sıcak hava dalgaları meydana gelmiştir.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	20 Haziran	7.3	27.7	73.4	29.4	Dikkat
Geyve	25 Haziran	11.3	26.2	68.4	26.2	Dikkat
Sapanca	21 Haziran	12.5	28.2	68.9	31.0	Dikkat
Karapürçek	24 Haziran	-0.7	25.7	75.3	27.0	Dikkat
Ferizli	26 Haziran	-2.4	26.9	99.4	32.5	Aşırı Dikkat
Karasu	27 Haziran	-8.2	24.5	88.3	25.4	Risk Yok
Hendek	21 Haziran	1.2	27.0	74.5	29.3	Dikkat
Akyazı	21 Haziran	2.4	26.9	51.0	27.2	Dikkat
Kocaali	26 Haziran	-7.4	25.4	84.8	26.6	Risk Yok
Kaynarca	21 Haziran	-1.2	26.0	80.7	27.8	Dikkat
Taraklı	25 Haziran	6.0	25.5	65.6	25.8	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	27 Haziran	-2.7	20.1	84.6	20.4	Risk Yok
Kocaali/Melen	27 Haziran	-6.5	24.0	93.3	24.9	Risk Yok

Tablo 77: 18-27 Haziran 2016 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	1 Ağustos	8.0	28.9	71.7	32.0	Aşırı Dikkat
Geyve	1 Ağustos	6.0	28.7	62.4	29.3	Dikkat
Sapanca	7 Ağustos	8.1	29.0	69.8	32.7	Aşırı Dikkat
Karapürçek	1 Ağustos	2.3	27.6	66.4	29.6	Dikkat
Ferizli	1 Ağustos	7.8	27.8	100	35.7	Aşırı Dikkat
Karasu	8 Ağustos	-2.0	25.6	90.6	27.1	Dikkat
Hendek	8 Ağustos	3.0	27.4	73.2	29.9	Dikkat
Akyazı	7 Ağustos	2.7	27.3	74.2	29.8	Dikkat
Kocaali	8 Ağustos	-0.6	26.6	86.3	29.4	Dikkat
Kaynarca	7 Ağustos	0.7	27.1	80.4	30.1	Dikkat
Taraklı	10 Ağustos	-2.8	23.8	69.7	24.1	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	10 Ağustos	-6.5	22.4	86.5	23.0	Risk Yok
Kocaali/Melen	8 Ağustos	-3.2	25.6	91.9	27.1	Dikkat

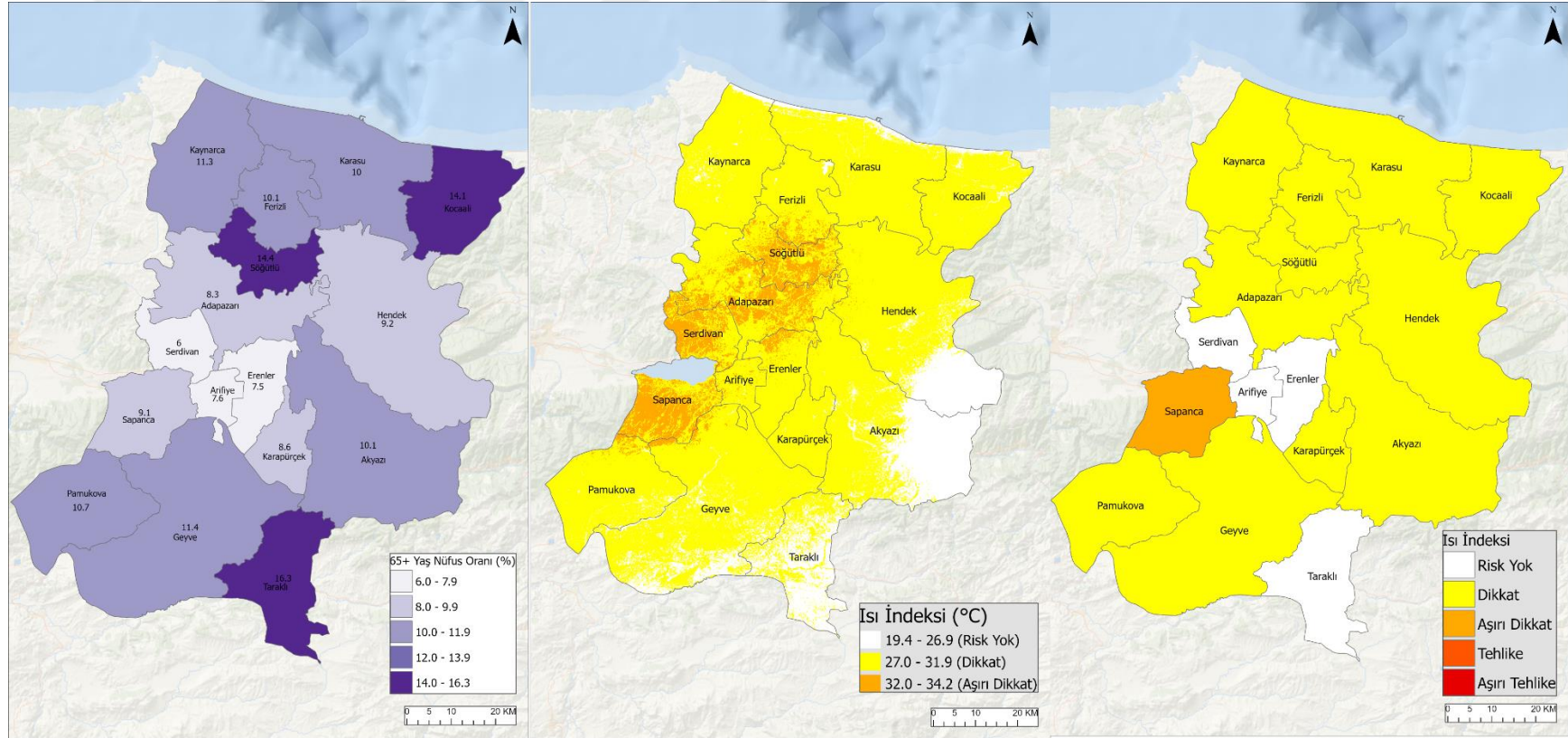
Tablo 78: 29 Temmuz-10 Ağustos 2016 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	21 Ağustos	2.8	26.8	83.4	29.3	Dikkat
Geyve	22 Ağustos	1.1	28.0	72.5	29.9	Dikkat
Sapanca	19 Ağustos	0.1	28.0	76.7	31.6	Dikkat
Karapürçek	21 Ağustos	-0.3	24.7	83.7	25.4	Risk Yok
Ferizli	20 Ağustos	3.4	26.9	100	32.9	Aşırı Dikkat
Karasu	22 Ağustos	-0.7	26.9	88.2	30.7	Dikkat
Hendek	22 Ağustos	-0.9	27.3	81.1	30.6	Dikkat
Akyazı	22 Ağustos	-0.5	26.9	75.0	29.2	Dikkat
Kocaali	22 Ağustos	-0.7	27.0	84.6	30.2	Dikkat
Kaynarca	22 Ağustos	-1.0	26.2	80.7	28.2	Dikkat
Taraklı	21 Ağustos	-0.5	23.0	77.8	23.4	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	22 Ağustos	-2.3	22.1	77.4	22.4	Risk Yok
Kocaali/Melen	23 Ağustos	-1.3	24.8	95.8	25.9	Risk Yok

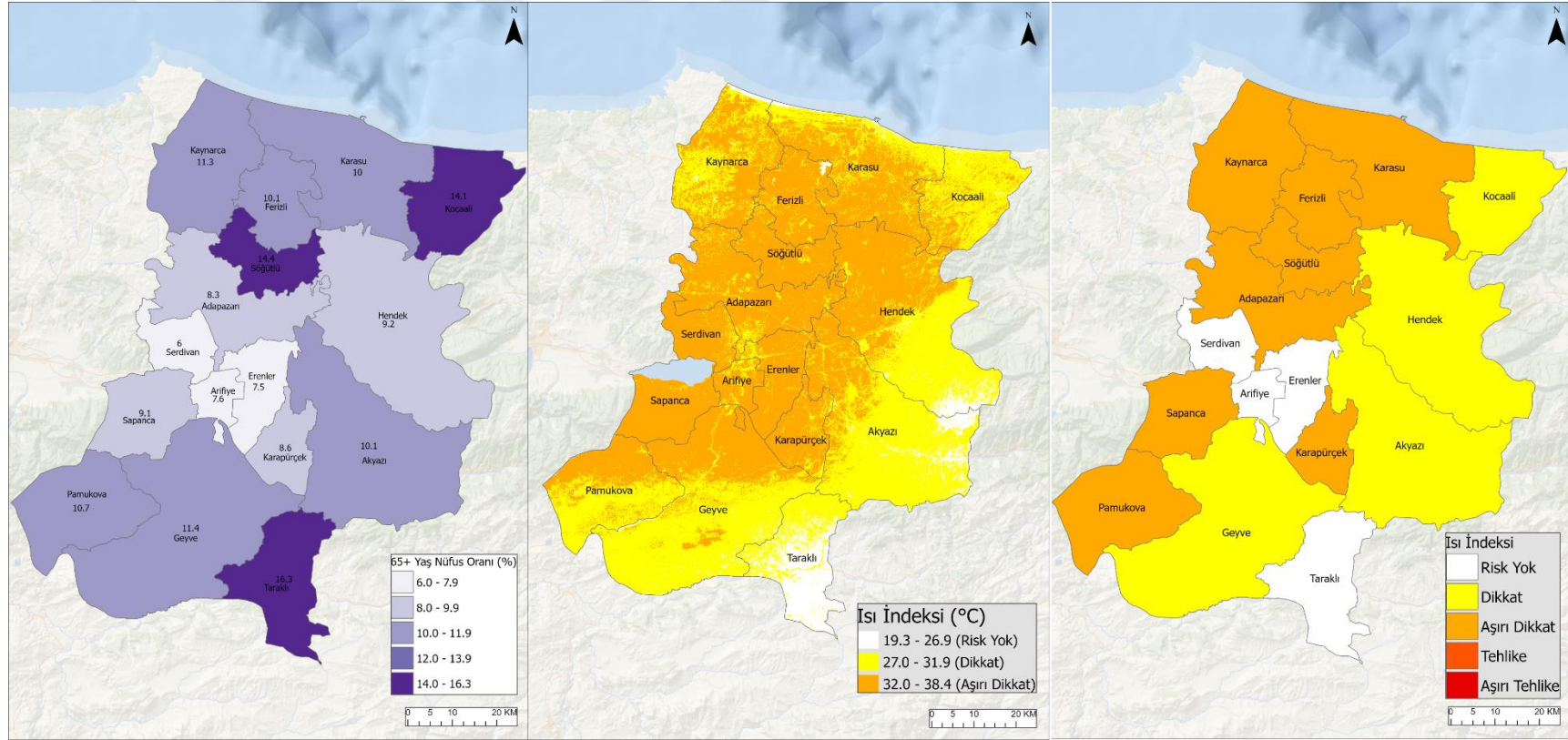
Tablo 79: 19-23 Ağustos 2016 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



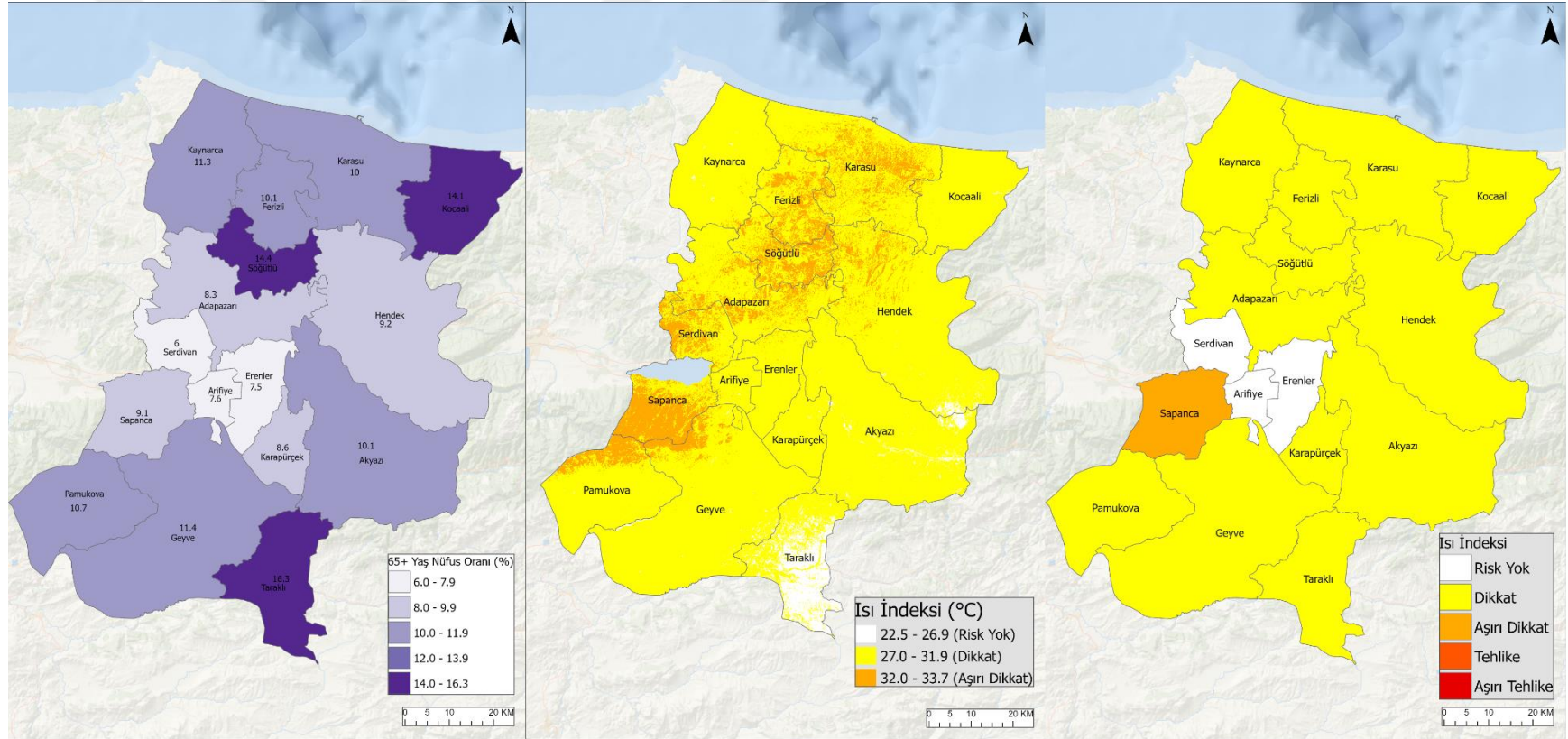
Şekil 64: 18-27 Haziran 2016 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 65: 29 Temmuz-10 Ağustos 2016 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 66: 19-23 Ağustos 2016 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2016 yılında, Sakarya istasyonunda 18-26 Haziran, 30 Temmuz-10 Ağustos ve 19-22 Ağustos tarihlerinde, Geyve’de 18-27 Haziran, 29 Temmuz-10 Ağustos ve 20-23 Ağustos tarihlerinde, Sapanca istasyonunda 18-26 Haziran, 30 Temmuz-10 Ağustos ve 19-21 Ağustos tarihlerinde, Ferizli’de 31 Temmuz-3 Ağustos, 5-9 Ağustos ve 19-22 Ağustos tarihleri arasında, Karapürçek’te 31 Temmuz-2 Ağustos ve 5-9 Ağustos tarihleri arasında, Hendek’te 7-9 Ağustos tarihleri arasında ve Akyazı istasyonunda 20-22 Haziran ve 7-9 Ağustos tarihleri arasında sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. Bütün istasyonlarda belirlenen tarih aralıklarına ait maksimum EHF değerinin bulunduğu güne ait ortalama bağıl nem ile sıcaklık verileri kullanılarak Isı İndeksi değerleri hesaplanmıştır. Maksimum EHF değerine ait güne göre hesaplanan Isı İndeksi değerlerine göre 18-27 Haziran tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum Isı İndeksi değeri, 32,5 °C Ferizli istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 77). 29 Temmuz-10 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında maksimum Isı İndeksi değeri 35,7 °C ile Ferizli istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 78). 19-23 Ağustos tarihleri arasındaki sıcak hava dalgasında maksimum Isı İndeksi değeri 32,9 °C ile Ferizli’de tespit edilmiştir (Tablo 79).

2016 yılında 18-27 Haziran tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında Isı İndeksi değerlerine bakıldığında Sapanca ilçesinde değerler Aşırı Dikkat sınıflandırılması içerisinde. İlçenin çoğunluğunda Isı İndeksi değerleri Dikkat sınıflandırılmasında olmuştur. Serdivan, Erenler ve Arifiye ilçelerinde yaşlı nüfus oranı %8’den küçük ve Taraklı ilçesinde ortalama değerler Risk Yok sınıflandırılması içerisinde olduğu için Risk Yok olarak sınıflanmıştır (Şekil 64). Kaynarca, Ferizli, Söğütlü, Adapazarı, Karasu, Kocaali, Hendek, Akyazı, Karapürçek, Geyve ve Pamukova ilçelerinde Dikkat ve Sapanca ilçesi ise Aşırı Dikkat olarak sınıflanmıştır (Şekil 64).

29 Temmuz-10 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında Isı İndeksi değerlerine bakıldığında, ilçenin orta ve kuzey kesimlerinde Aşırı Dikkat olarak sınıflandırılan değerler tespit edilmiştir. Serdivan, Erenler ve Arifiye ilçelerinde yaşlı nüfus oranı %8’den küçük olduğu ve Taraklı ilçesinde ortalama değerler Risk Yok sınıflandırılmasında olduğundan dolayı Risk Yok olarak sınıflanmıştır. Kaynarca, Ferizli, Karasu, Söğütlü, Adapazarı, Sapanca, Karapürçek ve Pamukova ilçelerinde Aşırı Dikkat, Geyve, Akyazı, Hendek ve Kocaali ilçelerinde Dikkat olarak sınıflanmıştır (Şekil 65).

19-23 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında Isı İndeksi değerleri, Sapanca ilçesinde ortalama Aşırı Dikkat olarak sınıflanmıştır. Serdivan, Pamukova, Geyve, Adapazarı, Söğütlü, Ferizli ve Karasu ilçelerinde Dikkat sınıflanmasına ait değerler daha fazla olsa da Aşırı Dikkat sınıflanmasına ait değerlerde görülmüştür. Sapanca Aşırı Dikkat, Serdivan, Arifiye ve Erenler ilçeleri Risk Yok ve diğer ilçeler Dikkat olarak sınıflanmıştır (Şekil 66).

2016 yılı MGM'nin İklim Değerlendirmesinde 2016 yılı Sanayi Devrimine göre en sıcak yıl olmuştur. El Niño olayının devam etmesiyle sıcaklık değerleri zirve yapmıştır. El Niño olayının 2015-2016 yılları arasında dünyada yaklaşık 60 milyondan fazla insanı etkilemiştir (World Meteorological Organization, 2018). Bütün mevsimlerde ortalama sıcaklıklar normallerin üzerinde seyretmiştir. 561 adet sıcak hava dalgası hesaplanmış ve meteorolojik karakterli ekstrem olaylarda en yüksek dilime ulaşmıştır (% 43). İstanbul'da iki adet sıcak hava dalgası meydana gelmiş ve sıcak hava dalgası sırasında ölüm riski %6 arttığı tespit edilmiştir (Can vd., 2019). 23 Ağustos 2016'da başlayan sıcak hava dalgası Avrupa'da birçok ülkeyi etkilemiştir (Zschenderlein vd., 2018). Doğu Avrupa, Doğu Asya ve Kamçatka Yarımadası'nda en sıcak ikinci yaz yaşanmıştır ve 25 Temmuz-25 Ağustos tarihleri arasında sıcak hava dalgası tespit edilmiştir (Seo vd., 2020). Amerika Birleşik Devletleri'nde El Niño olayına atıf yapılarak, Temmuz ayında sıcak hava dalgası yaşandığı tespit edilmiştir (Ramamurthy vd., 2017).

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	29 Haziran	16.1	29.4	67.2	32.4	Aşırı Dikkat
Geyve	29 Haziran	13.3	28.2	62.3	28.2	Dikkat
Sapanca	29 Haziran	10.4	28.7	68.4	31.8	Dikkat
Karapürçek	30 Haziran	4.4	26.8	73.5	28.8	Dikkat
Ferizli	29 Haziran	3.2	27.2	79.2	30.2	Dikkat
Karasu	30 Haziran	-4.6	26.7	74.0	28.8	Dikkat
Hendek	30 Haziran	1.8	26.3	72.0	27.9	Dikkat
Akyazı	30 Haziran	3.1	26.2	68.0	27.6	Dikkat
Kocaali	30 Haziran	-3.7	25.6	76.8	27.0	Dikkat
Kaynarca	29 Haziran	-0.5	27.1	76.0	29.6	Dikkat
Taraklı	1 Temmuz	-2.2	25.1	61.2	25.3	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	30 Haziran	-11.8	23.6	64.0	23.8	Risk Yok
Kocaali/Melen	29 Haziran	0.1	27.5	84.7	31.6	Dikkat
Hendek/Yeniyayla Köyü	30 Haziran	-4.1	25.9	51.6	26.0	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	29 Haziran	9.6	26.0	55.3	26.1	Risk Yok

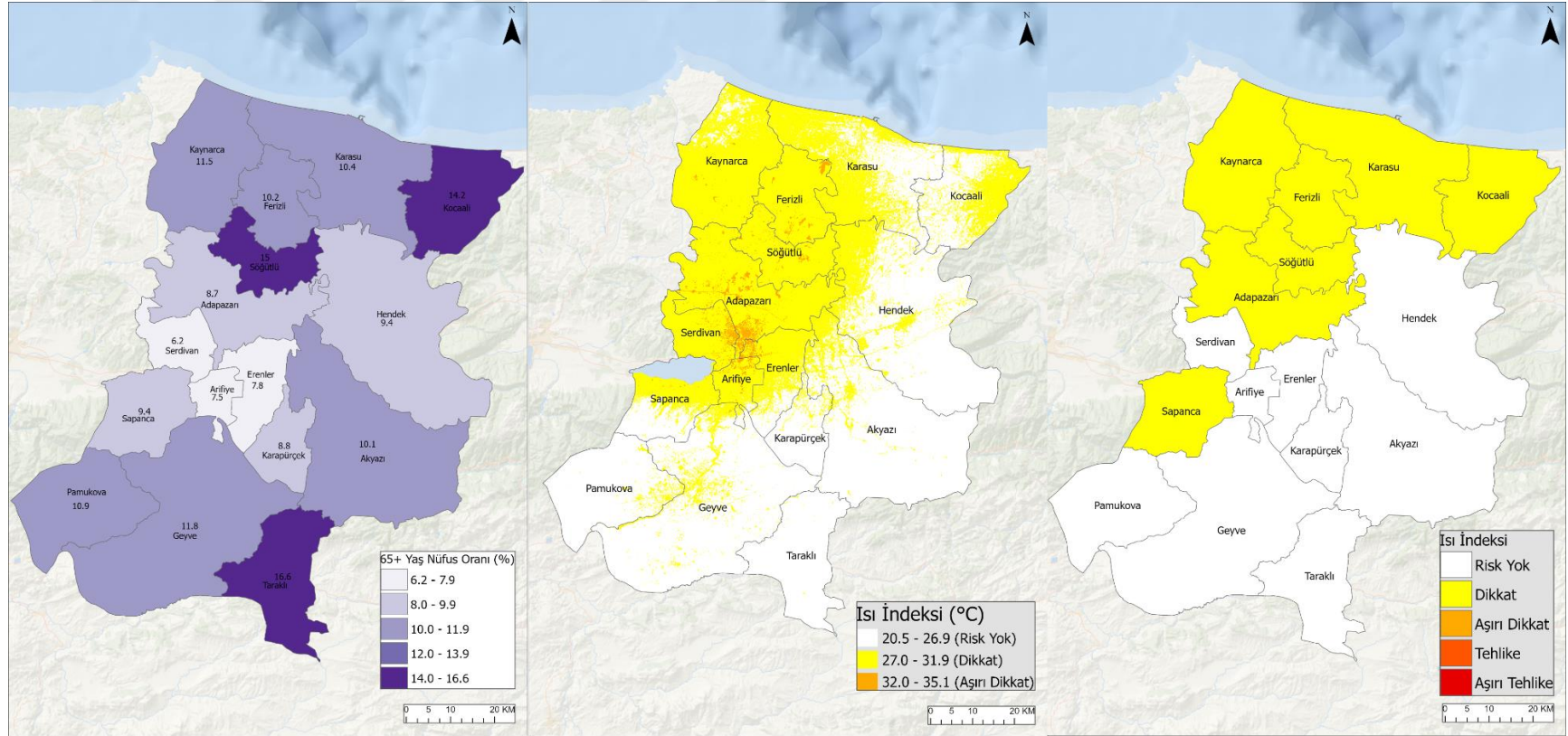
Tablo 80: 27 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	6 Ağustos	6.6	28.3	78.2	32.1	Aşırı Dikkat
Sapanca	6 Ağustos	8.8	28.3	75.8	32.3	Aşırı Dikkat
Karapürçek	7 Ağustos	2.3	27.8	81.7	31.9	Dikkat
Geyve	7 Ağustos	7.5	28.9	71.9	32.0	Aşırı Dikkat
Ferizli	6 Ağustos	5.7	27.8	86.2	35.1	Aşırı Dikkat
Karasu	11 Ağustos	-0.7	23.7	89.4	24.5	Risk Yok
Hendek	7 Ağustos	4.1	28.6	80.8	34.0	Aşırı Dikkat
Akyazı	7 Ağustos	3.5	28.3	82.3	33.3	Aşırı Dikkat
Kocaali	6 Ağustos	1.9	26.2	93.6	28.9	Dikkat
Kaynarca	6 Ağustos	-0.7	26.8	77.6	29.2	Dikkat
Taraklı	11 Ağustos	-0.5	23.5	73.4	23.8	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	9 Ağustos	-3.7	22.1	76.4	22.4	Risk Yok
Kocaali/Melen	11 Ağustos	-0.2	23.8	97.1	24.8	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	11 Ağustos	-5.9	21.4	98.3	21.5	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	10 Ağustos	-2.6	23.0	87.7	23.7	Risk Yok

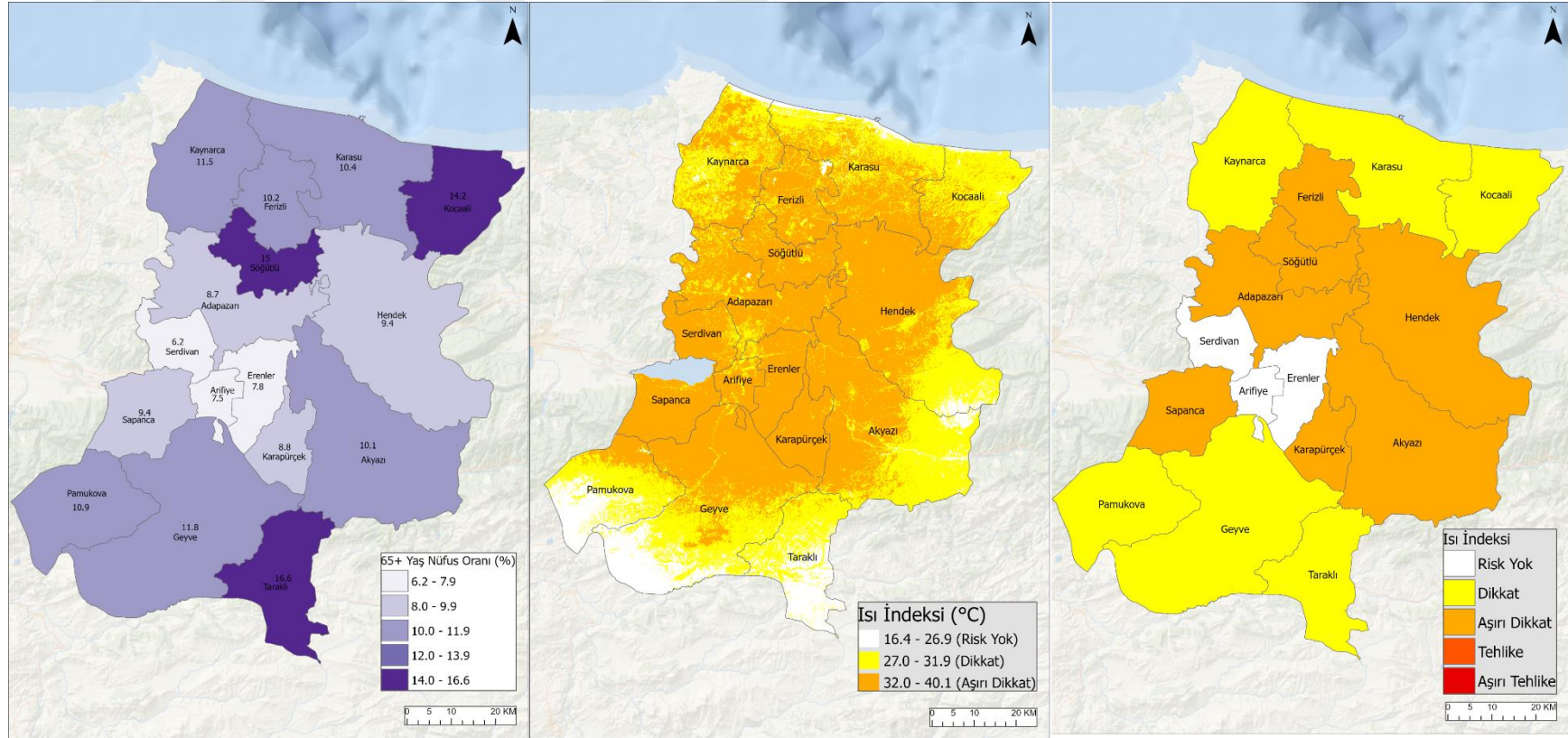
Tablo 81: 2-11 Ağustos 2017 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 67: 27 Haziran-1 Temmuz 2017 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 68: 2-11 Ağustos 2017 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2017 yılında, Sakarya istasyonunda 27 Haziran-1 Temmuz ve 2-11 Ağustos tarihleri arasında, Sapanca'da 28 Haziran-1 Temmuz ve 3-11 Ağustos, Geyve'de 27 Haziran-1 Temmuz ve 5-9 Ağustos, Hendek 5-9 Ağustos, Akyazı'da 5-8 Ağustos, Kocaali 6-8 Ağustos ve Ferizli'de 5-7 Ağustos tarihlerinde sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. Belirlenen tarih aralığında her istasyonda maksimum EHF değerinin bulunduğu güne ait ortalama bağıl nem ile sıcaklık değerleri kullanılarak Isı İndeksi hesaplanmıştır. Isı İndeksi değerlerine göre 27 Haziran-1 Temmuz tarihleri arasında maksimum Isı İndeksi değeri 32,4 °C ile Sakarya'da tespit edilmiştir (Tablo 80). 2-11 Ağustos tarihleri arasında maksimum Isı İndeksi değeri, 35,1 °C ile Ferizli'de tespit edilmiştir (Tablo 81).

2017 yılında 27 Haziran-1 Temmuz tarihleri arasında maksimum Isı İndeksi değerlerine bakıldığında, ilin kuzeybatısı, batısı ve kuzeyinde Dikkat olarak sınıflanmıştır. Sapanca, Kaynarca, Karasu, Kocaali, Ferizli, Söğütlü ve Adapazarı'nda Isı İndeksi sınıflanması Dikkat olarak, Serdivan, Arifiye ve Erenler'de yaşlı nüfus oranı %8'den küçük olduğu için ve diğer ilçelerde 27 °C'den küçük değerler seyrettiği için Risk Yok olarak sınıflanmıştır (Şekil 67).

2-11 Ağustos tarihlerinde meydana gelen sıcak hava dalgasında Isı İndeksi değerleri, ilin kuzey, doğu ve güney kısımları hariç Aşırı Dikkat olarak sınıflandırılan değerler görülmektedir. Kaynarca, Karasu, Kocaali, Pamukova, Taraklı ve Geyve ilçelerinde Dikkat, Adapazarı, Sapanca, Söğütlü, Ferizli, Hendek, Akyazı ve Karapürçek ilçelerinde ise Aşırı Dikkat olarak sınıflanmıştır (Şekil 68). Serdivan, Arifiye ve Erenler ilçelerinde yaşlı nüfus oranı %8'den küçük olduğu için Risk Yok olarak sınıflanmıştır.

2017 yılı, Dünya Meteoroloji Örgütü'ne göre bu yıl, El Niño olayının yaşanmadığı en sıcak yıl olduğunu belirtmiştir. Küresel ortalama sıcaklık Sanayi Devriminden bu yana 1,1 °C artmıştır (MGM, 2018). Türkiye'de bulunan birçok istasyonda sıcaklık rekorları kırılmış ve çalışma alanında bulunan Sakarya istasyonunda da sıcaklık rekoru kırılmıştır (MGM, 2018). Bu yıl ülkemizde 389 adet sıcak hava dalgası olayı meydana gelmiş ve Sakarya'nın güneyi de etkilenmiştir. Bu yıl zayıf etkide La Niña olayı meydana gelmiştir. Çin (Zhou vd., 2019), Yeni Zelanda (Salinger vd., 2019), Hindistan (Mishra vd., 2017), Avustralya, Avrupa (Sánchez- Benítez vd., 2018; Kew vd., 2019) ve Amerika Birleşik Devletleri'nde sıcak hava dalgaları etkili olmuş ve Pakistan'da (Khan vd., 2017) sıcak hava dalgaları meydana gelmiştir.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	30 Temmuz	0.8	27.7	78.6	31.2	Dikkat
Sapanca	1 Ağustos	1.9	27.8	80.9	31.8	Dikkat
Karapürçek	7 Ağustos	-0.6	25.2	78.2	25.8	Risk Yok
Ferizli	7 Ağustos	-0.7	25.2	86.6	26.1	Risk Yok
Geyve	1 Ağustos	0.8	27.2	76.5	30.0	Dikkat
Karasu	3 Ağustos	-0.4	24.0	85.5	24.8	Risk Yok
Hendek	7 Ağustos	-1.3	25.3	79.3	26.0	Risk Yok
Akyazı	7 Ağustos	-1.0	26.0	77.5	27.6	Dikkat
Kocaali	3 Ağustos	-1.0	24.4	99.0	25.6	Risk Yok
Kaynarca	7 Ağustos	-1.1	24.4	83.5	25.1	Risk Yok
Taraklı	5 Ağustos	-0.8	22.1	66.8	22.1	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	3 Ağustos	-1.2	19.7	81.0	19.9	Risk Yok
Kocaali/Melen	3 Ağustos	-0.5	23.8	95.0	24.7	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	7 Ağustos	-2.4	20.4	100.0	21.2	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	7 Ağustos	-2.9	23.0	80.7	23.5	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	3 Ağustos	-1.3	24.4	86.3	25.2	Risk Yok
Pamukova	2 Ağustos	-0.4	26.3	77.9	28.2	Dikkat
Serdivan	7 Ağustos	-1.3	25.5	83.4	26.7	Risk Yok

Tablo 82: 29 Temmuz-7 Ağustos 2018 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	16 Ağustos	1.3	27.7	74.5	30.8	Dikkat
Sapanca	15 Ağustos	2.6	27.7	69.0	30.0	Dikkat
Karapürçek	16 Ağustos	-1.1	26.3	68.2	27.7	Dikkat
Ferizli	14 Ağustos	-0.5	23.4	81.7	23.9	Risk Yok
Geyve	16 Ağustos	0.8	26.9	62.9	28.2	Dikkat
Karasu	15 Ağustos	-0.5	23.3	81.3	23.8	Risk Yok
Hendek	16 Ağustos	-0.7	26.6	76.3	28.7	Dikkat
Akyazı	16 Ağustos	-0.5	26.9	70.3	28.8	Dikkat
Kocaali	15 Ağustos	-0.8	24.0	95.3	25.0	Risk Yok
Kaynarca	17 Ağustos	-1.6	25.0	84.4	25.8	Risk Yok
Taraklı	14 Ağustos	-2.3	22.3	60.8	22.2	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	14 Ağustos	-5.8	19.3	73.6	19.2	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	17 Ağustos	-1.8	25.4	89.0	26.7	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	17 Ağustos	-6.2	21.5	68.9	21.5	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	17 Ağustos	-3.8	23.7	77.6	24.2	Risk Yok
Pamukova	16 Ağustos	-0.1	26.3	68.4	27.6	Dikkat
Serdivan	14 Ağustos	-1.0	24.0	61.1	24.1	Risk Yok
Kocaali/Melen	14 Ağustos	-0.1	22.3	86.5	22.8	Risk Yok

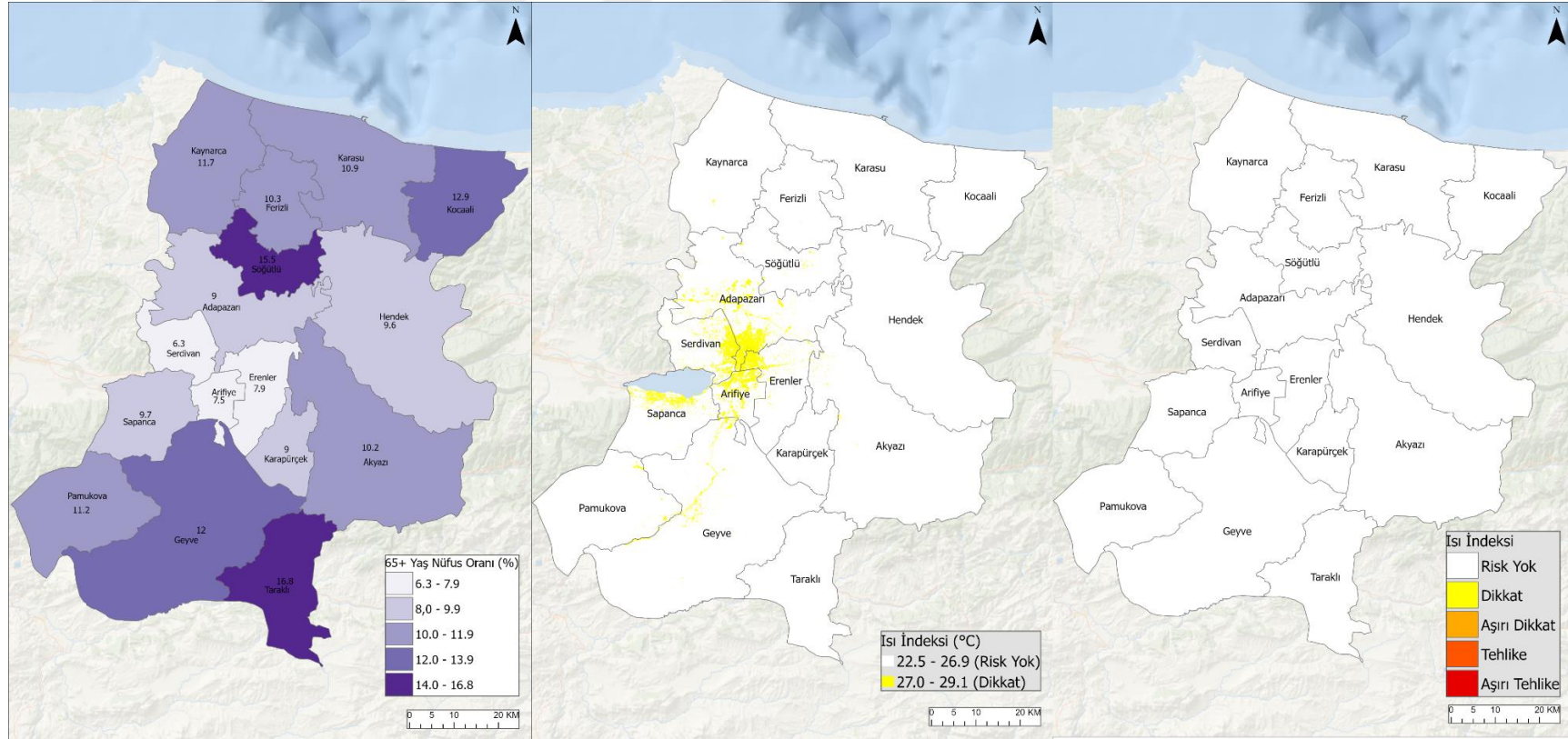
Tablo 83: 14-17 Ağustos 2018 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	24 Ağustos	-0.2	27.3	71.0	29.6	Dikkat
Sapanca	23 Ağustos	0.7	26.8	60.9	27.6	Dikkat
Karapürçek	24 Ağustos	-0.2	26.0	64.3	27.1	Dikkat
Ferizli	25 Ağustos	-0.9	25.5	88.9	26.9	Risk Yok
Geyve	22 Ağustos	-0.2	25.7	69.5	27.0	Dikkat
Karasu	25 Ağustos	-1.3	24.6	83.5	25.3	Risk Yok
Hendek	22 Ağustos	-0.3	23.9	72.2	24.3	Risk Yok
Akyazı	22 Ağustos	-0.3	24.3	68.2	24.6	Risk Yok
Kocaali	25 Ağustos	-0.8	25.4	99.0	26.6	Risk Yok
Kaynarca	23 Ağustos	-1.5	23.6	75.3	24.1	Risk Yok
Taraklı	25 Ağustos	-1.9	24.3	68.8	24.7	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	25 Ağustos	-3.3	21.5	80.8	21.9	Risk Yok
Kocaali/Melen	25 Ağustos	-1.2	24.8	94.5	25.9	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	24 Ağustos	-3.6	23.0	48.2	22.7	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	25 Ağustos	-1.3	22.8	80.8	23.3	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	23 Ağustos	-1.4	23.0	74.8	23.4	Risk Yok
Pamukova	22 Ağustos	-0.1	24.7	71.1	25.1	Risk Yok
Serdivan	22 Ağustos	-0.4	24.1	79.6	24.7	Risk Yok

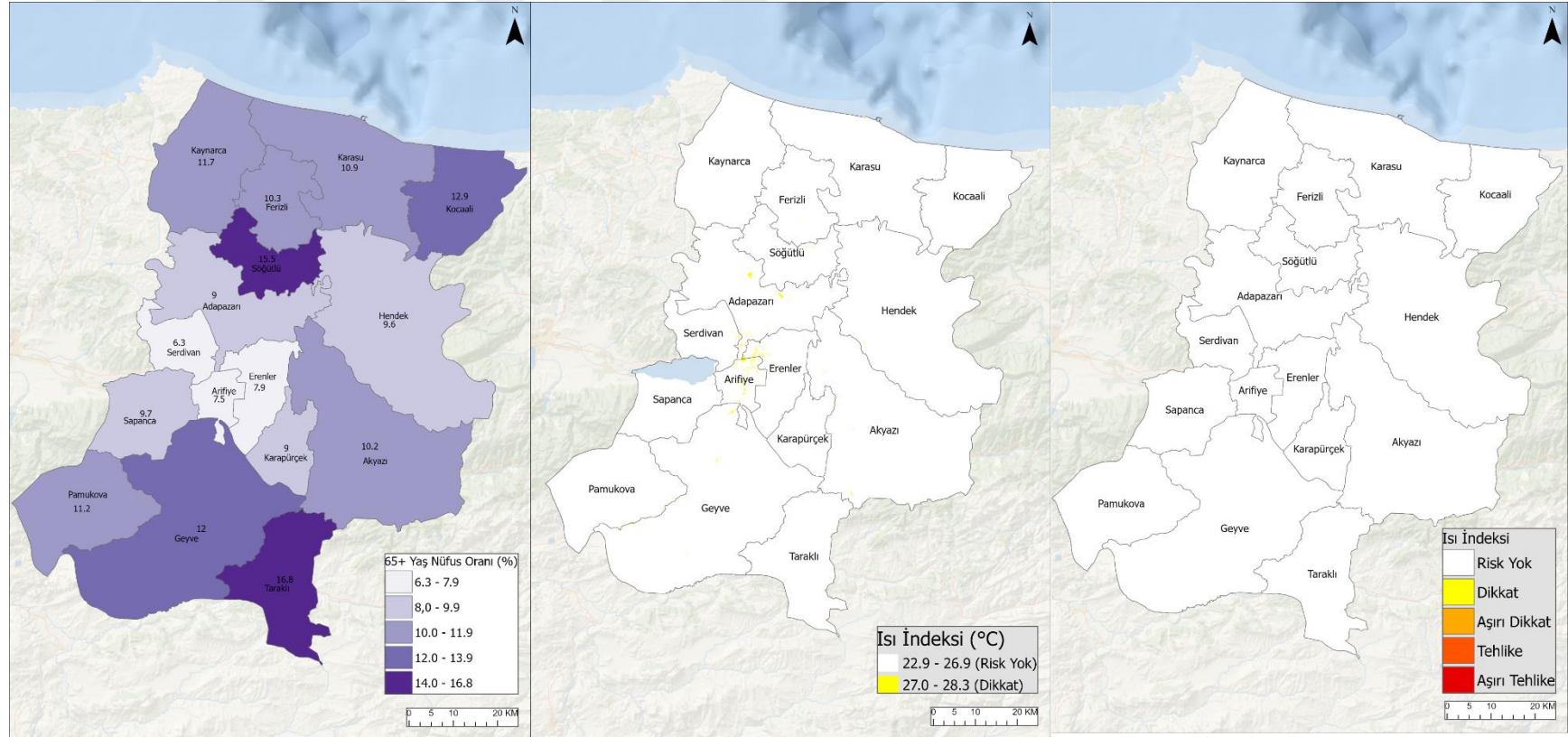
Tablo 84: 22-25 Ağustos 2018 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



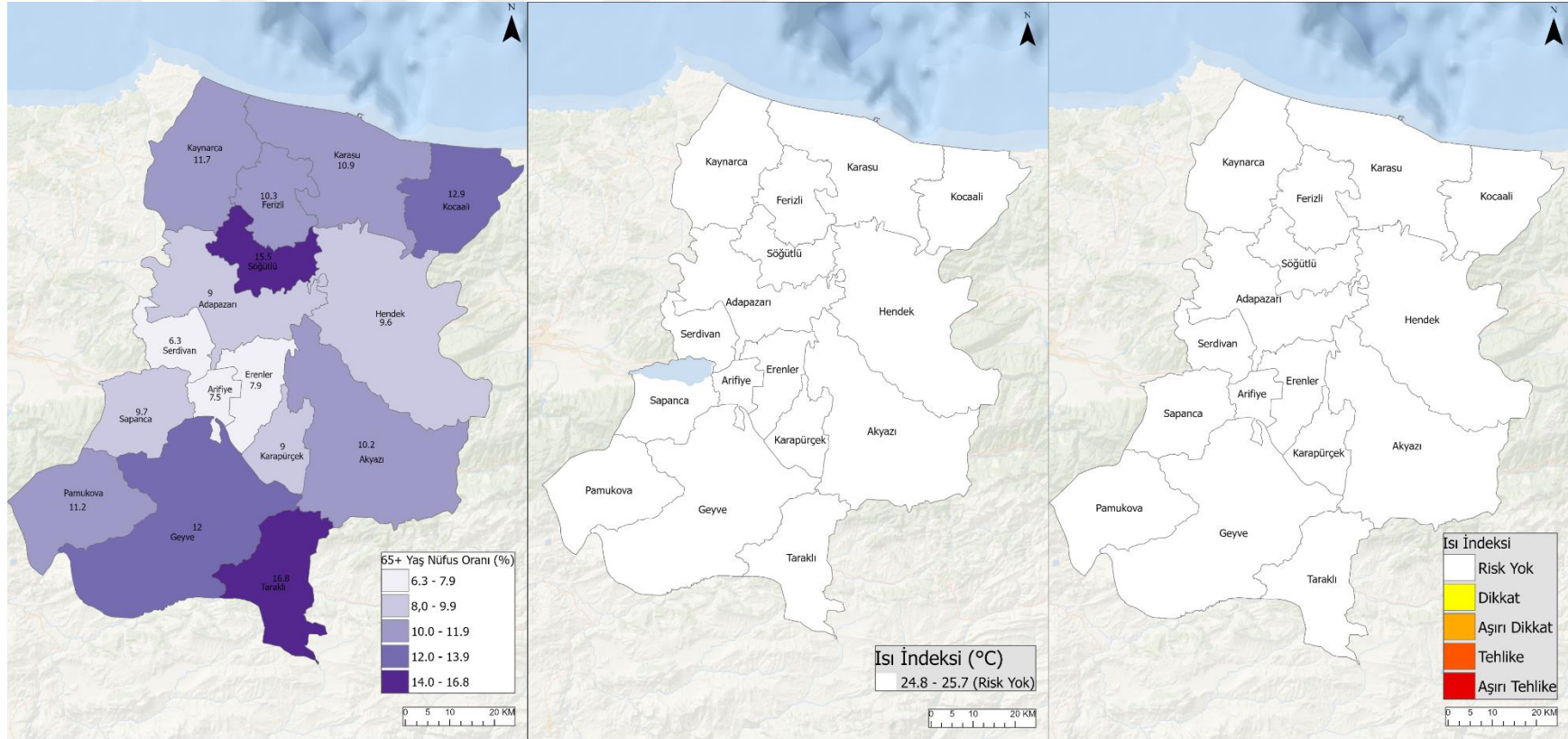
Şekil 69: 29 Temmuz-7 Ağustos 2018 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 70: 14-17 Ağustos 2018 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 71: 22-25 Ağustos 2018 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2018 yılında, Sakarya istasyonunda 30 Temmuz-1 Ağustos ve 15-17 Ağustos tarihleri arasında ve Sapanca'da 29 Temmuz-7 Ağustos, 14-17 Ağustos ve 22-25 Ağustos tarihleri arasında sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. Belirlenen tarih aralıklarında her istasyonda maksimum EHF değerinin bulunduğu güne ait ortalama bağıl nem ile sıcaklık değerleri kullanılarak Isı İndeksi hesaplanmıştır. Belirlenen tarihler arasında maksimum EHF değerine ait değerlere göre hesaplanan Isı İndeksi değerlerine göre, 29 Temmuz-7 Ağustos tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri, 31,8 °C ile Sapanca'da tespit edilmiştir (Tablo 82). 14-17 Ağustos tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri, 30,8 °C Sakarya istasyonunda belirlenmiştir (Tablo 83). 22-25 Ağustos tarih aralığı için, maksimum Isı İndeksi değeri 29,6 °C Sakarya istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 84). 2018 yılında 29 Temmuz-7 Ağustos tarihleri arasındaki Isı İndeksi değerleri, ilin neredeyse tamamında Risk Yok değerlerine sahip olsa da Adapazarı, Erenler, Arifiye, Sapanca, Serdivan ve Geyve'de yerleşmenin yoğun olarak bulunduğu yerlerde Dikkat sınıflandırmasına ait değerler tespit edilmiş fakat ilin tamamında sınıflandırma Risk Yok olarak belirlenmiştir (Şekil 69).

14-17 Ağustos tarihleri arasında Isı İndeksi değerleri ilin neredeyse tamamında Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler bulunmaktadır. Isı İndeksi sınıflanmasına göre ilin bütün ilçeleri Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 70).

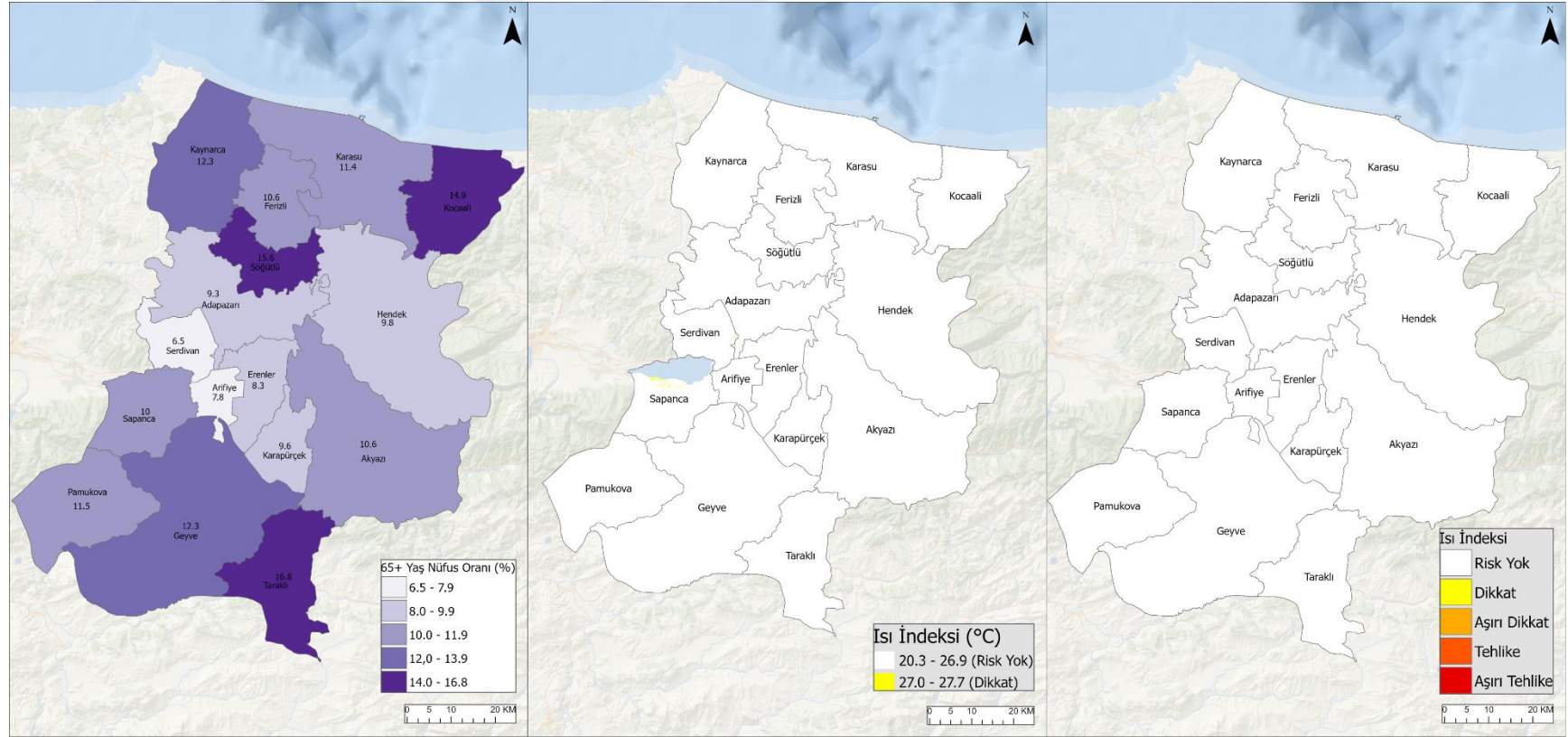
22-25 Ağustos tarihleri arasında Isı İndeksi değerleri Risk Yok sınıflandırılmasına ait olduğu için ilde bütün ilçelerde Risk Yok olarak sınıflanmıştır (Şekil 71).

2018 yılı 2015, 2016 ve 2017 yıllarından sonra kayıtlara geçen en sıcak 4. yıl olmuştur (MGM, 2019). Ülkenin tamamında sıcaklıklar mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşmiş ve 1971 yılından beri görülen en sıcak ikinci yıl olarak kayıtlara geçmiştir. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün yayınladığı rapora göre, 2018 yılında İskandinavya'da sıcak hava dalgası sırasında yangınlar meydana gelmiş ve Avusturalya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde sıcak hava dalgaları sırasında şebeke kapasitesini aşan enerji talebi sebebi ile on binlerce kişi elektriksiz kalmıştır (World Meteorological Organization, 2019). Finlandiya (Sinclair vd., 2019) ve Avrupa'da (Larcom vd., 2019; Dirmeyer vd., 2021) sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	24 Haziran	-0.1	26.0	58.6	26.9	Risk Yok
Sapanca	24 Haziran	1.3	26.3	65.6	27.5	Dikkat
Karapürçek	24 Haziran	-2.5	24.9	43.0	24.6	Risk Yok
Ferizli	25 Haziran	-2.8	25.0	74.2	25.6	Risk Yok
Geyve	24 Haziran	3.9	25.8	59.3	26.0	Risk Yok
Karasu	24 Haziran	-5.3	23.6	82.3	24.2	Risk Yok
Hendek	25 Haziran	-3.5	24.8	81.2	25.5	Risk Yok
Akyazı	24 Haziran	-1.7	25.0	70.3	25.5	Risk Yok
Kocaali	24 Haziran	-4.2	23.9	81.1	24.5	Risk Yok
Kaynarca	25 Haziran	-2.7	24.5	69.4	24.9	Risk Yok
Taraklı	25 Haziran	-5.5	23.4	66.8	23.6	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	25 Haziran	-11.2	20.9	64.2	20.8	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	25 Haziran	-4.5	24.1	77.9	24.7	Risk Yok
Pamukova	24 Haziran	0.1	24.4	70.8	24.8	Risk Yok
Serdivan	25 Haziran	-3.2	25.4	86.9	26.6	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	25 Haziran	-9.4	20.7	93.2	21.3	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	25 Haziran	-5.2	22.4	72.0	22.6	Risk Yok
Kocaali/Melen	25 Haziran	-4.6	23.9	91.0	24.7	Risk Yok

Tablo 85: 23-26 Ağustos 2019 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 72: 23-26 Haziran 2019 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2019 yılında Geyve istasyonunda 23-26 Haziran tarihleri arasında toplam sadece bir adet sıcak hava dalgası gerçekleşmiştir. Bu tarih aralığında her istasyonda maksimum EHF değerinin bulunduğu güne ait ortalama bağıl nem ile sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Belirlenen tarihler arasındaki maksimum EHF değerine sahip günler ile hesaplanan Isı İndeksi değerleri 23-26 Haziran tarihleri arasında maksimum Isı İndeksi değeri 27,5 °C ile Sapanca'da tespit edilmiştir (Tablo 85).

2019 yılında, 23-26 Haziran tarihleri arasında Isı İndeksi değerleri, ilin neredeyse her yerinde Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler bulunmaktadır. İlin bütün ilçeleri Risk Yok olarak sınıflanmıştır (Şekil 72).

2019 yılı, 1971 yılından beri gerçekleşen en sıcak dördüncü yıl olmuştur (MGM, 2020). Zayıf El Niño koşulları bulunmakta fakat temmuz ayından sonra nötr koşullardadır. Dünya'da orta ve batı Avrupa'da sıcak hava dalgaları meydana gelmiştir (Van Oldenborgh vd., 2019; Vautard vd., 2020; Xu vd., 2020). Xu vd. (2020) yaptıkları çalışmada Haziran 2019 yılında Avrupa'da rekor kıran sıcak hava dalgasını incelediklerinde, 23-28 Haziran tarihleri arasında Avrupa üzerinde sırt varlığını tespit etmişlerdir. Şiddetli sıcak hava dalgası olayının BBC paterni ile Avrupa üzerinde sinoptik Rossby dalgası kırılma olayının birleşiminden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	4 Temmuz	4.2	28.5	72.0	32.0	Aşırı Dikkat
Sapanca	4 Temmuz	2.0	28.0	79.3	32.1	Aşırı Dikkat
Karapürçek	4 Temmuz	-3.7	26.4	68.0	27.9	Dikkat
Ferizli	5 Temmuz	-4.7	25.2	73.6	25.8	Risk Yok
Geyve	4 Temmuz	-0.5	26.0	66.6	27.2	Dikkat
Karasu	29 Haziran	-7.3	21.2	76.0	21.4	Risk Yok
Hendek	4 Temmuz	-2.4	26.8	82.0	29.6	Dikkat
Akyazı	4 Temmuz	-2.4	26.9	80.8	29.6	Dikkat
Kocaali	5 Temmuz	-6.9	24.7	87.5	25.5	Risk Yok
Kaynarca	5 Temmuz	-5.4	25.3	78.7	26.0	Risk Yok
Taraklı	5 Temmuz	-5.9	24.4	72.0	24.9	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	29 Haziran	-14.5	16.5	73.3	16.1	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	29 Haziran	-6.1	20.8	83.9	21.2	Risk Yok
Pamukova	5 Temmuz	0.0	25.7	82.7	27.3	Dikkat
Serdivan	4 Temmuz	-5.0	25.6	94.5	27.1	Dikkat
Hendek/Yeniyayla Köyü	5 Temmuz	-17.1	21.0	95.1	21.7	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	5 Temmuz	-10.7	22.7	79.4	23.1	Risk Yok
Kocaali/Melen	29 Haziran	-3.5	20.4	88.6	20.9	Risk Yok

Tablo 86: 29 Haziran-5 Temmuz 2020 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	7 Ağustos	7.3	29.1	66.3	32.4	Aşırı Dikkat
Sapanca	7 Ağustos	9.1	29.4	71.6	34.0	Aşırı Dikkat
Karapürçek	7 Ağustos	0.1	27.1	67.8	28.9	Dikkat
Ferizli	4 Ağustos	-2.6	24.0	72.5	24.4	Risk Yok
Geyve	7 Ağustos	5.4	27.2	62.0	28.5	Dikkat
Karasu	4 Ağustos	-0.7	22.8	79.9	23.3	Risk Yok
Hendek	7 Ağustos	-2.1	26.4	76.3	28.3	Dikkat
Akyazı	7 Ağustos	-1.8	26.5	75.7	28.4	Dikkat
Kocaali	4 Ağustos	-0.9	23.5	83.1	24.1	Risk Yok
Kaynarca	4 Ağustos	-2.3	23.1	78.9	23.5	Risk Yok
Taraklı	9 Ağustos	-1.0	25.0	65.8	25.3	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	9 Ağustos	-4.7	21.7	72.8	21.8	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	4 Ağustos	-0.4	22.4	82.4	22.9	Risk Yok
Pamukova	7 Ağustos	3.7	27.7	75.2	30.8	Dikkat
Serdivan	6 Ağustos	-2.1	25.6	87.8	27.2	Dikkat
Hendek/Yeniyayla Köyü	9 Ağustos	-5.3	20.5	94.8	21.1	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	9 Ağustos	-4.1	22.8	79.4	23.2	Risk Yok
Kocaali/Melen	4 Ağustos	-2.6	22.8	82.9	23.4	Risk Yok

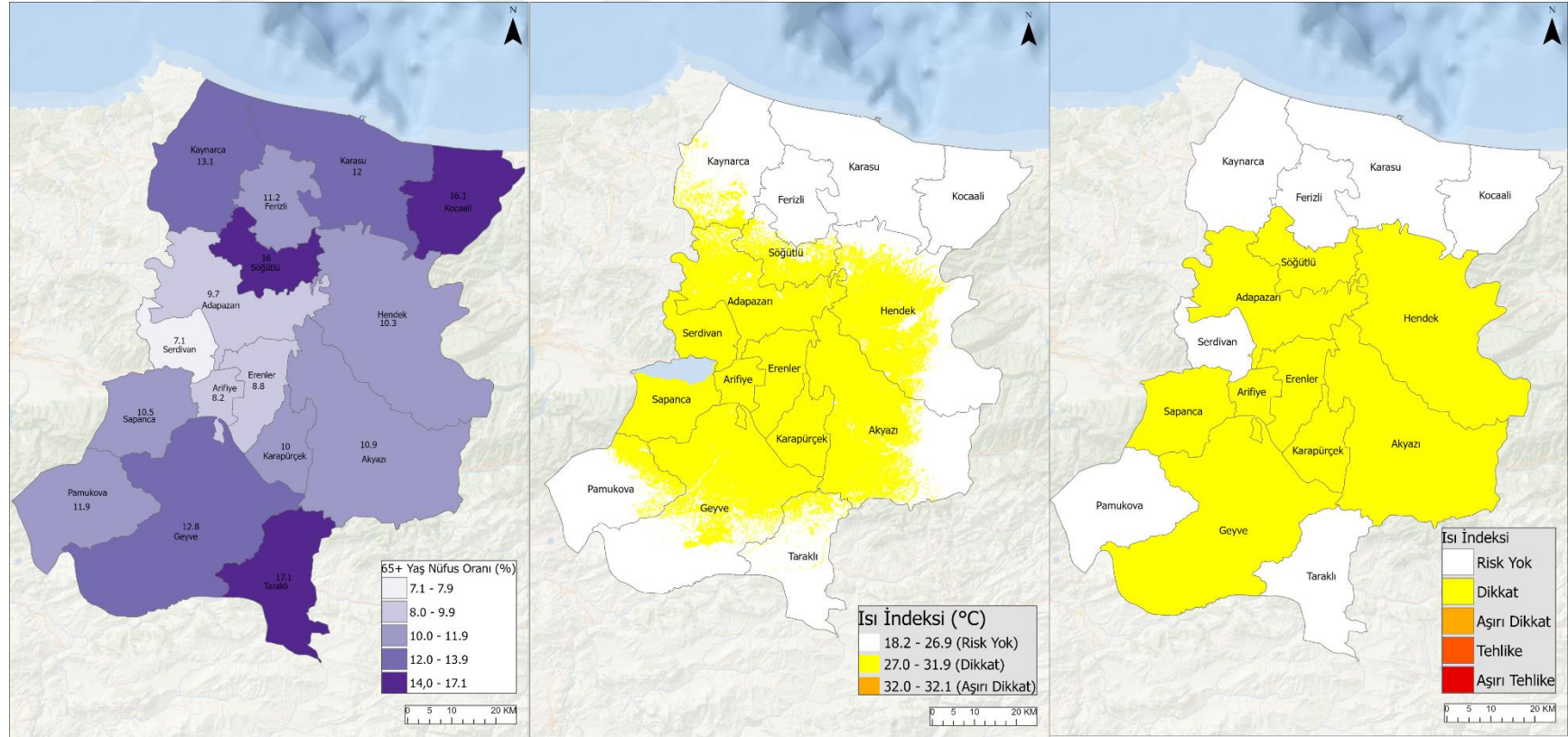
Tablo 87: 4-9 Ağustos 2020 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	29 Ağustos	2.7	28.3	56.0	29.5	Dikkat
Sapanca	29 Ağustos	0.8	27.6	59.3	28.9	Dikkat
Karapürçek	31 Ağustos	-1.0	24.5	67.8	24.8	Risk Yok
Ferizli	31 Ağustos	-1.8	24.4	75.4	24.8	Risk Yok
Geyve	31 Ağustos	-0.7	24.6	66.8	24.9	Risk Yok
Karasu	28 Ağustos	-0.9	21.4	81.3	21.7	Risk Yok
Hendek	31 Ağustos	-1.5	23.8	82.7	24.5	Risk Yok
Akyazı	31 Ağustos	-1.6	24.1	74.8	24.5	Risk Yok
Kocaali	29 Ağustos	-0.8	23.5	81.3	24.1	Risk Yok
Kaynarca	28 Ağustos	-0.2	20.4	74.3	20.5	Risk Yok
Taraklı	31 Ağustos	-5.2	22.2	52.6	21.9	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	31 Ağustos	-9.4	20.0	62.5	19.7	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	28 Ağustos	-1.9	20.8	79.5	21.1	Risk Yok
Pamukova	31 Ağustos	-1.7	24.8	83.2	25.5	Risk Yok
Serdivan	31 Ağustos	-1.7	24.5	91.3	25.5	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	29 Ağustos	-11.4	25.9	53.0	21.0	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	28 Ağustos	-3.2	23.7	60.9	23.8	Risk Yok
Kocaali/Melen	28 Ağustos	-2.0	21.2	56.4	21.5	Risk Yok

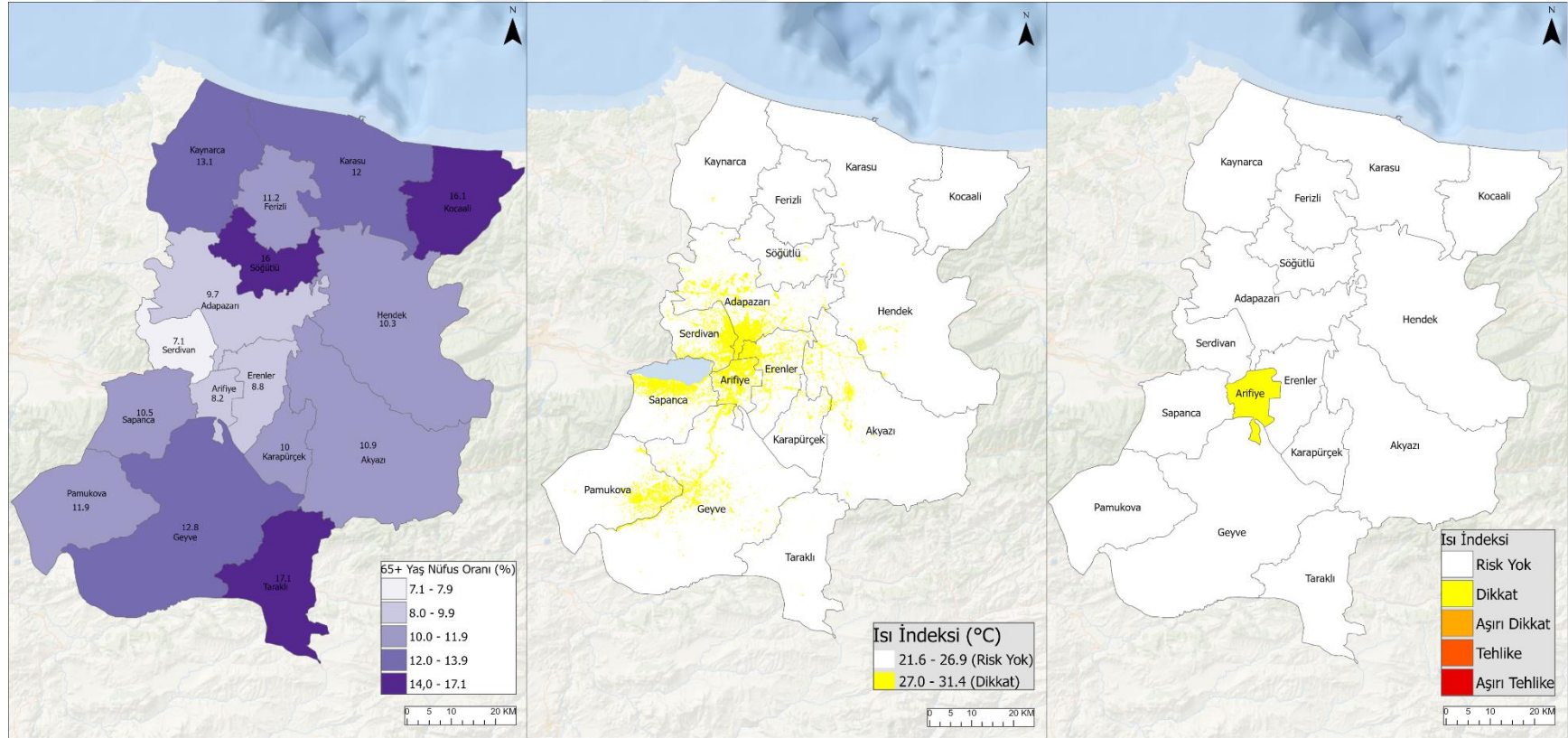
Tablo 88: 28-31 Ağustos 2020 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



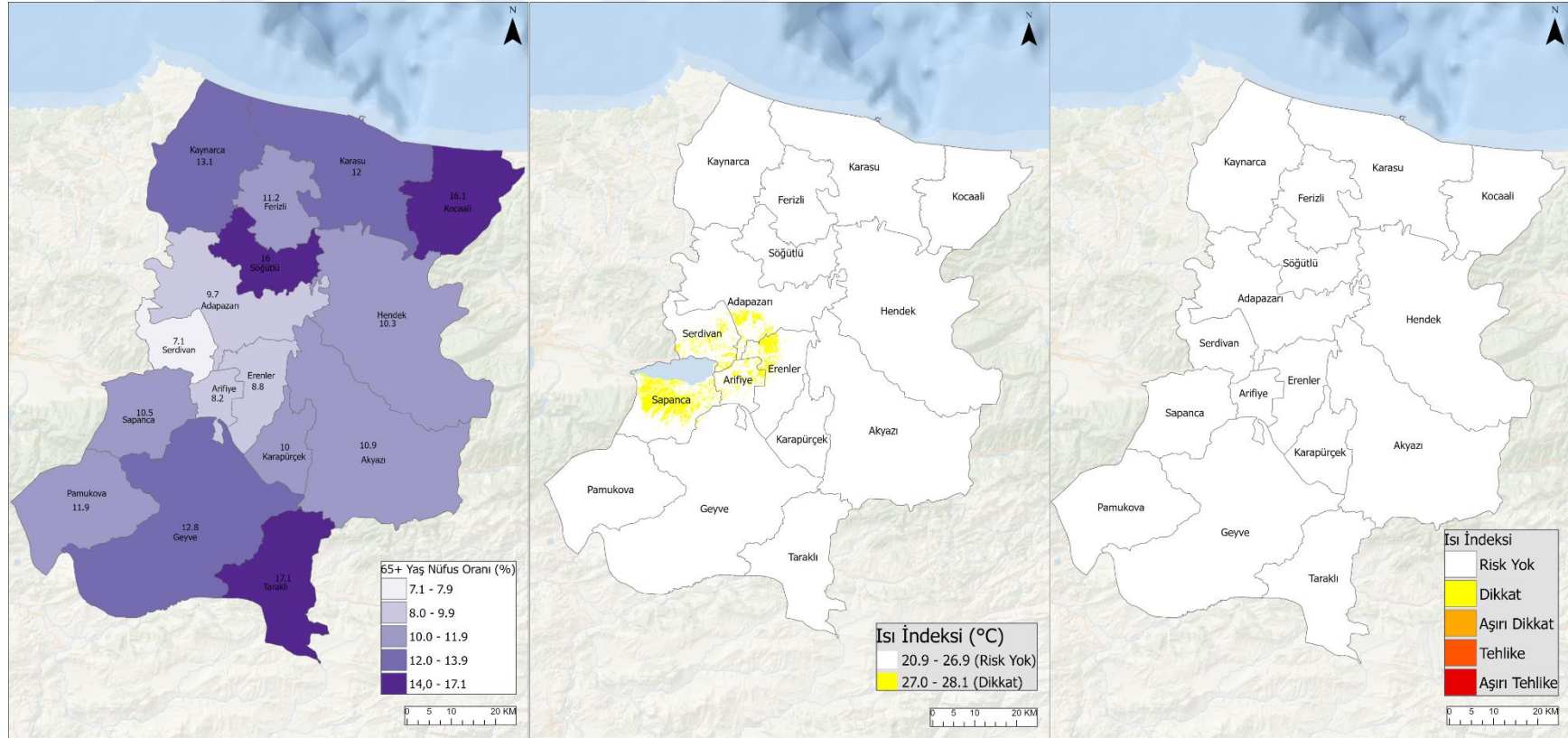
Şekil 73: 29 Haziran-5 Temmuz 2020 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 74: 4-9 Ağustos 2020 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 75: 28-31 Ağustos 2020 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2020 yılında, Sakarya’da 26 Haziran-5 Temmuz, 4-9 Ağustos ve 28-31 Ağustos tarihlerinde, Sapanca’da 3-5 Temmuz ve 5-9 Ağustos tarihleri arasında ve Geyve istasyonunda 6-8 Ağustos tarihlerinde sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. Bu günlere ait ortalama ve maksimum bağıl nem ile sıcaklık değerleri kullanılarak Isı İndeksi değerleri hesaplanmıştır. EHF değerinin maksimum olduğu güne ait hesaplanan Isı İndeksi değerlerine göre, 29 Haziran-5 Temmuz tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri, 32,1 °C ile Sapanca istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 86). 4-9 Ağustos tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri ise 34,0 °C Sapanca istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 87). 28-31 Ağustos tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değerinin maksimumu 29,5 °C ile Sakarya istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 88).

2020 yılında, 29 Haziran-5 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasındaki Isı İndeksi değerlerinde, Dikkat sınıflandırmasına ait değerler ilin orta kesimlerinde görülmüştür. Adapazarı, Söğütlü, Hendek, Akyazı, Erenler, Arifiye, Karapürçek, Sapanca ve Geyve ilçelerinde Isı İndeksi sınıflandırılması Dikkat olarak, Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus oranının %8’den küçük ve Kaynarca, Ferizli, Karasu, Kocaali, Pamukova ve Taraklı ilçelerinde ise Isı İndeksi değerleri Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler bulunduğu için Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 73).

4-9 Ağustos tarihleri arasındaki Isı İndeksi değerlerine bakıldığında, yerleşmenin yoğun olduğu Sapanca, Arifiye, Serdivan, Pamukova, Geyve, Erenler, Adapazarı ve Hendek’te Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler yer yer görülmüştür. Arifiye ilçesi Dikkat olarak ve diğer bütün ilçeler Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 74).

28-31 Ağustos tarihleri arasındaki Isı İndeksi değerlerine bakıldığında, Sapanca, Adapazarı, Erenler, Arifiye ve Serdivan ilçelerinde yer yer arasında Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmüştür. Isı İndeksi sınıflandırılmasında ise bütün ilçeler Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 75).

2020 yılı, ülkemizde 1971’den beri meydana gelen en sıcak üçüncü yıl olarak kayıtlara geçmiştir (MGM, 2021). 201 merkezde en yüksek sıcaklık rekorları kırılmıştır. Dünyanın her yerinde ise sıcaklık rekorları kırılmaya devam etmiştir. Asya’da 19 Haziran-1 Temmuz tarihleri arasında günlük ortalama sıcaklıklar 28 derece aralığında seyretmiş ve 17 Ağustos’ta Hamamatsu’da ve 24 Temmuz’da Taipei’de en sıcak gün olarak kayıtlara geçmiştir (WMO, 2021). Güney Amerika (Marengo vd., 2021; Libonati vd., 2022),

İngiltere (Thompson vd., 2022) ve Sibirya’da (Overland & Wang, 2020) sıcak hava dalgaları meydana gelmiştir.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	17 Temmuz	12.3	29.2	73.6	34.0	Aşırı Dikkat
Sapanca	17 Temmuz	6.4	28.7	78.4	33.6	Aşırı Dikkat
Karapürçek	17 Temmuz	1.4	26.7	81.2	29.2	Dikkat
Ferizli	17 Temmuz	3.9	27.7	85.0	32.2	Aşırı Dikkat
Geyve	17 Temmuz	6.0	27.6	69.4	29.9	Dikkat
Karasu	17 Temmuz	-0.9	26.2	89.7	28.6	Dikkat
Hendek	17 Temmuz	-2.1	26.4	82.3	28.6	Dikkat
Akyazı	17 Temmuz	4.0	27.3	80.9	30.7	Dikkat
Kocaali	17 Temmuz	-0.6	26.4	89.8	29.1	Dikkat
Kaynarca	18 Temmuz	0.3	27.8	84.8	32.3	Aşırı Dikkat
Taraklı	17 Temmuz	1.1	26.5	57.5	27.4	Dikkat
Pamukova/Kemaliye Köyü	19 Temmuz	-12.7	24.0	70.5	24.3	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	18 Temmuz	0.1	26.8	85.3	29.9	Dikkat
Pamukova	17 Temmuz	15.0	29.4	83.5	36.8	Aşırı Dikkat
Serdivan	17 Temmuz	2.1	27.6	79.6	31.1	Dikkat
Hendek/Yeniyayla Köyü	17 Temmuz	-11.9	26.5	69.2	28.1	Dikkat
Geyve/Hisarlık Köyü	17 Temmuz	0.8	27.1	64.8	28.7	Dikkat
Kocaali/Melen	18 Temmuz	-2.7	25.8	92.3	27.6	Dikkat
Erenler	17 Temmuz	6.6	28.3	88.0	24.5	Risk Yok

Tablo 89: 15-19 Temmuz 2021 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	2 Ağustos	5.4	28.1	60.2	29.6	Dikkat
Sapanca	2 Ağustos	3.3	27.3	61.9	28.0	Dikkat
Karapürçek	4 Ağustos	1.4	26.6	66.0	28.0	Dikkat
Ferizli	2 Ağustos	0.0	25.9	74.3	27.3	Dikkat
Geyve	4 Ağustos	4.7	27.2	63.4	28.6	Dikkat
Karasu	31 Temmuz	-0.5	25.0	81.0	25.7	Risk Yok
Hendek	30 Temmuz	-1.0	23.9	70.8	24.2	Risk Yok
Akyazı	4 Ağustos	0.6	26.6	70.9	28.3	Dikkat
Kocaali	1 Ağustos	-1.0	23.1	89.0	23.8	Risk Yok
Kaynarca	4 Ağustos	1.7	26.8	91.0	30.7	Dikkat
Taraklı	4 Ağustos	-0.4	25.6	43.6	25.4	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	4 Ağustos	-8.4	23.3	58.5	23.2	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	5 Ağustos	-1.5	23.3	84.8	24.0	Risk Yok
Pamukova	4 Ağustos	3.4	26.8	75.1	28.9	Dikkat
Serdivan	2 Ağustos	5.7	28.6	60.6	30.5	Dikkat
Hendek/Yeniyayla Köyü	5 Ağustos	-7.9	25.2	48.3	25.0	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	3 Ağustos	3.0	27.5	31.9	26.8	Risk Yok
Erenler	2 Ağustos	1.4	26.6	79.3	28.8	Dikkat
Kocaali/Melen	4 Ağustos	-1.5	25.8	85.5	27.6	Dikkat

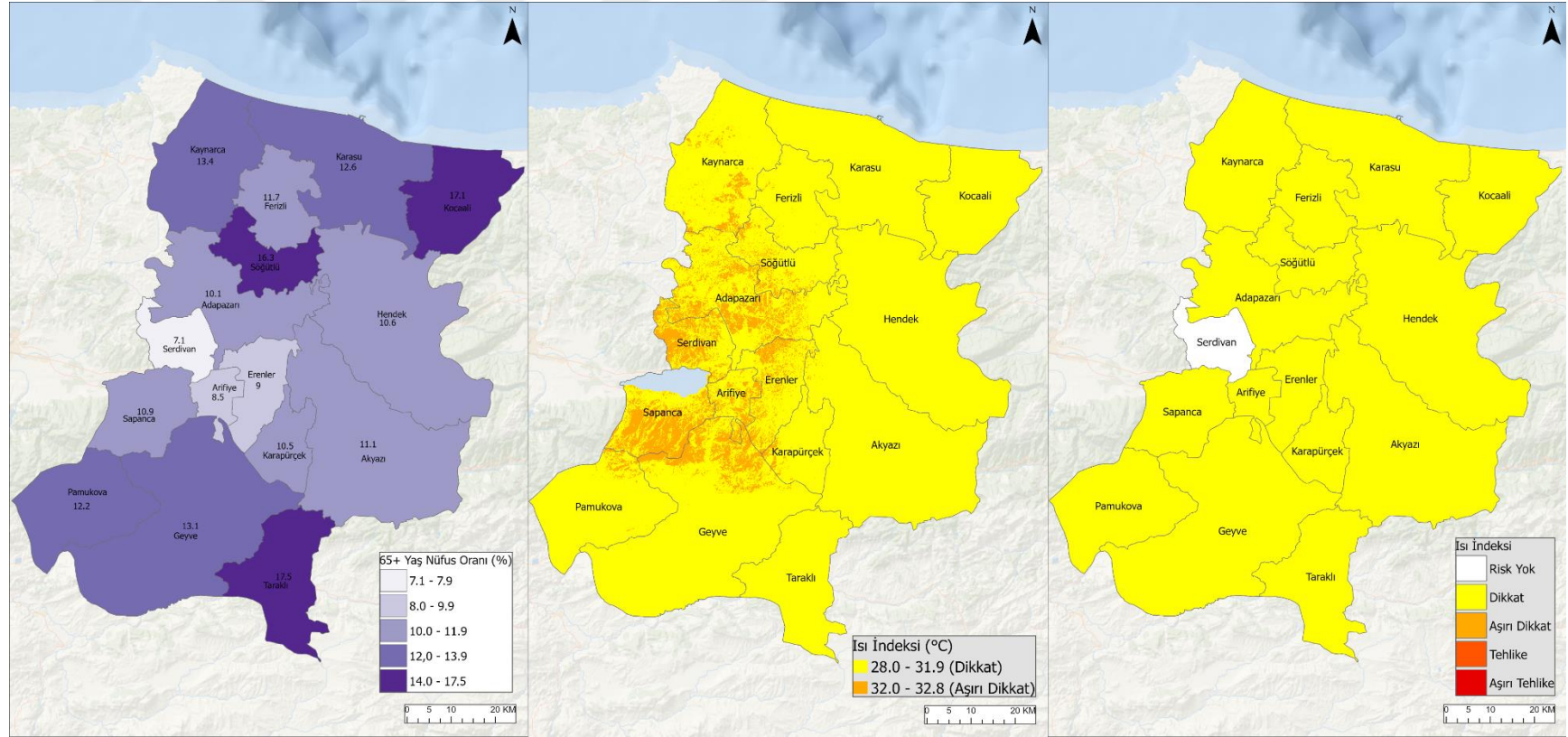
Tablo 90: 29 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	27 Ağustos	2.6	29.0	63.0	31.5	Dikkat
Sapanca	27 Ağustos	1.5	28.2	70.5	31.3	Dikkat
Karapürçek	27 Ağustos	-1.5	27.0	65.8	28.5	Dikkat
Ferizli	28 Ağustos	-1.5	26.1	82.5	28.0	Dikkat
Geyve	27 Ağustos	2.1	29.1	60.7	31.4	Dikkat
Karasu	26 Ağustos	-1.2	23.8	88.1	24.6	Risk Yok
Hendek	25 Ağustos	-4.9	22.9	79.3	23.3	Risk Yok
Akyazı	27 Ağustos	-1.3	26.9	71.2	28.8	Dikkat
Kocaali	25 Ağustos	-1.3	23.5	89.1	24.3	Risk Yok
Kaynarca	25 Ağustos	-2.3	23.6	82.5	24.2	Risk Yok
Taraklı	28 Ağustos	-4.3	25.4	60.2	25.6	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	28 Ağustos	-7.7	23.0	59.9	23.0	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	25 Ağustos	-2.7	23.3	86.0	24.0	Risk Yok
Pamukova	27 Ağustos	1.6	28.5	61.8	30.6	Dikkat
Serdivan	26 Ağustos	0.6	26.5	77.9	28.6	Dikkat
Hendek/Yeniyayla Köyü	28 Ağustos	-6.7	23.2	69.3	23.4	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	28 Ağustos	-2.6	24.5	54.0	24.5	Risk Yok
Erenler	27 Ağustos	0.7	27.8	80.9	31.8	Dikkat
Kocaali/Melen	25 Ağustos	-2.9	22.9	92.3	23.7	Risk Yok

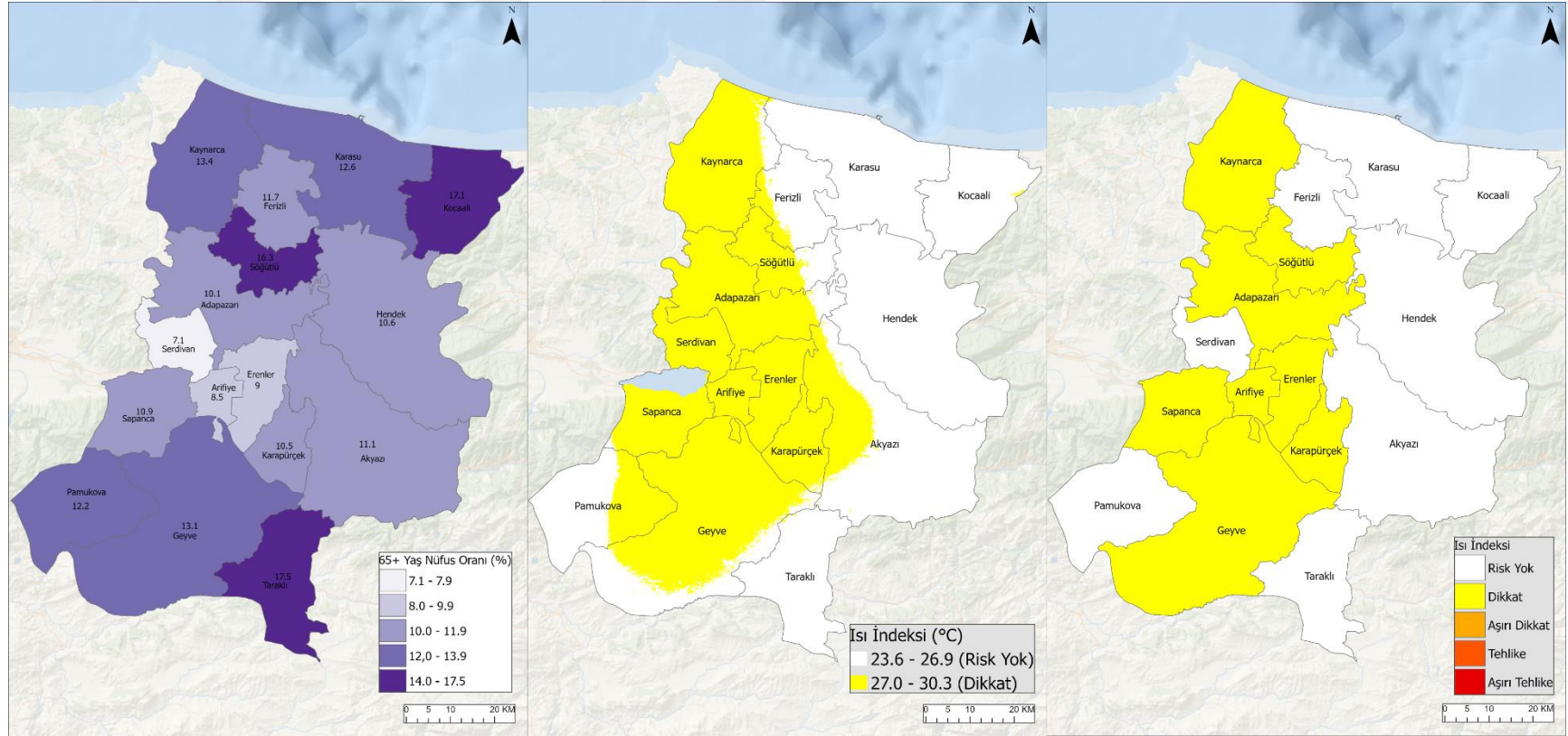
Tablo 91: 25-28 Ağustos 2021 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



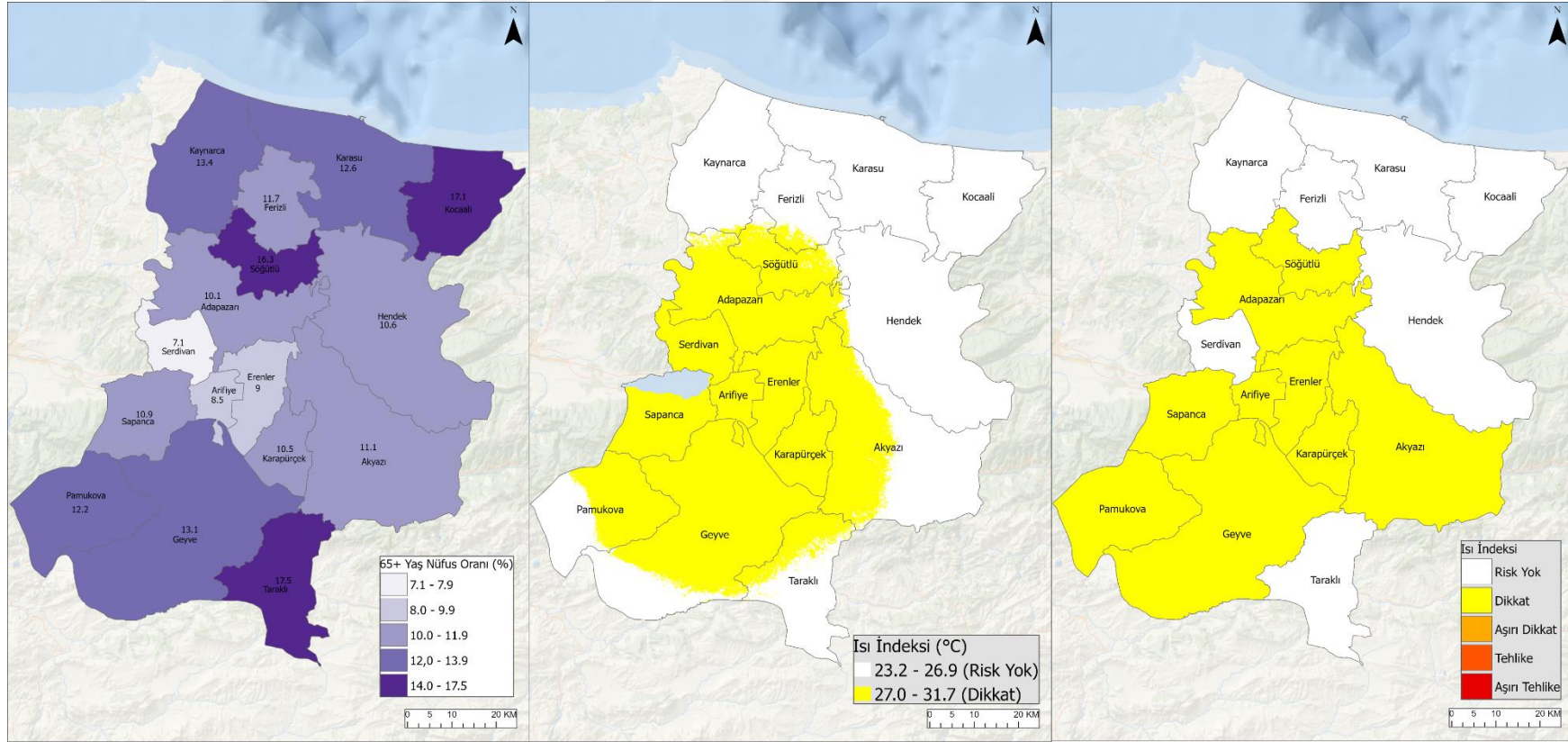
Şekil 76: 15-19 Temmuz 2021 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 77: 29 Temmuz-5 Ağustos 2021 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 78: 25-28 Ağustos 2021 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2021 yılında, Sakarya istasyonunda 16-19 Temmuz, 29 Temmuz-5 Ağustos ve 25-28 Ağustos tarihleri arasında, Sapanca'da 16-19 Temmuz, 1-5 Ağustos ve 26-28 Ağustos tarihleri arasında, Geyve'de 16-19 Temmuz ve 29 Temmuz-5 Ağustos tarihleri arasında, Pamukova'da 15-19 Temmuz ve 2-5 Ağustos tarihlerinde, Erenler'de 16-18 Temmuz ve 2-4 Ağustos tarihlerinde, Serdivan'da 31 Temmuz-5 Ağustos tarihlerinde, Kaynarca, Geyve/Hisarlık Köyü ve Karapürçek istasyonlarında 2-4 Ağustos tarihleri arasında sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. Belirlenen tarih aralıklarında maksimum EHF görülen günlere ait ortalama bağıl nem ile sıcaklık değerleri kullanılarak Isı İndeksi hesaplanmıştır. Belirlenen günlerde maksimum EHF değerinin bulunduğu güne ait Isı İndeksi değerlerine göre 15-19 Temmuz tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri 36,8 °C Pamukova istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 89). 29 Temmuz-5 Ağustos tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri 30,7 °C Kaynarca istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 90). 25-28 Ağustos tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri 31,8 °C Erenler istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 91).

2021 yılında, 15-19 Temmuz arasında gerçekleşen sıcak hava dalgasındaki Isı İndeksi değerleri ilin batısında Aşırı Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir. Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus oranı %8'den küçük olmasından dolayı Risk Yok, diğer bütün ilçeler ise Dikkat olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 76).

29 Temmuz-5 Ağustos tarihleri arasında Isı İndeksi değerlerinde, Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler ilin batısında ve güneyinde görülmüştür. Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler ilin doğusu ve kuzeyinde görülmüştür. Kaynarca, Söğütlü, Adapazarı, Erenler, Arifiye, Sapanca, Karapürçek ve Geyve ilçeleri Dikkat olarak, Karasu, Ferizli, Kocaali, Hendek, Akyazı, Taraklı ve Pamukova ilçelerinde sıcaklık değerlerinin Risk Yok kategorisinde olmasından ve Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus oranı %8'den küçük olduğundan dolayı Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 77).

25-28 Ağustos tarihleri arasında Isı İndeksi değerlerinde, ilin orta ve güney bölümünde Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmüştür. İlin kuzeyindeki ilçelerde ve güneydoğuda bulunan Taraklı ilçesinde Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir. Isı İndeksi sınıflandırılmasına göre, Söğütlü, Adapazarı, Erenler, Arifiye, Karapürçek, Akyazı, Sapanca, Pamukova ve Geyve ilçelerinde Dikkat, Kaynarca, Ferizli, Karasu, Kocaali, Hendek ve Taraklı ilçelerinde Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler

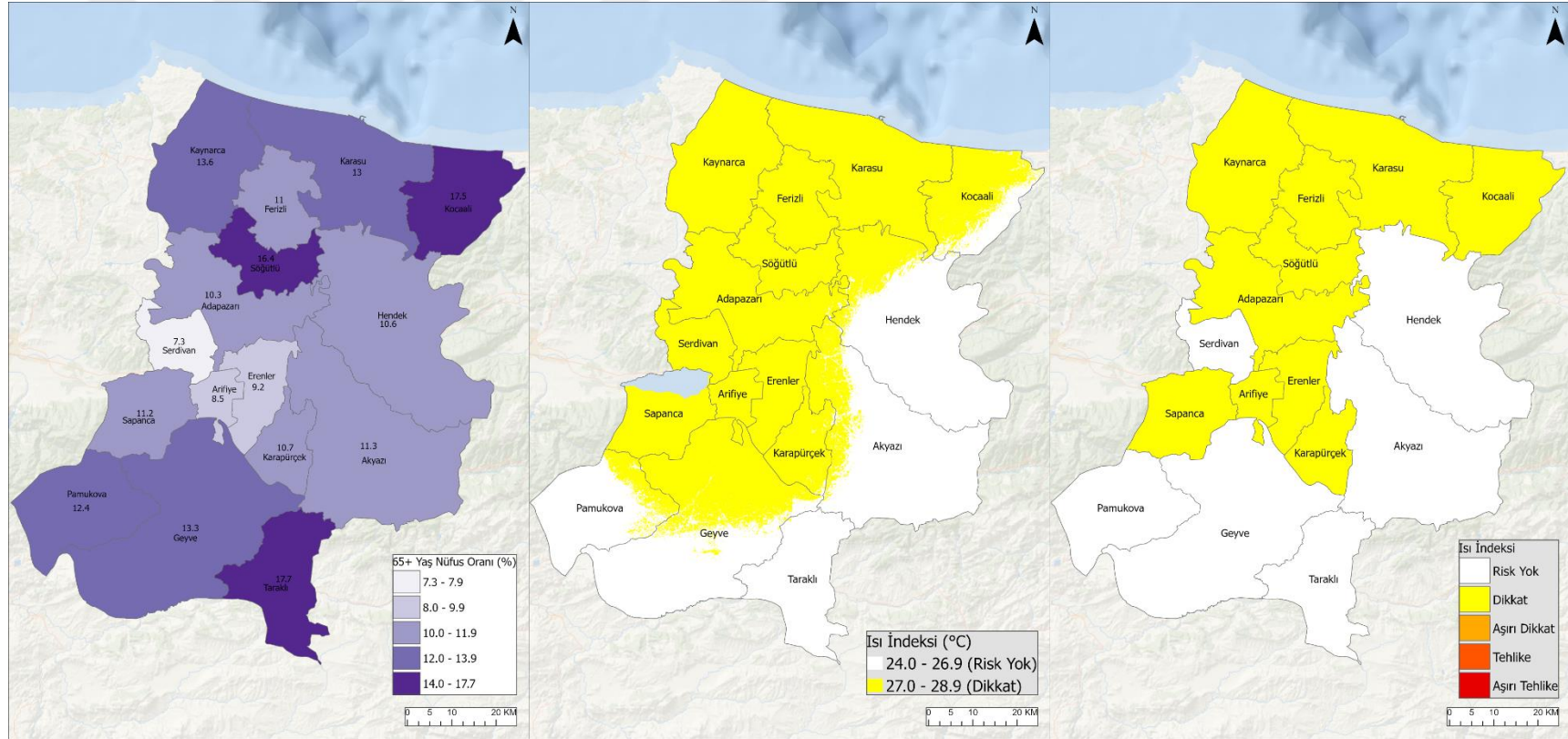
ve Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus oranı %8'den küçük olduğundan dolayı Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 78).

2021 yılı, ülkemizde en sıcak dördüncü yıl olmuştur ve temmuz ayı kendi içerisinde ikinci sıcak ay olmuştur (MGM, 2022). 2021 yılı, double-dip La Niña etkilerinin olduğu yıl olarak bilinir ve bazı yıllara göre daha az sıcak olmuştur (WMO, 2022). Dünya Meteoroloji Örgütü'nün raporuna göre, Akdeniz Havzasında Ağustos ayının ikinci haftasında olağanüstü sıcaklar yaşanmıştır. İtalya'da 48,8 °C ve Tunus'ta 50,3 °C sıcaklık rekorları kırılmıştır. 20 Temmuz'da ülkemizde Cizre'de ölçülen 49,1 °C ile Türkiye sıcaklık rekoru kırılmıştır. Cezayir, Türkiye'nin güneyi ve Yunanistan'da aşırı sıcaklıklar nedeniyle orman yangınları meydana gelmiştir (WMO, 2022). Kuzey Amerika'da (Schramm, 2021; Bartusek vd., 2022; Cotlier & Jimenez, 2022; Lin vd., 2022; Thompson vd., 2022; Lucarini vd., 2023; Terray, 2023; Wang vd., 2023), Güneybatı Amerika'da (Osman vd., 2022) Pasifik'te (Philip vd., 2021; Overland, 2021; Bercos-Hickey vd., 2022; Emerton vd., 2022; McKinnon & Simpson, 2022; Schumacher vd., 2022; White vd., 2023), Yunanistan (Founda vd., 2022; Giannaros vd., 2023), Avusturalya (Jyoteeshkumar Reddy vd., 2021) sıcak hava dalgaları meydana gelmiştir. Giannaros vd. (2023)'nin yaptıkları çalışmada Yunanistan'da 29 Temmuz'da başlayan sıcak hava dalgasında gece sıcaklıkları 25,0 °C'nin üzerinde seyretmiş ve 3 Ağustos'ta 32,0 °C'ye ulaşmıştır. Avrupa'da gerçekleşen sıcak hava dalgasında, yoğunluğu diğer yıllara göre daha düşük olsa da ortalamanın üzerinde gerçekleşmiştir (Lhotka & Kyselý, 2022).

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	22 Ağustos	0.8	27.6	77.3	30.9	Dikkat
Sapanca	22 Ağustos	-0.5	27.0	81.3	29.9	Dikkat
Karapürçek	22 Ağustos	-1.2	25.7	85.3	27.3	Dikkat
Ferizli	22 Ağustos	-0.7	26.5	88.0	29.4	Dikkat
Geyve	23 Ağustos	-0.4	26.3	68.2	27.7	Dikkat
Karasu	22 Ağustos	-0.7	26.1	93.6	28.6	Dikkat
Hendek	20 Ağustos	-4.2	22.5	78.0	22.9	Risk Yok
Akyazı	22 Ağustos	-0.6	25.9	82.2	27.6	Dikkat
Kocaali	22 Ağustos	-1.5	26.1	89.8	28.4	Dikkat
Kaynarca	22 Ağustos	-1.9	26.1	88.8	28.3	Dikkat
Taraklı	22 Ağustos	-4.1	23.9	79.0	24.5	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	20 Ağustos	-9.3	20.6	78.8	20.8	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	22 Ağustos	-2.1	26.0	87.6	28.1	Dikkat
Pamukova	22 Ağustos	1.0	26.4	79.0	28.5	Dikkat
Serdivan	21 Ağustos	-1.2	25.4	77.0	26.1	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	23 Ağustos	-6.5	22.9	73.1	23.2	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	23 Ağustos	-2.0	23.7	73.5	24.1	Risk Yok
Erenler	22 Ağustos	-0.7	26.3	87.5	28.7	Dikkat
Kocaali/Melen	23 Ağustos	-3.2	25.1	98.0	25.7	Risk Yok

Tablo 92: 20-23 Ağustos 2022 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 79: 20-23 Ağustos 2022 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2022 yılında, Sakarya istasyonunda 20-23 Ağustos ve Sapanca istasyonunda 21-23 Ağustos tarihleri arasında sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Bu tarih aralığında her istasyonda maksimum EHF değerinin bulunduğu güne ait ortalama bağıl nem ile sıcaklık değerleri kullanılarak Isı İndeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan Isı İndeksi değerlerine göre maksimum Isı İndeksi değeri 30,9 °C Sakarya istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 92).

2022 yılında, 20-23 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında, Isı İndeksi değerleri, ilin güney ve doğu ilçelerinin bir kısmı hariç Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmüştür. İlin güneyi ve doğu ilçelerinde Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir. Kaynarca, Ferizli, Karasu, Kocaali, Söğütlü, Adapazarı, Erenler, Arifiye, Karapürçek ve Sapanca ilçeleri Dikkat, Pamukova, Geyve, Taraklı, Akyazı ve Hendek'te Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler ve Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus oranı %8'den küçük olduğundan dolayı Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 79).

2022 yılı, Türkiye için en sıcak yedinci yıl olmuştur (MGM, 2023). Marmara Bölgesinde Temmuz ve Mart ayları hariç ortalama sıcaklıklar normallerin üzerinde gerçekleşmiştir. Dünyada Çin en uzun süreli ve en kapsamlı sıcak hava dalgasına maruz kalmış ve Ağustos ayı kayıtlara geçen en sıcak yaz olmuştur (WMO, 2023). Dünya Meteoroloji Örgütü'nün raporuna göre, İspanya'da 4600, Almanya'da 4500, 2800 (65 yaş üstü kişiler bulunmaktadır), Fransa'da 2800 ve Portekiz'de 1000 kişinin hayatını kaybetmesi olağandışı sıcaklıklarla ilişkilendirilmiştir. Avrupa'da (Cremona vd., 2023; Guinaldo vd., 2023; Ibebuchi & Abu, 2023; Tobías vd., 2023; Tripathy & Mishra, 2023; Yule vd., 2023) ve Asya'da (Aadhar & Mishra, 2023; Jiang vd., 2023; Ma & Yuan, 2023; Wang vd., 2023; Zhang vd., 2023; Zhou vd., 2023; Xu vd., 2024) sıcak hava dalgası meydana gelmiştir. Yule vd. (2023) yaptıkları çalışmada, Birleşik Krallık'ta Ağustos ayında en yoğun ikinci sıcak hava dalgasının meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	21 Temmuz	5.8	27.5	64.0	29.2	Dikkat
Sapanca	21 Temmuz	1.7	26.7	63.1	28.0	Dikkat
Geyve	21 Temmuz	2.2	26.7	59.6	26.1	Risk Yok
Karapürçek	21 Temmuz	-0.9	25.8	59.0	27.0	Dikkat
Ferizli	21 Temmuz	-1.2	25.6	77.6	27.8	Dikkat
Karasu	22 Temmuz	-4.9	24.5	80.4	25.2	Risk Yok
Hendek	21 Temmuz	-0.4	25.9	68.7	27.2	Dikkat
Akyazı	21 Temmuz	-1.2	26.0	68.5	27.3	Dikkat
Kocaali	21 Temmuz	-5.0	24.7	84.0	25.4	Risk Yok
Kaynarca	21 Temmuz	-1.2	25.5	76.8	26.1	Risk Yok
Taraklı	22 Temmuz	-6.2	23.8	62.0	23.9	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	22 Temmuz	-12.4	22.8	72.4	23.1	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	21 Temmuz	-4.7	24.6	76.7	25.2	Risk Yok
Pamukova	21 Temmuz	1.7	26.3	63.4	27.5	Dikkat
Serdivan	21 Temmuz	0.8	26.1	68.0	27.4	Dikkat
Hendek/Yeniyayla Köyü	22 Temmuz	-10.6	23.8	79.9	24.4	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	21 Temmuz	-7.0	23.6	49.7	23.4	Risk Yok
Erenler	21 Temmuz	0.1	26.2	79.0	28.0	Dikkat
Kocaali/Melen	21 Temmuz	-6.4	23.8	85.3	24.5	Risk Yok

Tablo 93: 20-22 Temmuz 2023 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	4 Ağustos	7.2	28.5	51.9	29.3	Dikkat
Sapanca	4 Ağustos	5.6	28.3	59.6	30.0	Dikkat
Karapürçek	4 Ağustos	3.2	27.4	57.3	28.5	Dikkat
Ferizli	5 Ağustos	3.0	27.5	80.9	31.0	Dikkat
Geyve	4 Ağustos	8.9	27.7	55.1	28.6	Dikkat
Karasu	5 Ağustos	-1.6	24.6	87.0	25.5	Risk Yok
Hendek	4 Ağustos	3.9	27.9	65.8	30.0	Dikkat
Akyazı	4 Ağustos	3.2	27.6	62.6	29.2	Dikkat
Kocaali	5 Ağustos	-1.8	25.1	85.9	26.0	Risk Yok
Kaynarca	4 Ağustos	-0.2	26.9	68.3	28.6	Dikkat
Taraklı	4 Ağustos	-0.7	25.7	59.0	25.9	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	6 Ağustos	-10.5	23.3	57.6	23.2	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	5 Ağustos	-2.5	25.9	81.9	27.6	Dikkat
Pamukova	4 Ağustos	7.8	27.6	58.4	28.8	Dikkat
Serdivan	3 Ağustos	5.8	28.9	58.1	30.7	Dikkat
Hendek/Yeniyayla Köyü	4 Ağustos	-7.3	24.7	59.8	24.8	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	4 Ağustos	5.9	26.7	48.4	27.1	Dikkat
Erenler	4 Ağustos	3.3	27.4	74.7	30.1	Dikkat
Kocaali/Melen	5 Ağustos	-2.9	25.5	91.2	27.0	Dikkat

Tablo 94: 2-6 Ağustos 2023 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	15 Ağustos	2.5	29.0	82.2	36.8	Aşırı Dikkat
Sapanca	15 Ağustos	1.4	28.1	86.2	33.5	Aşırı Dikkat
Karapürçek	15 Ağustos	-0.6	27.5	85.2	31.7	Dikkat
Ferizli	14 Ağustos	-0.5	26.5	89.0	29.3	Dikkat
Geyve	15 Ağustos	3.5	28.9	74.8	33.4	Aşırı Dikkat
Karasu	17 Ağustos	-1.5	24.6	94.3	25.7	Risk Yok
Hendek	15 Ağustos	1.7	28.6	81.3	33.9	Aşırı Dikkat
Akyazı	15 Ağustos	0.5	27.8	82.1	32.1	Aşırı Dikkat
Kocaali	17 Ağustos	-2.1	25.3	94.5	26.3	Risk Yok
Kaynarca	15 Ağustos	-1.4	26.8	89.8	30.5	Dikkat
Taraklı	15 Ağustos	5.4	29.5	67.0	33.3	Aşırı Dikkat
Pamukova/Kemaliye Köyü	14 Ağustos	-6.1	24.7	78.5	25.4	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	17 Ağustos	-2.2	25.0	85.9	25.9	Dikkat
Pamukova	15 Ağustos	6.0	29.4	84.3	37.1	Aşırı Dikkat
Serdivan	13 Ağustos	-0.7	24.3	81.3	24.9	Risk Yok
Hendek/Yeniyayla Köyü	14 Ağustos	0.0	26.0	99.5	28.4	Dikkat
Geyve/Hisarlık Köyü	14 Ağustos	-0.3	26.9	87.0	30.3	Dikkat
Erenler	15 Ağustos	1.0	28.5	89.0	35.4	Dikkat
Kocaali/Melen	17 Ağustos	-2.1	24.8	98.4	25.9	Risk Yok

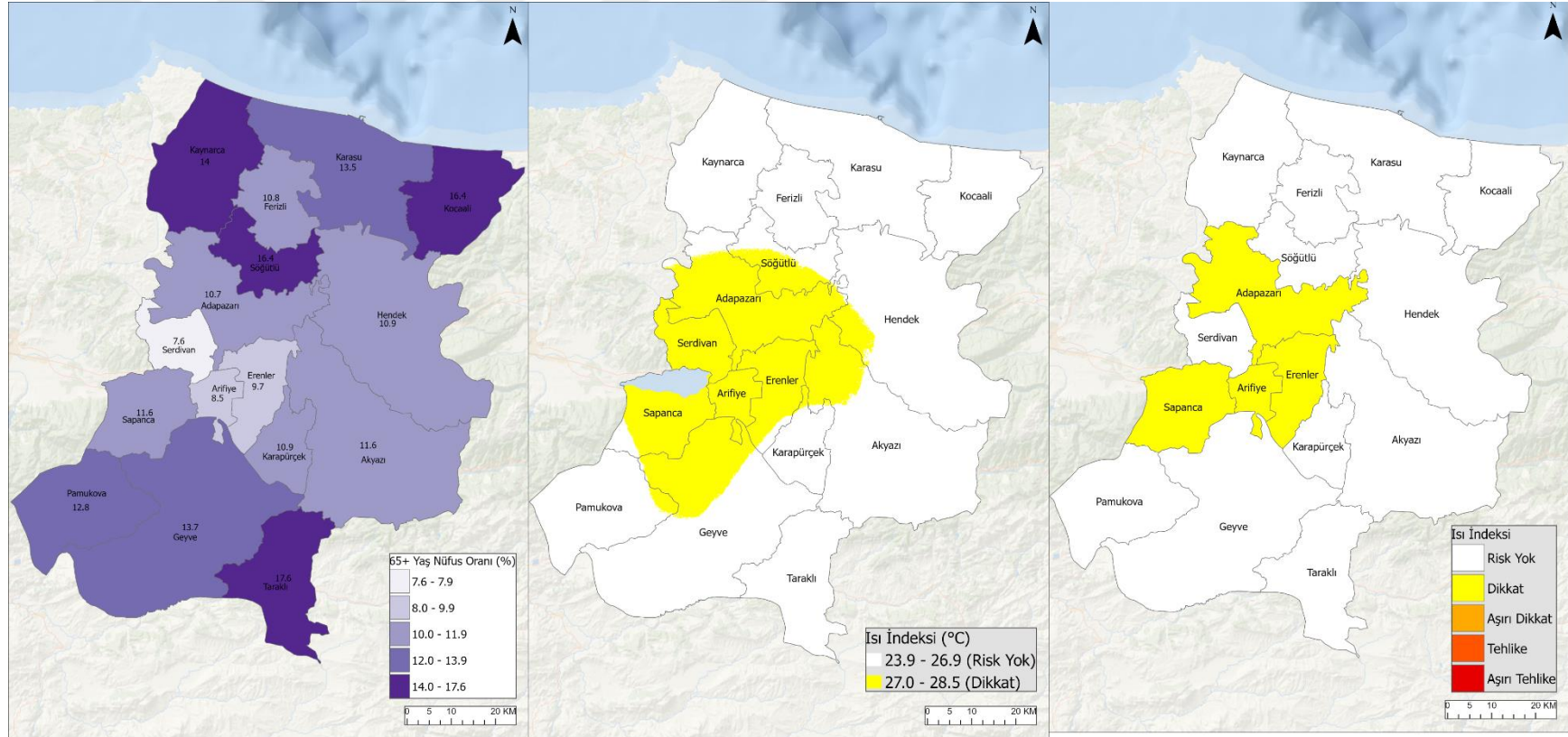
Tablo 95: 13-17 Ağustos 2023 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İstasyon	Tarih	EHF	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Isı İndeksi (°C)	Isı İndeksi
Sakarya	29 Ağustos	1.9	26.6	70.3	28.3	Dikkat
Sapanca	30 Ağustos	0.4	28.5	67.7	31.4	Dikkat
Karapürçek	29 Ağustos	-0.1	25.9	73.7	27.3	Dikkat
Ferizli	30 Ağustos	-0.4	28.0	71.7	30.9	Dikkat
Geyve	29 Ağustos	0.6	26.0	66.7	27.2	Dikkat
Karasu	30 Ağustos	-1.5	25.8	81.2	27.4	Dikkat
Hendek	29 Ağustos	-0.2	26.0	72.4	27.4	Dikkat
Akyazı	30 Ağustos	-0.4	28.0	68.5	30.6	Dikkat
Kocaali	28 Ağustos	-0.9	23.5	87.2	24.2	Risk Yok
Kaynarca	28 Ağustos	-1.1	23.1	85.0	23.8	Risk Yok
Taraklı	29 Ağustos	-0.9	23.7	64.9	23.8	Risk Yok
Pamukova/Kemaliye Köyü	28 Ağustos	-0.8	19.0	77.2	19.0	Risk Yok
Ferizli/Gölkent Beldesi	28 Ağustos	-0.9	22.8	82.7	23.4	Risk Yok
Pamukova	29 Ağustos	0.3	26.1	68.7	27.5	Dikkat
Serdivan	29 Ağustos	0.1	26.0	78.4	27.7	Dikkat
Hendek/Yeniyayla Köyü	30 Ağustos	-1.7	24.7	54.3	24.7	Risk Yok
Geyve/Hisarlık Köyü	30 Ağustos	-2.0	27.0	53.5	27.7	Dikkat
Erenler	30 Ağustos	-0.6	28.3	73.2	31.8	Dikkat
Kocaali/Melen	29 Ağustos	-2.5	22.9	96.0	23.8	Risk Yok

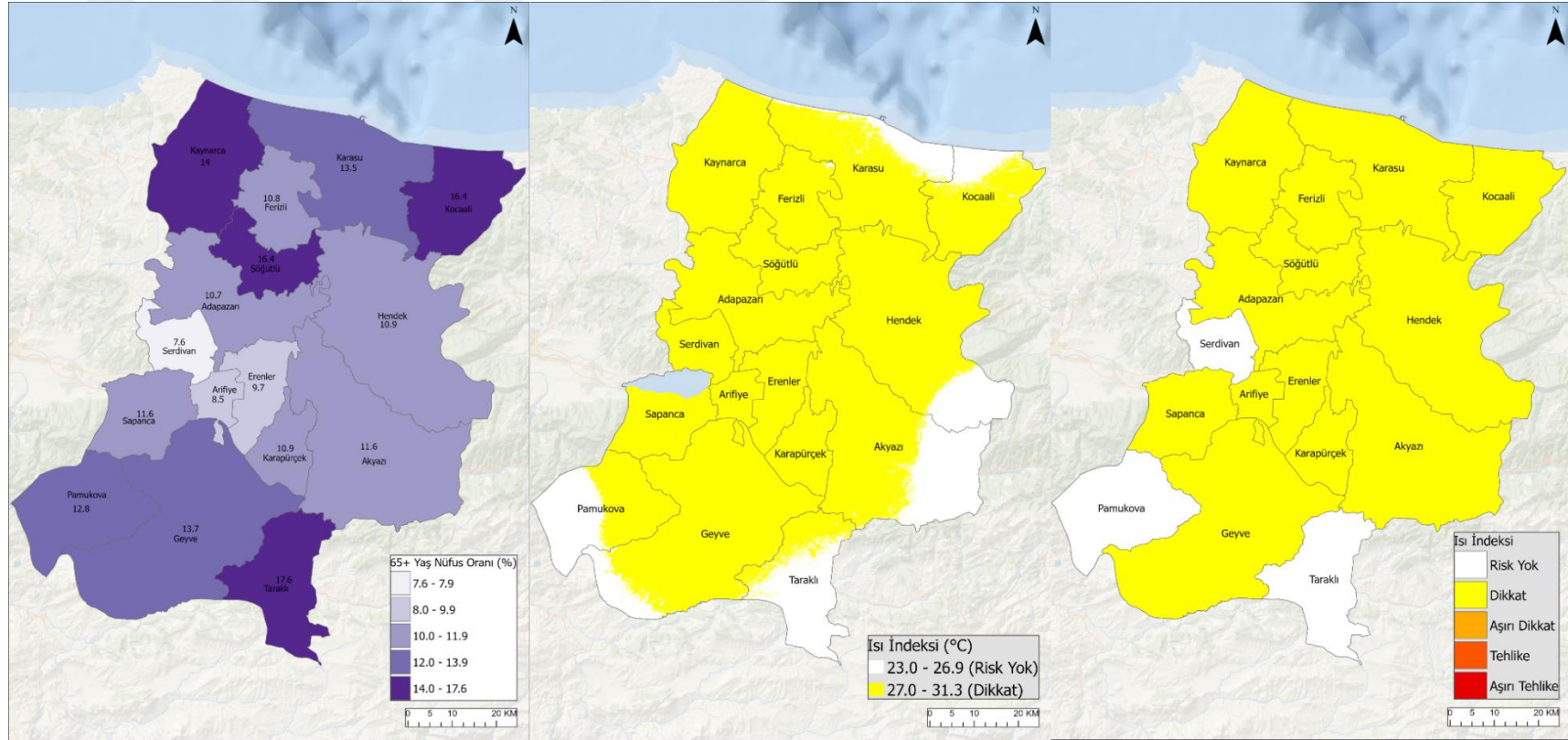
Tablo 96: 28-30 Ağustos 2023 Tarihleri Arasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



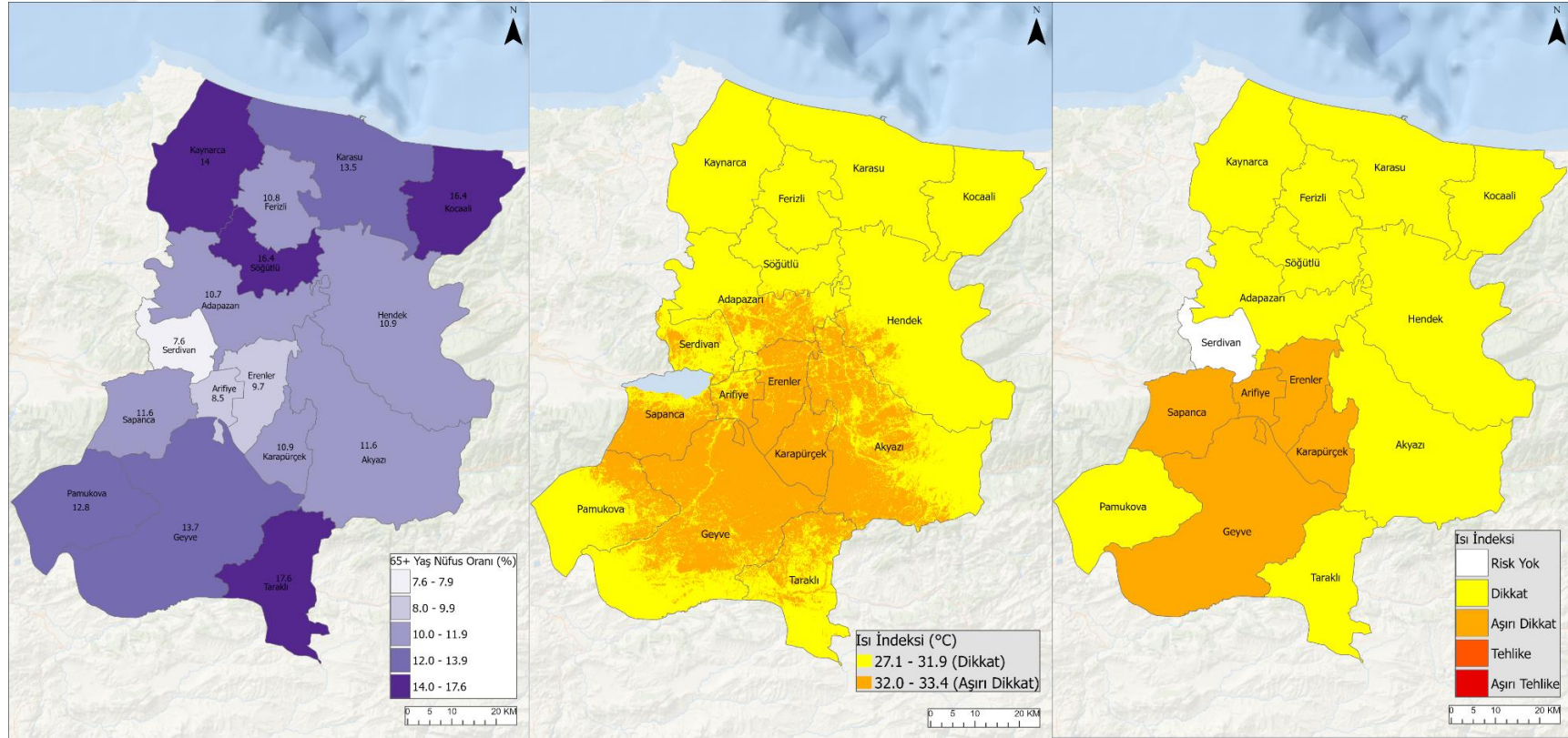
Şekil 80: 20-22 Temmuz 2023 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



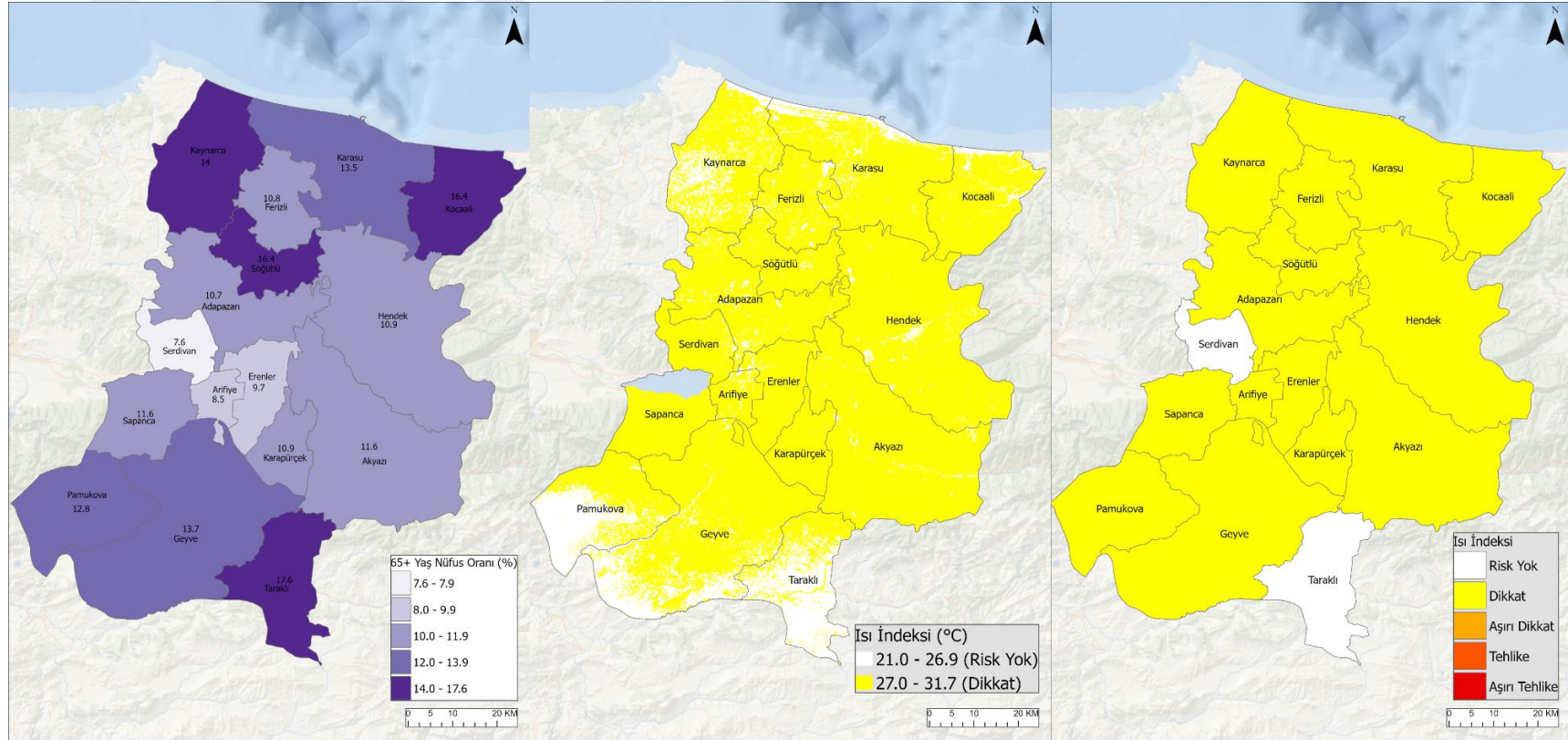
Şekil 81: 2-6 Ağustos 2023 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 82: 13-17 Ağustos 2023 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 83: 28-30 Ağustos 2023 Tarihleri Arasında Gerçekleşen Sıcak Hava Dalgasına Ait Isı İndeksi Değerleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2023 yılında, Sakarya’da 20-22 Temmuz, 2-6 Ağustos, 13-17 Ağustos, 28-30 Ağustos tarihleri arasında, Geyve istasyonunda 2-6 Ağustos ve 13-17 Ağustos tarihlerinde, Pamukova istasyonunda 3-6 Ağustos ve 13-17 Ağustos tarihlerinde, Erenler istasyonunda 3-5 Ağustos ve 13-15 Ağustos tarihlerinde, Hendek istasyonunda 3-5 Ağustos ve 13-16 Ağustos tarihlerinde, Akyazı, Karapürçek ve Geyve/Hisarlık Köyü istasyonlarında 3-5 Ağustos tarihlerinde, Sapanca istasyonunda 2-6 Ağustos tarihlerinde, Serdivan istasyonunda 2-5 Ağustos tarihlerinde ve Taraklı istasyonunda 14-16 Ağustos tarihlerinde sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. Belirlenen tarih aralıklarına ait maksimum EHF değerinin bulunduğu güne ait ortalama bağıl nem ile sıcaklık değerleri kullanılarak Isı İndeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan Isı İndeksi değerlerine göre, 20-22 Temmuz tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi 29,3 °C Sakarya istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 93). 2-6 Ağustos tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri 31,0 °C Ferizli istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 94). 13-17 Ağustos tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri 37,1 °C Pamukova istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 95). 28-30 Ağustos tarih aralığı için maksimum Isı İndeksi değeri 31,8 °C Erenler istasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 96).

2023 yılında 20-22 Temmuz tarihleri arasında meydana gelen sıcak hava dalgasında, Isı İndeksi değerleri, ilin batısında Dikkat sınıflandırmasına ait değerler görülmüştür. Kuzeyi, güneyi ve doğusunda ise Risk Yok sınıflandırmasına ait değerler görülmüştür. Adapazarı, Erenler, Arifiye ve Sapanca ilçesinde Dikkat, Kaynarca, Ferizli, Söğütlü, Karasu, Kocaali, Hendek, Akyazı, Karapürçek, Pamukova, Geyve ve Taraklı ilçelerinde Risk Yok sınıflandırmasına ait değerler ve Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus oranı %8’den küçük olduğu için Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 80).

2-6 Ağustos tarihlerinde Isı İndeksi değerleri, ilin hemen hemen tamamında Dikkat sınıflandırılmasına aittir. Pamukova, Taraklı, Akyazı, Geyve, Hendek, Kocaali ve Karasu ilçelerinde Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler görülmüştür. Kaynarca, Ferizli, Söğütlü, Karasu, Kocaali, Hendek, Adapazarı, Erenler, Arifiye, Akyazı, Karapürçek, Sapanca ve Geyve ilçelerinde Dikkat, Pamukova ve Taraklı ilçelerinde Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler ve Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus oranı %8 olduğundan dolayı Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 81).

13-17 Ağustos tarihlerinde Isı İndeksi değerleri, ilin güney ve orta kesimlerinde Aşırı Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmüştür. Kuzeyi, doğusu ve güneyinin bir

bölümünde Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmüştür. Sapanca, Arifiye, Erenler, Karapürçek ve Geyve ilçelerinde Aşırı Dikkat, Kaynarca, Ferizli, Karasu, Kocaali, Söğütlü, Adapazarı, Hendek, Akyazı, Taraklı ve Pamukova ilçelerinde Dikkat ve Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus oranı %8'den küçük olduğundan dolayı Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 82).

28-30 Ağustos tarihlerinde Isı İndeksi değerleri, ilin hemen hemen tamamında Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler, Kaynarca, Karasu, Ferizli, Kocaali, Adapazarı, Hendek, Pamukova, Geyve ve Taraklı ilçelerinin bazı bölümünde Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler görülmüştür. Taraklı ilçesinde Risk Yok sınıflandırılmasına ait değerler ve Serdivan ilçesinde yaşlı nüfus oranı %8'den küçük olmasından dolayı Risk Yok, diğer bütün ilçeler Dikkat olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 83).

2023 yılı, 15,1 °C ortalama sıcaklık ile en sıcak üçüncü yıl ve 53 yılın en sıcak yedinci yaz mevsimi olmuştur (MGM, 2024). MGM'nin yıl sonu raporuna göre, Ağustos ayında geniş bir alanda sıcak hava dalgası yaşanmış ve 5-10 gün sürmüştür. Ağustos ayında Avrupa'yı etkileyen bir sıcak hava dalgası yaşandı. Temmuz ve Ağustos aylarının sonunda bir çok ülkede sıcaklık rekorları kırılmıştır (WMO, 2024). Asya'da (Qian vd., 2024; Takemura vd., 2024; Xiao vd., 2024) ve Avrupa'da (Lemus-Canovas vd., 2024a; Lemus-Canovas vd., 2024b) sıcak hava dalgaları meydana gelmiştir.

SONUÇ

Türkiye’de Marmara Bölgesi’nde yer alan Sakarya ilinde, özellikle son yıllarda ülkemizde sıcaklığın artması ile sıcak hava dalgası olayları meydana gelmektedir. Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgulara göre, özellikle 2016, 2017, 2021 ve 2023 yıllarında sıcak hava dalgası olay sayısı diğer yıllara kıyasla daha fazla meydana gelmiştir. En fazla sıcak hava dalgası olayı toplam 21 adet ve toplam sıcak hava dalgası toplam gün sayısı 121 olan Sakarya istasyonunda gerçekleşmiş ve en fazla sıcak hava dalgası tespit edilen yıl 2023 olmuştur. 2016 ve 2017 yıllarında 7 istasyonda, 2021 yılında 8 istasyonda ve 2023 yılında 11 istasyonda sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir. 2023 yılı için, 2-6 Ağustos tarihleri oldukça sıcak geçmiş ve 10 istasyonda sıcak hava dalgası bu tarih aralığında tespit edilmiştir. En fazla istasyonda bu tarih aralığında sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Çoğu sıcak hava dalgası Ağustos ayında meydana gelmiştir. Özellikle Ağustos ayının ilk haftalarından başlayıp Ağustos ayının sonlarına kadar sıcak hava dalgaları tespit edilmiştir.

Bu konuda benzer çalışmalardan elde edilen bulgulara göre İstanbul’da 2013-2017 tarihleri arasında yapılan çalışmada aynı tarihlere denk gelmekte fakat İstanbul’da gün sayıları daha fazladır (Can vd., 2019). Yılmaz vd. (2023) yaptığı çalışmada, ise sıcak hava dalgalarının etkilerini belirlenmesi amacıyla Isı İndeksi değerleri kullanılmış ve en yüksek değerler şehirleşmenin yoğun olduğu ilçelerde kaydedilmiştir. Şehirleşmenin sıcaklık değerleri üzerindeki etkiyi ortaya koymuştur. Erhat vd. (2021) yaptığı çalışmada ise Türkiye’de sıcak hava dalgalarının sayısının, süresinin ve sıklığının 1985’ten 2019’a kadar artış eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir. Sakarya’yı da kapsayan Aksu (2021) yaptığı çalışmada aşırı sıcaklıkların zaman serisinin artan yönde eğilimleri olduğunu tespit etmiştir. Türkiye’yi konu alan çalışmalarda sıcaklıkların artan yönde eğilim gösterdiği bulguları bu çalışmadan elde edilen sonuçları desteklemektedir. (Gürkan vd., 2017; Kum, 2017; Turkes, 2020; Demirtas, 2022; Erhat vd., 2022; Ozturk vd., 2023).

2016, 2017, 2021 ve 2023 yılları özellikle sıcak hava dalgası meydana gelen tarih aralığındaki maksimum EHF’nin tespit edildiği günlere ait Isı İndeksi değerleri diğer yıllara göre oldukça dikkat çekicidir. 2016 yılında 3 adet sıcak hava dalgası olayı meydana gelmiş ve 29 Temmuz-10 Ağustos tarihleri arasındaki Isı İndeksi değerlerine bakıldığında batı ve güney ilçelerde Aşırı Dikkat sınıflandırmasına ait değerler görülmüştür. 2017 yılında 5-7 Ağustos tarih aralığında Isı İndeksi değerlerine göre, Aşırı

Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir. 2021 yılında 3 adet sıcak hava dalgası olayı gerçekleşmiş ve özellikle 15-19 Temmuz tarihi dikkat çekici olmuştur. Bu tarih aralığında bütün ilçelerde Isı İndeksi değerlerinde Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmüştür. 2023 yılında 4 adet sıcak hava dalgası olayı kaydedilmiştir. 20-22 Temmuz tarih aralığı dışında, bütün tarihlerde ve bütün ilçelerde Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir. 13-17 Ağustos tarihlerinde Isı İndeksi değerleri, Sapanca, Arifiye, Geyve, Erenler ve Karapürçek'te Aşırı Dikkat olarak sınıflandırılmıştır.

Isı İndeksi değerlerinin en maksimum olduğu tarih aralığı 13-17 Ağustos 2023 tarih aralığında meydana gelen sıcak hava dalgasında tespit edilmiştir. En yüksek Isı İndeksi değeri 37,1 °C ile Pamukova'da tespit edilmiştir. 2018, 2019 ve 2020 yıllarında bütün ilçeler Risk Yok olarak sınıflandırılmıştır. Isı İndeksi değerleri 13-17 Ağustos 2023 tarih aralığında ilde yer alan çoğu ilçe Aşırı Dikkat olarak sınıflandırılmıştır. Genel olarak bakıldığında 2023 yılında hem olay sayısı hem de en fazla istasyonda kaydedilen sıcak hava dalgası olayı yaşanmıştır.

Taraklı ilçesi, Isı İndeksi değerlerine göre Risk Yok veya Dikkat olarak sınıflandırılmaktadır. Yaşlı nüfusun toplam nüfus içerisinde büyük bir yere sahip olduğu bu ilçede çoğu tarihlerde Risk Yok sınıflandırılmaktadır. Bu bağlamda yerleşmenin yoğun olduğu ilçelere kıyasla daha az riskli sayılabilir.

Adapazarı, Serdivan, Erenler ve Arifiye ilçeleri Sakarya ilinde yerleşmenin en yoğun olduğu ilçelerin başında gelmektedir. Isı İndeksi değerlerinin bu ilçelerde oldukça yüksek olması, toplam nüfusun giderek artması ile betonarme binalardaki artış ve yaşlı nüfus oranının her yıl giderek artması bu ilçeler için oldukça risk oluşturmaktadır. Özellikle yerleşmenin fazla olduğu yerlerdeki betonarme yapılar ısıyı uzun süre tutmakta ve sıcaklığın etkisini uzun süre kaybettirmemektedir. Şehir Isı Adası olarak adlandırılan bu kavram, sıcak hava dalgalarının etkilerini arttırmaktadır. Serdivan ilçesi, yaşlı nüfus oranı bakımından 10 yılda %8'in altında kalmaktadır. Isı İndeksi değerlerinin Erenler, Adapazarı ve Arifiye ile benzer sınıflandırılmaya sahiptir. Yaşlı nüfus oranı düşük olsa da yaşlı nüfus olarak ikinci sırada yer almaktadır. Yaşlı nüfus oranının bu ilçede düşük olmasının sebebi üniversitenin varlığıdır. Toplam nüfusun yüksek olması yine de bu ilçe için bir risktir. Adapazarı ilçesinde yaşlı nüfusun fazla olması sebebi ile bu ilçe risk altındadır. Özellikle Sakarya istasyonu yüksek Isı İndeksi değerlerine sahiptir. Çoğu tarih

aralığında Dikkat olarak sınıflandırılmakta ve bu durum ilçede yaşayan yaşlı nüfus için büyük bir risk oluşturmaktadır.

Kocaali, Karasu ve Kaynarca ilçeleri kıyı kesimlerde yer aldığı için denizellik etkisi sebebi ile sıcaklık diğer ilçelere kıyasla daha düşüktür. Kocaali’de 1 ve Kaynarca’da 1 adet sıcak hava dalgası tespit edilmiştir. Karasu’da ise sıcak hava dalgası tespit edilmemiştir. Isı İndeksi değerlerine göre, Dikkat sınıflandırılmasına ait değerler görülmektedir. Sıcaklık değerleri diğer ilçelere kıyasla daha düşük fakat bağıl nem oranı yaz aylarında diğer ilçelere kıyasla oldukça yüksektir. Isı İndeksi hesaplamasında da kullanılan bağıl nem, sıcaklığın insan vücudundaki etkisini arttırmaktadır. İklim değişikliğinin etkisi ile sıcaklıkların artacağı Sakarya’da ilerleyen yıllarda kıyı kesimleri için bir risk oluşturabilir. Kocaali, Kaynarca ve Karasu ilçelerinde yaşlı nüfus oranı bakımından oldukça yüksek olmasından dolayı diğer ilçelere kıyasla daha düşük Isı İndeksi değerlerinin olması diğer ilçelere kıyasla daha az risk barındırmaktadır.

Sapanca, ortalama sıcaklıklarda en yüksek değerleri görmektedir. Isı İndeksi değerlerine göre, neredeyse bütün yıllarda Dikkat ve Aşırı Dikkat olarak sınıflandırılmıştır ve ilçede yaşayan yaşlı nüfus açısından bu durum risk oluşturmaktadır. Sapanca ilçesinde son yıllarda artan turizm faaliyetleri ile yerleşmeler yapılmaya başlanmıştır. Betonarme yapıların giderek artması ve sıcaklık değerlerinin yüksek olması ile ilçede yaşayan yaşlı nüfus açısından büyük bir risk oluşturmaktadır.

Söğütli ilçesinde, yaşlı nüfus oranı fazla ve her yıl giderek artmaktadır. Isı İndeksi sınıflandırılmasına göre çoğu tarihlerde Isı İndeksi değerleri Dikkat olarak sınıflandırılmıştır. Bu bağlamda bu ilçede yaşayan yaşlı nüfus açısından risk bulunmaktadır.

Akyazı ve Hendek ilçelerinde yaşlı nüfusun fazla olması ve ilçelerde özellikle Isı İndeksi değerlerinin diğer ilçelere kıyasla nispeten daha azdır. Ferizli’de nispeten denizellik etkisi ile daha düşük Isı İndeksi değerleri görülse de 2016 yılındaki bütün sıcak hava dalgalarında, 2-11 Ağustos 2017 ve 2-6 Ağustos 2023 yılında gerçekleşen sıcak hava dalgalarında en yüksek değerler görülmüştür.

Geyve’de Aşırı Isı Faktörü ile hesaplanan sıcak hava dalgaları etkili olmaktadır. Geyve ile yerleşmeleri birbirine oldukça yakın olan Pamukova’da istasyonun 2018 yılından itibaren başlaması ile geriye dönük değerler tespit edilememiştir. Fakat 2018 yılından itibaren Pamukova istasyonunda 5 adet ve Geyve istasyonunda 13 adet sıcak hava dalgası

görülmüştür. Bunun sebebi Geyve ilçesinde yerleşmenin daha fazla bulunması olabilir. Pamukova’da Geyve’ye kıyasla tarım alanlarının daha fazla bulunmakta fakat Isı İndeksi değerlerine göre yüksek değerler tespit edilmektedir.

Yaşlı nüfusun Birleşmiş Milletlere göre yaşlı olarak belirlendiği ve sıcak hava dalgaları sayısındaki artış Sakarya ili için risk oluşturmaktadır. Sıcak hava dalgaları özellikle kırılğan nüfusun sağlığını doğrudan etkilemekte ve etkileri ölüm ile sonuçlanabilmektedir. İklim Değişikliği Eylem Planında Halk Sağlığı bölümünde Marmara Bölgesi’nde Sakarya maruziyet olarak riskli sayılmaktadır. Özellikle yerleşmenin yoğun olduğu ve sıcak hava dalgalarının en fazla tespit edildiği Adapazarı ve çevre ilçeler için kentsel ısı adası kavramı oldukça etkili olmaktadır. Öneri olarak, kentsel ısı adası için şehir planlamasının yapılması ve halkın sıcak hava dalgaları açısından bilinçlendirilmesi için materyaller kullanılabilir. Sıcak hava dalgaları sırasında, yaşlı nüfus için, su teminin sağlanması, pik yapıldığı saatlerde dışarı çıkılmaması konusunda uyarıların yapılması, yaşlı bakım yerlerine klima vb. soğutucuların yaygınlaştırılması ve eğitim kampanyaları yapılabilir.

Gelecek çalışmalar için NDVI yerine Land Surface Temperature (LST)’den faydalanılabilir. Land Surface Temperature yer yüzey sıcaklığı değişiminin analiz edilebilmesi için oldukça yaygın olarak kullanılan bir uzaktan algılama metodudur. İklim değişikliğine uyum kapsamında yerleşmenin ve nüfusun fazla olduğu iller ile çalışmalar yürütülebilir. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak sıcak hava dalgaları sayısı ve şiddetindeki artışın gelecek senaryolarında belirlenmesi iklim değişikliğine uyum kapsamında oldukça önemlidir. Gelecek hakkında veriler analiz edilerek gelecekteki meydana gelebilecek riskler belirlenebilir.

KAYNAKÇA

- Aadhar, S., & Mishra, V. (2023). The 2022 Mega Heatwave in South Asia in The Observed and Projected Future Climate. *Environmental Research Letters*, 18(10), 104011.
- Acar, H.C. (2022). İstanbul'da Sıcak Havaya Bağlı Ölümler ve Sıcak Hava Dalgası Eşik Değerlerinin Belirlenmesi (Tıpta Uzmanlık). İstanbul: İstanbul Üniversitesi
- Aday, L. A. (1994). Health status of vulnerable populations. *Annual Review of Public Health*, 15(1), 487-509.
- Adigun, P., Abah, E. O., & Ajileye, O. D. (2024). Intensifying Human-Driven Heatwaves Characteristics and Heat Related Mortality over Africa. *Environmental Research: Climate*, 3(1), 015007.
- Akompab, D. A., Bi, P., Williams, S., Grant, J., Walker, I. A., & Augoustinos, M. (2013). Heat Waves and Climate Change: Applying The Health Belief Model to Identify Predictors of Risk Perception and Adaptive Behaviours in Adelaide, Australia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(6), 2164-2184.
- Aksu, H. (2021). Extreme Temperature Return Level Mapping for Northwest Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 146(3), 1501-1512.
- 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 US Communities. *Environmental health perspectives*, 119(2), 210-218.
- Anderson, G. B., Bell, M. L., & Peng, R. D. (2013). Methods to Calculate the Heat Index As an Exposure Metric in Environmental Health Research. *Environmental health perspectives*, 121(10), 1111-1119.
- Applestein, C., & Germino, M. J. (2022). How Do Accuracy and Model Agreement Vary with Versioning, Scale, and Landscape Heterogeneity for Satellite-Derived Vegetation Maps in Sagebrush Steppe?. *Ecological Indicators*, 139, 108935.
- Arifwidodo, S., & Chandrasiri, O. (2019). Urban Heat Island and Health Effects in Bangkok, Thailand. *Int J Adv Sci Technol*, 28(1), 374-382.
- Aubrecht, C., Steinnocher, K., Köstl, M., Züger, J., & Loibl, W. (2013). Long-Term Spatio-Temporal Social Vulnerability Variation Considering Health-Related Climate Change Parameters Particularly Affecting Elderly. *Natural Hazards*, 68, 1371-1384.
- Awasthi, A., Vishwakarma, K., & Pattnayak, K. C. (2022). Retrospection of Heatwave and Heat Index. *Theoretical and Applied Climatology*, 147(1), 589-604.

- Baccini, M., Biggeri, A., Accetta, G., Kosatsky, T., Katsouyanni, K., Analitis, A., Anderson, H.R., Bisanti, L., D'ippoliti, D., Danova, J., Forsberg, B., Medina, S., Paldy, A., Rabchenko, D., Schindler, C., & Michelozzi, P. (2008). Heat Effects on Mortality in 15 European Cities. *Epidemiology*, 19(5), 711–719.
- Ballinas, M., Morales-Santiago, S. I., Barradas, V. L., Lira, A., & Oliva-Salinas, G. (2022). Is PET an Adequate Index to Determine Human Thermal Comfort in Mexico City?. *Sustainability*, 14(19), 12539.
- Baltacı, H. (2019). Spatiotemporal Variability of Climate Extremes in The Marmara Region (NW Turkey). *International Journal of Global Warming*, 18(3-4), 239-252.
- Bambrick, H., Dear, K., Woodruff, R., Hanigan, I., & McMichael, A. (2008). The Impacts of Climate Change on Three Health Outcomes: Temperature-Related Mortality and Hospitalisations, Salmonellosis and Other Bacterial Gastroenteritis, and Population at Risk From Dengue. *Garnaut Climate Change Review*. Australian Government, Australian Government, Australia.
- Barnett, A.G., Hajat, S., Gasparrini, A., & Rocklov, J. (2012). Cold and Heat Waves in the United States. *Environ. Res.* 2012, 112, 218–224.
- Barriopedro, D., Fischer, E. M., Luterbacher, J., Trigo, R. M., & García-Herrera, R. (2011). The Hot Summer of 2010: Redrawing the Temperature Record Map of Europe. *Science*, 332(6026), 220-224.
- Bartusek, S., Kornhuber, K., & Ting, M. (2022). 2021 North American Heatwave Amplified by Climate Change-Driven Nonlinear Interactions. *Nature Climate Change*, 12(12), 1143-1150.
- Basu, R., & Samet, J. M. (2002). Relation Between Elevated Ambient Temperature and Mortality: A Review of The Epidemiologic Evidence. *Epidemiologic reviews*, 24(2), 190-202.
- Başol, R. Ö. (2019). Türkiye ve AB Ülkelerinde Yaşlı Nüfusun Görünümü. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (37), 35-46.
- Baylan, K.A., & Ustaoglu, B. (2020). Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye’de Akdeniz Biyoiklim Katlarının ve Alt Tiplerinin Dağılışı. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(3), 158-174.
- Beniston, M. (2004). The 2003 Heat Wave in Europe: A Shape of Things to Come? An Analysis Based on Swiss Climatological Data and Model Simulations. *Geophysical Research Letters*, 31(2), L02202.
- Bercos- Hickey, E., O’Brien, T. A., Wehner, M. F., Zhang, L., Patricola, C. M., Huang, H., & Risser, M. D. (2022). Anthropogenic contributions to the 2021 Pacific Northwest heatwave. *Geophysical Research Letters*, 49(23), e2022GL099396.

- Binarti, F., Koerniawan, M. D., Triyadi, S., Utami, S. S., & Matzarakis, A. (2020). A review of outdoor thermal comfort indices and neutral ranges for hot-humid regions. *Urban Climate*, 31, 100531.
- Błażejczyk, K., Jendritzky, G., Bröde, P., Fiala, D., Havenith, G., Epstein, Y., ... & Kampmann, B. (2013). An introduction to the universal thermal climate index (UTCI). *Geographia Polonica*, 86(1), 5-10.
- Bölük, E., Akçakaya, A., & Arabacı, H. (2013). *2012 Temmuz Ayında Yaşanan Sıcak Hava Dalgası*. 6th Atmospheric Science Symposium-ATMOS 2013 3-5 Haziran 2013, İstanbul.
- Broede, P., Błażejczyk, K., Fiala, D., Havenith, G., Holmér, I., Jendritzky, G., ... & Kampmann, B. (2013). The Universal Thermal Climate Index UTCI compared to ergonomics standards for assessing the thermal environment. *Industrial Health*, 51(1), 16-24.
- Bröde, P., Fiala, D., Błażejczyk, K., Holmér, I., Jendritzky, G., Kampmann, B., ... & Havenith, G. (2012). Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International Journal of Biometeorology*, 56, 481-494.
- Cai, W., Zhang, C., Zhang, S., Bai, Y., Callaghan, M., Chang, N., et al. & Gong, P. (2022). The 2022 China report of the Lancet Countdown on health and climate change: leveraging climate actions for healthy ageing. *The Lancet Public Health*, 7(12), 1073-1090.
- Can, G., Şahin, Ü., Sayılı, U., Dubé, M., Kara, B., Acar, H. C., ... & Gosselin, P. (2019). Excess mortality in Istanbul during extreme heat waves between 2013 and 2017. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4348.
- Carlson, B., Kohon, J. N., Carder, P., Himes, D., Toda, E., & Tanaka, K. (2023). Climate Change Policies and Older Adults: An Analysis of States' Climate Adaptation Plans. *Gerontolog*, 64(3). <https://doi.org/10.1093/geront/gnad077>.
- Carnes, B.A., Staats, D., & Willcox, B.J. (2014). Impact of Climate Change on Elder Health. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 69(9), 1087-1091.
- Carter, T.R., Fronzek, S., Inkinen, A., Lahtinen, I., Lahtinen, M., Mela, H., O'Brien, K.L., Rosentrater, L.D., Ruuhela, R., Simonsson, L., & Terama, E. (2016). Characterising Vulnerability of the Elderly to Climate Change in the Nordic Region. *Regional Environmental Change*, 16, 43-58.
- Chang, A. Y., Tan, A. X., Nadeau, K. C., & Odden, M. C. (2022). Aging Hearts in a Hotter, More Turbulent World: The Impacts of Climate Change on the Cardiovascular Health of Older Adults. *Current Cardiology Reports*, 24(6), 749-760.

- Chen, L., & Ng, E. (2013). Simulation of the effect of downtown greenery on thermal comfort in subtropical climate using PET index: a case study in Hong Kong. *Architectural Science Review*, 56(4), 297-305.
- Cohen, P., Potchter, O., & Matzarakis, A. (2013). Human thermal perception of Coastal Mediterranean outdoor urban environments. *Applied Geography*, 37, 1-10.
- Cotlier, G. I., & Jimenez, J. C. (2022). The extreme heat wave over western North America in 2021: An assessment by means of land surface temperature. *Remote Sensing*, 14(3), 561.
- Cremona, A., Huss, M., Landmann, J. M., Borner, J., & Farinotti, D. (2023). European heat waves 2022: contribution to extreme glacier melt in Switzerland inferred from automated ablation readings. *The Cryosphere*, 17(5), 1895-1912.
- Cristo, R. D., Mazzarella, A., & Viola, R. (2007). An analysis of heat index over Naples (Southern Italy) in the context of European heat wave of 2003. *Natural Hazards*, 40, 373-379.
- Croitoru, A. E., Piticar, A., Ciupertea, A. F., & Roşca, C. F. (2016). Changes in heat waves indices in Romania over the period 1961–2015. *Global and Planetary Change*, 146, 109-121.
- Çağlak, S., & Matzarakis, A. (2023). Evaluation of the relationship between thermal comfort conditions and respiratory diseases in Amasya City, Turkey. *Journal of Public Health*, 1-11.
- Çıtakoğlu, H., Çetin, M., Çobaner, M., & Haktanır, T. (2017). Mevsimsel Yağışların Jeostatistiksel Yöntemle Modellenmesi ve Gözlemi Olmayan Noktalarla Tahmin Edilmesi. *İMO Teknik Dergi*, 28(1), 7725-7745.
- Çobaner, M., Çakar, A., Çetin, M., & Yurtal, R. (2011). Göksu Deltasında Bazı Yeraltı Suyu Kalite Öğelerinin Probabilistik ve Jeostatistik Yöntemlerle İrdelenmesi. *Teknik Dergi*, 22(106), 5259-5283.
- Çulpan, H.C., Şahin, Ü., & Can, G. (2022). A Step to Develop Heat-Health Action Plan: Assessing Heat Waves Impacts on Mortality. *Atmosphere*, 13(12), 2126.
- D'Ippoliti, D., Michelozzi, P., Marino, C., De'Donato, 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., & Perruci, C. A. (2010). The Impact of Heat Waves on Mortality in 9 European Cities: Results From The Euroheat Project. *Environmental Health*, 9(1), 1-9.
- Dahl, K., Licker, R., Abatzoglou, J. T., & Declet-Barreto, J. (2019). Increased frequency of and population exposure to extreme heat index days in the United States during the 21st century. *Environmental Research Communications*, 1(7), 075002.
- De, U. S., Khole, M., & Dandekar, M. M. (2004). Natural Hazards Associated with Meteorological Extreme Events. *Natural Hazards*, 31, 487-497.

- Della-Marta P.M., Haylock M.R., Luterbacher J., & Wanner H. (2007). Doubled Length of Western European Summer Heat Waves Since 1880. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 112, D15103. <https://doi.org/10.1029/2007JD008510>.
- Delworth, T. L., Mahlman, J. D., & Knutson, T. R. (1999). Changes in Heat Index Associated with CO₂-induced Global Warming. *Climatic Change*, 43(2), 369-386.
- Demirtaş, M. (2022). The record breaking hot summer of 2017 in Southern Europe and Turkey: underlying atmospheric conditions. *International Journal of Global Warming*, 28(2), 185-198.
- Deschenes, O. (2014). Temperature, Human Health, and Adaptation: A Review of the Empirical Literature. *Energy Economics*, 46, 606-619.
- Di Napoli, C., Pappenberger, F., & Cloke, H. L. (2018). Assessing heat-related health risk in Europe via the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International journal of biometeorology*, 62, 1155-1165.
- Díaz-Poso, A., Lorenzo, N., & Royé, D. (2023). Spatio-Temporal Evolution of Heat Waves Severity and Expansion across the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Environmental Research*, 217, 114864. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114864>.
- Dirmeyer, P. A., Balsamo, G., Blyth, E. M., Morrison, R., & Cooper, H. M. (2021). Land- atmosphere interactions exacerbated the drought and heatwave over northern Europe during summer 2018. *AGU Advances*, 2(2), e2020AV000283.
- Dole, R., Hoerling, M., Perlwitz, J., Eischeid, J., Pegion, P., Zhang, T., Quan, X. W., Xu, T., & Murray, D. (2011). Was There A Basis for Anticipating The 2010 Russian Heat Wave?. *Geophysical Research Letters*, 38(6), L06702. <https://doi.org/10.1029/2010GL046582>.
- Dong, B., Sutton, R., Shaffrey, L., & Wilcox, L. (2016). 12. The 2015 European heat wave. *Explaining Extreme Events of 2015*, 97(12), 1.
- Döker, M.F., & Kaçmaz, M. (2018). Sakarya'nın Nüfus Özellikleri. C. İklim içinde, *Sakarya'nın Fiziki, Beşerî ve İktisadi Coğrafya Özellikleri* (s. 319-354). Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Efdal, K. (2023). Evaluation of bioclimatic comfort area with heat index: A case study of Kocaeli. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 8(1), 19-25.
- Emerton, R., Brimicombe, C., Magnusson, L., Roberts, C., Di Napoli, C., Cloke, H. L., & Pappenberger, F. (2022). Predicting the unprecedented: forecasting the June 2021 Pacific Northwest heatwave. *Weather*, 77(8), 272-279.
- Erdoğan, Z., Zeydan, Ö., & Sert, H. (2008). İklim Değişikliği ve Sağlık Üzerine Etkileri. *İ.Ü.F.N. Hem. Dergisi*, 16(61), 71-76.

- Erlat, E., & Avsar, E. (2020). Türkiye’de Mayıs 2020 Gözlenen Sıcak Hava Dalgasının Klimatolojik ve Sinoptik Değerlendirmesi. *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. *Theoretical and Applied Climatology*, 145(1), 137-157.
- Erlat, E., Türkeş, M., & Güler, H. (2022). Analysis of long- term trends and variations in extreme high air temperatures in May over Turkey and a record- breaking heatwave event of May 2020. *International Journal of Climatology*, 42(16), 9319-9343.
- Erturaç, M. K. (2018). Sakarya’nın Jeomorfolojik Özellikleri. C. İkiel içinde, *Sakarya’nın Fiziki, Beşerî ve İktisadi Coğrafya Özellikleri* (s. 127-151). Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Ezber, Y., Lutfi Sen, O., Kindap, T., & Karaca, M. (2007). Climatic Effects of Urbanization in Istanbul: A Statistical and Modeling Analysis. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 27(5), 667-679.
- Fernandez, L. S., Byard, D., Lin, C. C., Benson, S., & Barbera, J. A. (2002). Frail elderly as disaster victims: emergency management strategies. *Prehospital and Disaster Medicine*, 17(2), 67-74.
- Fineman, M. A. (2012). Elderly as vulnerable: rethinking the nature of individual and societal responsibility. *Elder LJ*, 20, 71.
- Fischer, E. M., & Schär, C. (2010). Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves. *Nature geoscience*, 3(6), 398-403.
- Founda, D., Katavoutas, G., Pierros, F., & Mihalopoulos, N. (2022). The extreme heat wave of summer 2021 in Athens (Greece): cumulative heat and exposure to heat stress. *Sustainability*, 14(13), 7766.
- Fujimoto, M., Hayashi, K., & Nishiura, H. (2023). Possible Adaptation Measures for Climate Change in Preventing Heatstroke among Older Adults in Japan. *Frontiers in Public Health*, 11.
- Ghatak, D., Zaitchik, B., Hain, C. et al. (2017). The role of local heating in the 2015 Indian Heat Wave. *Sci Rep* 7, 7707.
- Giannaros, C., Agathangelidis, I., Papavasileiou, G., Galanaki, E., Kotroni, V., Lagouvardos, K., ... & Matzarakis, A. (2023). The extreme heat wave of July–August 2021 in the Athens urban area (Greece): Atmospheric and human-biometeorological analysis exploiting ultra-high resolution numerical modeling and the local climate zone framework. *Science of The Total Environment*, 857, 159300.

- Guinaldo, T., Voldoire, A., Waldman, R., Saux Picart, S., & Roquet, H. (2023). Response of the sea surface temperature to heatwaves during the France 2022 meteorological summer. *Ocean Science*, 19(3), 629-647.
- Gulyás, Á., & Matzarakis, A. (2009). Seasonal and spatial distribution of physiologically equivalent temperature (PET) index in Hungary. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 113(3), 221-231.
- Güler, H., & Erhat, E. (2023). Türkiye’de 1950-2022 Döneminde Ortalama Hava Sıcaklıklarında Gözlenen Değişim ve Eğilimler. *Ege Coğrafya Dergisi*, 32 (1), 1-17.
- Gündoğdu, K. S., & Bantchina, B. B. (2018). Landsat Uydu Görüntülerinden NDVI Değer Dağılımının Parsel Bazlı Değerlendirilmesi, Uludağ Üniversitesi Fakültesi Çiftlik Arazisi Örneği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 45-53.
- Güneş, S., & Efe, B. (2022). Samsun İli için Sıcak Hava ve Soğuk Hava Dalgalarının Zamansal Analizleri. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(2), 359-367.
- Gürkan, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Şensoy, S., Ümrân, A., & Kömüşçü, Y. Ç. (2017, November). Projected trends in heat and cold waves under effect of climate change. In This 8th Atmospheric Sciences Symposium; ATMOS2017 built upon the series that began at Istanbul Technical University, Department of Meteorological Engineering in 1981. Subsequent meetings have been held in 1991; 2003; 2008; 2011; 2013 and 2015 in Istanbul, Turkey. And it is not just enough to produce scientific data for people but it is also necessary to process the data and share the results of those data as a source for students and a starting point for all.
- Hass, A. L., Ellis, K. N., Reyes Mason, L., Hathaway, J. M., & Howe, D. A. (2016). Heat and humidity in the city: neighborhood heat index variability in a mid-sized city in the southeastern United States. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(1), 117.
- Hatvani-Kovacs, G., Belusko, M., Pockett, J., & Boland, J. (2016). Can the excess heat factor indicate heatwave-related morbidity? A case study in Adelaide, South Australia. *EcoHealth*, 13, 100-110.
- Hayhoe, K., Sheridan, S., Kalkstein, L., & Greene, S. (2010). Climate Change, Heat Waves, and Mortality Projections for Chicago. *Journal of Great Lakes Research*, 36, 65-73.
- Heudorf, U., & Meyer, C. (2005). Health Effects of Extreme Heat-an Example of the Heat Wave and Mortality in Frankfurt am Main in August 2003. *Gesundheitswesen*, 67(5), 369-74.

- Hirsch, A. L., Ridder, N. N., Perkins- Kirkpatrick, S. E., & Ukkola, A. (2021). CMIP6 MultiModel Evaluation of Present- Day Heatwave Attributes. *Geophysical Research Letters*, 48(22), e2021GL095161.
- Huang, Y., Li, C., Liu, D. L., & Yang, J. (2023). Projection of Temperature-Related Mortality Among the Elderly Under Advanced Aging and Climate Change Scenario. *Climate and Atmospheric Science*, 6(1), 153.
- Ionita, M., Tallaksen, L. M., Kingston, D. G., Stagge, J. H., Laaha, G., Van Lanen, H. A., ... & Haslinger, K. (2017). The European 2015 drought from a climatological perspective. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(3), 1397-1419.
- Ibebuchi, C. C., & Abu, I. O. (2023). Characterization of temperature regimes in Western Europe, as regards the summer 2022 Western European heat wave. *Climate Dynamics*, 61(7), 3707-3720.
- IPCC. (2022a). The Sixth Assessment Report. The Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2022b). Annex II: Glossary [Möller, V., R. van Diemen, J.B.R. Matthews, C. Méndez, S. Semenov, J.S. Fuglestedt, A. Reisinger (eds.)]. İçinde, *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (s. 2897-2930). Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2897–2930, doi:10.1017/9781009325844.029.
- İkiel, C., & Ustaoglu, B. (2013). Sakarya Deltasının Doğu Kesiminde Kıyı Çizgisi Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Analizi. *Fiziki Coğrafya Araştırmaları Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, 5, 483-492.
- Jaagus, J., Rimkus, E., Briede, A., Sagris, V., Aasa, A., Kapilovaite, J., & Sepp, M. (2024). Long-term changes in heat wave parameters in the eastern Baltic region. *Theoretical and Applied Climatology*, 1-16.
- Jangi, M. R., Zarrin, A., Mofidi, A., & Dadashi-Roudbari, A. (2024). Intensifying heatwave trends in Iran based on observational data using excess heat factor (EHF). *Natural Hazards*, 120(2), 2073-2090.
- Javadinejad, S., Dara, R., & Jafary, F. (2020). Investigation of the Effect of Climate Change on Heat Waves. *Resources Environment and Information Engineering*, 2(1), 54-60.
- Jendritzky, G., Maarouf, A., Fiala, D., & Staiger, H. (2002, October). An update on the development of a Universal Thermal Climate Index. In 15th Conf. biomet. aerobiol. and 16th ICB02 (Vol. 27, pp. 129-133). Kansas City: AMS.

- Jiang, J., Liu, Y., Mao, J., & Wu, G. (2023). Extreme heatwave over Eastern China in summer 2022: the role of three oceans and local soil moisture feedback. *Environmental Research Letters*, 18(4), 044025.
- Jyoteeshkumar Reddy, P., Perkins- Kirkpatrick, S. E., & Sharples, J. J. (2021). Intensifying Australian heatwave trends and their sensitivity to observational data. *Earth's Future*, 9(4), e2020EF001924.
- Kavuncuoğlu, D., & Kiraz, E. D. E. (2022). Hastalık Yüküne Yeni Yük: İklim Değişikliğinin Sağlık Etkileri. *İklim ve Sağlık Dergisi*, 2(2), 22-30.
- Kaya, Ş., & Sertel, E. (2006). Uzaktan algılanmış verilerin semivariogram modeli. 1 *Uzak Algılama ve CBS Çalıştay ve Paneli*.
- Kaymaz, B., & İkiel, C. (2006). Geyve Pamukova Havzasında Arazi Degradasyonu. 1. *Uzaktan Algılama CBS Çalıştay ve Paneli (UZAL-CBS-2006)*, Kasım, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kenny, G. P., & Jay, O. (2013). Thermometry, Calorimetry, and Mean Body Temperature during Heat Stress. *Compr Physiol*, 3, 1689-1719.
- Kew, S. F., Philip, S. Y., Van Oldenborgh, G. J., van der Schrier, G., Otto, F. E., & Vautard, R. (2019). The exceptional summer heat wave in southern Europe 2017. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100, S49-S53.
- Khan, N., Shahid, S., Ismail, T., Ahmed, K., & Nawaz, N. (2019). Trends in heat wave related indices in Pakistan. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 33, 287-302.
- Kim, H., Ha, J. S., & Park, J. (2006). High temperature, heat index, and mortality in 6 major cities in South Korea. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 61(6), 265-270.
- Kinay, P., Morse, A.P., Villanueva, E.V., Morrissey, K., & Staddon, P.L. (2019). Direct and Indirect Health Impacts of Climate Change on the Vulnerable Elderly Population in East China. *Environmental Reviews*, 27(3), 295-303.
- Kolbüken, M., & Aytaç, A. S. (2020). Şanlıurfa İli'nde 2013-2015 Yılları Arasında Biyoklimatik Konfor Koşulları ile Doğal Ölüm Olayları Arasındaki İlişkinin Araştırılması. *International Journal Of Geography And Geography Education*, 1(41), 346-366.
- Kovats, R. S., & Hajat, S. (2008). Heat Stress and Public Health: A Critical Review. *Annu. Rev. Public Health*, 29, 41-55.
- Krivoruchko, K. (2012). Empirical, Bayesian Kriging: Implemented in ArcGIS Geostatistical Analyst ArcUser Magazine, Fall 2012, pp. 6-10, Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, <https://www.esri.com/about/newsroom/arcuser/>. Erişim Tarihi 10/10/2023.

- Krivoruchko, K., & Gribov, A., (2019). Evaluation of empirical Bayesian kriging. *SpatialStatistics*, 32, 100368.
- Krzyżewska, A., Wereski, S., & Demczuk, P. (2019). Biometeorological conditions during an extreme heatwave event in Poland in August 2015. *Weather*, 75(6), 183-189.
- Kum, G. (2017). Heat Waves in the City of Gaziantep in Turkey. *European Journal of Multidisciplinary Studies*, 2(6), 131-137.
- Kumar, P., Rai, A., Upadhyaya, A., & Chakraborty, A. (2022). Analysis of heat stress and heat wave in the four metropolitan cities of India in recent period. *Science of The Total Environment*, 818, 151788.
- Langlois, N., Herbst, J., Mason, K., Nairn, J., & Byard, R. W. (2013). Using the Excess Heat Factor (EHF) to Predict the Risk of Heat Related Deaths. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20(5), 408-411.
- Lanza, K., Alcazar, M., Hoelscher, D. M., & Kohl, H. W. (2021). Effects of trees, gardens, and nature trails on heat index and child health: design and methods of the Green Schoolyards Project. *BMC Public Health*, 21, 1-12.
- Larcom, S., She, P. W., & van Gevelt, T. (2019). The UK summer heatwave of 2018 and public concern over energy security. *Nature Climate Change*, 9(5), 370-373.
- Lee, K. L., Chan, Y. H., Lee, T. C., Goggins, W. B., & Chan, E. Y. (2016). The development of the Hong Kong Heat Index for enhancing the heat stress information service of the Hong Kong Observatory. *International Journal of Biometeorology*, 60, 1029-1039.
- Lemus-Canovas, M., Montesinos-Ciuró, E., Cearreta-Innocenti, T., Serrano-Notivoli, R., & Royé, D. (2024a). Attribution of the Unprecedented Heat Event of August 2023 in Barcelona (Spain) to Observed and Projected Global Warming. *Available at SSRN 4765148*.
- Lemus-Canovas, M., Insua-Costa, D., Trigo, R. M., & Miralles, D. G. (2024b). Record-shattering 2023 Spring heatwave in western Mediterranean amplified by long-term drought. *npj Climate and Atmospheric Science*, 7(1), 25.
- Lhotka, O., & Kyselý, J. (2022). The 2021 European heat wave in the context of past major heat waves. *Earth and Space Science*, 9(11), e2022EA002567.
- Libonati, R., Geirinhas, J. L., Silva, P. S., Russo, A., Rodrigues, J. A., Belém, L. B., ... & Trigo, R. M. (2022). Assessing the role of compound drought and heatwave events on unprecedented 2020 wildfires in the Pantanal. *Environmental Research Letters*, 17(1), 015005.
- Lin, H., Mo, R., & Vitart, F. (2022). The 2021 western North American heatwave and its subseasonal predictions. *Geophysical Research Letters*, 49(6), e2021GL097036.

- Liu, E., Dean, C. A., & Elder, K. T. (2023). The impact of COVID-19 on vulnerable populations. *Frontiers in Public Health*, 11, 1267723.
- Lobell, D. B., Bonfils, C. J., Kueppers, L. M., & Snyder, M. A. (2008). Irrigation cooling effect on temperature and heat index extremes. *Geophysical Research Letters*, 35(9), L09705. doi:10.1029/2008GL034145.
- Lorenzo, N., Díaz-Poso, A., & Royé, D. (2021). Heatwave intensity on the Iberian Peninsula: Future climate projections. *Atmospheric Research*, 258, 105655.
- Loughnan, M., Nicholls, N., & Tapper, N. J. (2012). Mapping heat health risks in urban areas. *International Journal of Population Research*, 2012, 518687..
- Lu, R., Xu, K., Chen, R., Chen, W., Li, F., & Lv, C. (2023). Heat Waves in Summer 2022 and Increasing Concern Regarding Heat Waves in General. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 16(1), 100290.
- Luber, G., & McGeehin, M. (2008). Climate Change and Extreme Heat Events. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5), 429-435.
- Lucarini, V., Melinda Galfi, V., Riboldi, J., & Messori, G. (2023). Typicality of the 2021 Western North America summer heatwave. *Environmental Research Letters*, 18(1), 015004.
- Lyon, B., Barnston, A. G., Coffel, E., & Horton, R. M. (2019). Projected increase in the spatial extent of contiguous US summer heat waves and associated attributes. *Environmental Research Letters*, 14(11), 114029.
- Ma, F., & Yuan, X. (2023). When will the unprecedented 2022 summer heat waves in Yangtze River basin become normal in a warming climate?. *Geophysical Research Letters*, 50(4), e2022GL101946.
- Malcheva, K., Bocheva, L., & Marinova, T. (2020). Mapping temperature and precipitation climate normals over Bulgaria by using ArcGIS Pro 2.4. *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology*, 23, 61-77.
- Marcotullio, P. J., Kessler, C., & Fekete, B. M. (2021). The Future Urban Heat-Wave Challenge in Africa: Exploratory Analysis. *Global Environmental Change*, 66, 102190.
- Marengo, J. A., Ambrizzi, T., Barreto, N., Cunha, A. P., Ramos, A. M., Skansi, M., ... & Salinas, R. (2022). The heat wave of October 2020 in central South America. *International Journal of Climatology*, 42(4), 2281-2298.
- Matzarakis, A., & Mayer, H. (2000). Atmospheric Conditions and Human Thermal Comfort in Urban Areas. 11th Seminar on Environmental Protection, "Environmental and Health", 20-23 November 2000, Thessaloniki, Greece, 155-166.

- McKinnon, K. A., & Simpson, I. R. (2022). How unexpected was the 2021 Pacific Northwest heatwave?. *Geophysical Research Letters*, 49(18), e2022GL100380.
- McMichael, A. J., Campbell-Lendrum, D. H., Corvalan, C. F., Ebi, K. L., Githeko, A. K., Scheraga, J. D. & Woodward, A. (2003). *Climate Change and Human Health: Risks and Responses*. World Health Organization.
- McMichael, A. J., & Lindgren, E. (2011). Climate Change: Present and Future Risks to Health, and Necessary Responses. *Journal of Internal Medicine*, 270(5), 401-413.
- Mecking, J. V., Drijfhout, S. S., Hirschi, J. J., & Blaker, A. T. (2019). Ocean and atmosphere influence on the 2015 European heatwave. *Environmental Research Letters*, 14(11), 114035.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2015). *2014 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2015). *Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2016). *2015 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2017). *2016 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2018). *2017 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2019). *2018 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2020). *2019 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2021). *2020 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2022). *2021 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2023). *2022 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2023). *Türkiye İçin İklim Projeksiyonları*. Erişim Adresi <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx?s=projeksiyonlar>. Erişim Tarihi 01/02/2024.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2024). *2023 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

- Mishra, V., Mukherjee, S., Kumar, R., & Stone, D. A. (2017). Heat wave exposure in India in current, 1.5 C, and 2.0 C worlds. *Environmental Research Letters*, 12(12), 124012.
- Nairn, J. R., & Fawcett, R. G. (2013). *Defining heatwaves: heatwave defined as a heat-impact event servicing all community and business sectors in Australia*. Centre for Australian Weather and Climate Research. Report No. 060.
- Nairn, J. R., & Fawcett, R. J. (2015). The Excess Heat Factor: A Metric For Heatwave Intensity and Its Use in Classifying Heatwave Severity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(1), 227-253.
- Nairn, J., & Fawcett, R. (2017). Heatwaves in Queensland. *Australian Journal of Emergency Management*, 32(1), 44-53.
- Nairn, J. R., Ostendorf, B., & Bi, P. (2018). Performance of Excess Heat Factor Severity as a Global Heatwave Health Impact Index. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2494. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112494>.
- Nairn, J. R., Moise, A., & Ostendorf, B. (2022). The Impact of Humidity on Australia's Operational Heatwave Services. *Climate Services*, 27, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2022.100315>.
- Ngcamu, B. S. (2023). Climate Change Effects on Vulnerable Populations in the Global South: A Systematic Review. *Natural Hazards*, 118, 977-991.
- Nissan, H., Burkart, K., Coughlan de Perez, E., Van Aalst, M., & Mason, S. (2017). Defining and predicting heat waves in Bangladesh. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 56(10), 2653-2670.
- Oertel, M., Pickl, M., Quinting, J.F., Hauser, S., Wandel, J., Magnusson, L., Balmaseda, M., Vitart, F., & Grams, C. M. (2023). Everything Hits at Once: How Remote Rainfall Matters for the Prediction of the 2021 North American Heat Wave. *Geophysical Research Letters*, 50(3), e2022GL100958. <https://doi.org/10.1029/2022GL100958>.
- Oliveira, A., Lopes, A., & Correia, E. (2022). Annual summaries dataset of Heatwaves in Europe, as defined by the Excess Heat Factor. *Data in Brief*, 44, 108511.
- Oliveira, A., Lopes, A., & Soares, A. (2022). Excess heat factor climatology, trends, and exposure across European functional urban areas. *Weather and Climate Extremes*, 36, 100455.
- Opitz-Stapleton, S., Sabbag, L., Hawley, K., Tran, P., Hoang, L., & Nguyen, P. H. (2016). Heat index trends and climate change implications for occupational heat exposure in Da Nang, Vietnam. *Climate Services*, 2, 41-51.

- Osman, M., Zaitchik, B. F., & Winstead, N. S. (2022). Cascading drought- heat dynamics during the 2021 Southwest United States heatwave. *Geophysical Research Letters*, 49(12), e2022GL099265.
- Oudin Åström, D., Åström, C., Forsberg, B., Vicedo-Cabrera, A. M., Gasparrini, A., Oudin, A., & Sundquist, K. (2020). Heat wave–related mortality in Sweden: A case-crossover study investigating effect modification by neighbourhood deprivation. *Scandinavian journal of public health*, 48(4), 428-435.
- Overland, J. E. (2021). Causes of the record-breaking Pacific Northwest heatwave, late June 2021. *Atmosphere*, 12(11), 1434.
- Overland, J. E., & Wang, M. (2021). The 2020 Siberian heat wave. *International Journal of Climatology*, 41, E2341-E2346.
- Ozturk, Y., Baltaci, H., & Akkoyunlu, B. O. (2023). The effects of heatwaves on hospital admissions in the Edirne province of Turkey: A cohort study. *Medicine*, 102(28), e34299.
- Paavola, J. (2017). Health Impacts of Climate Change and Health and Social Inequalities in the UK. *Environmental Health*, 16, 113. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2022.100315>.
- Park, S., Tuller, S. E., & Jo, M. (2014). Application of Universal Thermal Climate Index (UTCI) for microclimatic analysis in urban thermal environments. *Landscape and Urban Planning*, 125, 146-155.
- Pecelj, M., Matzarakis, A., Vujadinović, M., Radovanović, M., Vagić, N., Đurić, D., & Cvetkovic, M. (2021). Temporal analysis of urban-suburban PET, mPET and UTCI indices in Belgrade (Serbia). *Atmosphere*, 12(7), 916.
- Perkins, S. E., Alexander, L. V., & Nairn, J. R. (2012). Increasing Frequency, Intensity and Duration of Observed Global Heatwaves. *Geophysical Research Letters*, 39(20). L20714. <https://doi.org/10.1029/2012GL053361>.
- Perkins, S. E., & Alexander, L. V. (2013). On the Measurement of Heat Waves. *Journal of Climate*, 26, 4500-4517. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00383.1>.
- Perkins-Kirkpatrick, S. E., & Gibson, P. B. (2017). Changes in regional heatwave characteristics as a function of increasing global temperature. *Scientific Reports*, 7(1), 12256.
- Pezza, A. B., P. vanRensch, and W. Cai (2012), Severe heat waves in southern Australia: Synoptic climatology and large scale connections, *Clim. Dyn.*, 38, 209–224. doi:10.1007/s00382-011-1016-2.
- Philip, S. Y., Kew, S. F., Van Oldenborgh, G. J., Anslow, F. S., Seneviratne, S. I., Vautard, R., ... & Otto, F. E. (2021). Rapid attribution analysis of the extraordinary heatwave on the Pacific Coast of the US and Canada June 2021. *Earth System Dynamics Discussions*, 2021, 1-34.

- Piticar, A., Croitoru, A. E., Ciupertea, F. A., & Harpa, G. V. (2018). Recent changes in heat waves and cold waves detected based on excess heat factor and excess cold factor in Romania. *International Journal of Climatology*, 38(4), 1777-1793.
- Potchter, O., Cohen, P., Lin, T. P., & Matzarakis, A. (2018). Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Science of the Total Environment*, 631, 390-406.
- Qian, C., Ye, Y., Jiang, J., Zhong, Y., Zhang, Y., Pinto, I., ... & Wei, K. (2024). Rapid attribution of the record-breaking heatwave event in North China in June 2023 and future risks. *Environmental Research Letters*, 19(1), 014028.
- Quandt, S. A., Wiggins, M. F., Chen, H., Bischoff, W. E., & Arcury, T. A. (2013). Heat Index in Migrant Farmworker Housing: Implications for Rest and Recovery From Work-Related Heat Stress. *American Journal of Public Health*, 103(8), e24-e26.
- Ramamurthy, P., González, J., Ortiz, L., Arend, M., & Moshary, F. (2017). Impact of heatwave on a megacity: an observational analysis of New York City during July 2016. *Environmental Research Letters*, 12(5), 054011.
- Rhoades, J.L., Gruber, J.S., & Horton, B. (2018). Developing an In-Depth Understanding of Elderly Adult's Vulnerability to Climate Change. *The Gerontologist*, 58(3), 567-577.
- Ribeiro, K. F. A., Justi, A. C. A., Novais, J. W. Z., de Moura Santos, F. M., Nogueira, M. C. D. J. A., Miranda, S. A., & Marques, J. B. (2022). Calibration of the Physiological Equivalent Temperature (PET) index range for outside spaces in a tropical climate city. *Urban Climate*, 44, 101196.
- Rohini, P., Rajeevan, M., & Srivastava, A. K. (2016). On the variability and increasing trends of heat waves over India. *Scientific Reports*, 6(1), 1-9.
- Romps, D. M., & Lu, Y. C. (2022). Chronically underestimated: a reassessment of US heat waves using the extended heat index. *Environmental Research Letters*, 17(9), 094017.
- Royé, D., Codesido, R., Tobías, A., & Taracido, M. (2020). Heat wave intensity and daily mortality in four of the largest cities of Spain. *Environmental Research*, 182, 109027.
- Salinger, M. J., Renwick, J., Behrens, E., Mullan, A. B., Diamond, H. J., Sirguey, P., ... & Sutton, P. J. (2019). The unprecedented coupled ocean-atmosphere summer heatwave in the New Zealand region 2017/18: drivers, mechanisms and impacts. *Environmental Research Letters*, 14(4), 044023.
- Sanagar Darbani, E., Rafieian, M., Hanaee, T., & Monsefi Parapari, D. (2018). Climate Change Impact Assessment on Outdoor Thermal Comfort Changes Using Physiological Equivalent Temperature (PET) Index in Mashhad. *Geographical Researches*, 33(3), 38-57.

- Sánchez- Benítez, A., García- Herrera, R., Barriopedro, D., Sousa, P. M., & Trigo, R. M. (2018). June 2017: the earliest European summer mega- heatwave of Reanalysis Period. *Geophysical Research Letters*, 45(4), 1955-1962.
- Sauter, C., White, C. J., Fowler, H. J., & Westra, S. (2023). Temporally compounding heatwave–heavy rainfall events in Australia. *International Journal of Climatology*, 43(2), 1050-1061.
- Schär, C., Vidale, P. L., Luthi, D., Frei, C., Haberli, C., Liniger, M. A., & Appenzeller, C. (2004). The Role of Increasing Temperature Variability in European Summer Heatwaves. *Nature*, 427(6972), 332-336.
- Schramm, P. J. (2021). Heat-related emergency department visits during the northwestern heat wave—United States, June 2021. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 70.
- Schumacher, D. L., Hauser, M., & Seneviratne, S. I. (2022). Drivers and mechanisms of the 2021 Pacific Northwest heatwave. *Earth's Future*, 10(12), e2022EF002967.
- Seo, E., Lee, M. I., Schubert, S. D., Koster, R. D., & Kang, H. S. (2020). Investigation of the 2016 Eurasia heat wave as an event of the recent warming. *Environmental Research Letters*, 15(11), 114018.
- Silveira, I. H., Cortes, T. R., Bell, M. L., & Junger, W. L. (2023). Effects of Heat Waves on Cardiovascular and Respiratory Mortality in Rio de Janeiro, Brazil. *Plos One*, 18(3), e0283899. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283899>.
- Sinclair, V. A., Mikkola, J., Rantanen, M., & Räisänen, J. (2019). The summer 2018 heatwave in Finland. *Weather*, 74(11), 403-409.
- Souch, C., & Grimmond, C. S. B. (2004). Applied Climatology: ‘Heat Waves’. *Progress in Physical Geography*, 28(4), 599-606.
- Stefanon, M., D’Andrea, F., & Drobinski, P. (2012). Heatwave classification over Europe and the Mediterranean region. *Environmental Research Letters*, 7(1), 014023.
- Stone Jr, B., Mallen, E., Rajput, M., Gronlund, C. J., Broadbent, A. M., Krayenhoff, E. S., ... & Georgescu, M. (2021). Compound climate and infrastructure events: how electrical grid failure alters heat wave risk. *Environmental Science & Technology*, 55(10), 6957-6964.
- Sung, T. I., Wu, P. C., Lung, S. C., Lin, C. Y., Chen, M. J., & Su, H. J. (2013). Relationship between heat index and mortality of 6 major cities in Taiwan. *Science of the Total Environment*, 442, 275-281.
- Suparta, W., & Yatim, A. N. M. (2017, May). An analysis of heat wave trends using heat index in East Malaysia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 852, No. 1, p. 012005). IOP Publishing.

- Takemura, K., Sato, H., Ito, A., Umeda, T., Maeda, S., Hirai, M., ... & Nakamura, H. (2024). Preliminary diagnosis of primary factors for an unprecedented heatwave over Japan in 2023 summer. *SOLA*.
- Terray, L. (2023). A storyline approach to the June 2021 northwestern North American heatwave. *Geophysical Research Letters*, 50(5), e2022GL101640.
- Thompson, R., Landeg, O., Kar-Purkayastha, I., Hajat, S., Kovats, S., & O'connell, E. (2022). Heatwave mortality in summer 2020 in England: An observational study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 6123.
- Thompson, V., Kennedy-Asser, A. T., Vosper, E., Lo, Y. E., Huntingford, C., Andrews, O., ... & Mitchell, D. (2022). The 2021 western North America heat wave among the most extreme events ever recorded globally. *Science Advances*, 8(18), eabm6860.
- Tian, L., Lu, J., Li, YC, Bu, D., Liao, Y., & Wang, J. (2021). Temporal Characteristics of Urban Heat Island and its Response to Heat Waves and Energy Consumption in The Mountainous Chongqing, China. *Sustainable Cities and Society*, 75, 103260.
- Tobías, A., Royé, D., & Iñiguez, C. (2023). Heat-attributable mortality in the summer of 2022 in Spain. *Epidemiology*, 34(2), e5-e6.
- Tol, R. S. (2002). Estimates of the Damage Cost of Climate Change. Part I: Benchmark Estimates. *Environmental and Resource Economics*, 21, 42-73.
- Tolika, K., Maheras, P., & Tegoulas, I. (2009). Extreme Temperatures in Greece During 2007. Could This Be A Return to The Future?. *Geophys. Res. Lett.* 2009, 36.
- Torres-Gil, F., & Hofland, B. (2012). Vulnerable populations. In *Independent for life: Homes and neighborhoods for an aging America* (pp. 221-232). University of Texas Press.
- Tripathy, K. P., & Mishra, A. K. (2023). How unusual is the 2022 European compound drought and heatwave event?. *Geophysical Research Letters*, 50(15), e2023GL105453.
- Tseliou, A., Tsiros, I. X., Lykoudis, S., & Nikolopoulou, M. (2010). An evaluation of three biometeorological indices for human thermal comfort in urban outdoor areas under real climatic conditions. *Building and Environment*, 45(5), 1346-1352.
- Tumse, S., Bilgili, M., Sekertekin, A., Ünal, Ş., & Sahin, B. (2023). Comparison and evaluation of machine learning approaches for estimating heat index map in Türkiye. *Neural Computing and Applications*, 35(21), 15721-15742.
- Turkes, M. (2020). Climate and Drought in Turkey. In: Harmancioglu, N., Altinbilek, D. (eds) *Water Resources of Turkey*. World Water Resources, vol 2. Springer, Cham.

- Turoğlu, H. (2016). *Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları*, İstanbul: Çantay Kitapevi.
- TÜRKES, M. (2012). Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.
- Türkeş, M. (2022). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nin (IPCC) Yeni Yayımlanan İklim Değişikliğinin Etkileri, Uyum ve Etkilenebilirlik Raporu Bize Neler Söylüyor?. *Dirençlilik Dergisi*, 6(1), 197-207.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). *İstatistiklerle Yaşlılar*. Erişim Adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=İstatistiklerle-Yaslılar-2022-49667#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K%20Kurumsal&text=Ya%C5%9Fl%C4%B1%20n%C3%BCfus%20olarak%20kabul%20edilen,9%2C9'a%20y%C3%BCk%20seldi>. Erişim Tarihi 02/09/2023.
- United Nations, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP) (2022). *Climate Change and Population Ageing in the Asia-Pacific Region: Status, Challenges and Opportunities*. United Nations Publication. Erişim Adresi: https://www.unescap.org/sites/default/d8files/knowledge-products/Climate_Change_policy_paper_20220509.pdf. Erişim Tarihi 03/02/2024.
- United States Environmental Protection Agency. (2021). *Climate Change Indicators: Heat-Related Deaths*. Erişim Adresi: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-heat-related-deaths#ref10>. Erişim Tarihi 05/11/2023.
- Urban, A., Hanzlíková, H., Kyselý, J., & Plavcová, E. (2017). Impacts of the 2015 heat waves on mortality in the Czech Republic—A comparison with previous heat waves. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12), 1562.
- Ustaoglu, B. (2018). Sakarya’nın İklim Özellikleri. C. İkkel içinde, *Sakarya’nın Fiziki, Beşerî ve İktisadi Coğrafya Özellikleri* (s. 163-219). Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Ustaoglu, B., & Koç, D. E. (2018). Sakarya’nın Toprak Özellikleri. C. İkkel içinde, *Sakarya’nın Fiziki, Beşerî ve İktisadi Coğrafya Özellikleri* (s. 263-287). Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Van Oldenborgh, G. J., Philip, S., Kew, S., Vautard, R., Boucher, O., Otto, F., ... & van Aalst, M. (2019). Human contribution to the record-breaking June 2019 heat wave in France. *World Weather Attribution*.
- Varghese, B.M., Barnett, A.G., Hansen, A.L. et al. (2019). Characterising the Impact of Heatwaves on Work-Related Injuries and Illnesses in Three Australian Cities Using A Standard Heatwave Definition- Excess Heat Factor (EHF). *J Expo Sci Environ Epidemiol* 29, 821–830.

- Varghese, B.M., Hansen, A., Nitschke, M. et al. (2019). Heatwave and work-related injuries and illnesses in Adelaide, Australia: a case-crossover analysis using the Excess Heat Factor (EHF) as a universal heatwave index. *Int Arch Occup Environ Health* 92, 263–272.
- Vautard, R., van Aalst, M., Boucher, O., Drouin, A., Haustein, K., Kreienkamp, F., ... & Wehner, M. (2020). Human contribution to the record-breaking June and July 2019 heatwaves in Western Europe. *Environmental Research Letters*, 15(9), 094077.
- Vetter, A., Wigley, M., Käuferle, D., & Gartner, G. (2015, August). The automatic generalisation of building polygons with arcGIS standard tools based on the 1: 50,000 Swiss National Map Series. In *Proceedings of the 18th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Rio de Janeiro, Brazil* (Vol. 21).
- Walsh, J. E., Thoman, R. L., Bhatt, U. S., Bieniek, P. A., Brettschneider, B., Brubaker, M., ... & Partain, J. (2018). The high latitude marine heat wave of 2016 and its impacts on Alaska. *Bull. Am. Meteorol. Soc*, 99(1), 39-43.
- Wang, B., & Yi, Y. K. (2021). Developing an adapted UTCI (Universal Thermal Climate Index) for the elderly population in China's severe cold climate region. *Sustainable Cities and Society*, 69, 102813.
- Wang, C., Zheng, J., Lin, W., & Wang, Y. (2023). Unprecedented heatwave in western North America during late June of 2021: Roles of atmospheric circulation and global warming. *Advances in Atmospheric Sciences*, 40(1), 14-28.
- Wang, J., Yan, R., Wu, G., Liu, Y., Wang, M., Zeng, N., ... & Chen, J. M. (2023). Unprecedented decline in photosynthesis caused by summer 2022 record-breaking compound drought-heatwave over Yangtze River Basin. *Science Bulletin*, 68(19), 2160-2163.
- Wedler, M., Pinto, J. G., & Hochman, A. (2023). More Frequent, Persistent, and Deadly Heat Waves in the 21st Century over the Eastern Mediterranean. *Science of The Total Environment*, 870, 161883. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161883>.
- White, R. H., Anderson, S., Booth, J. F., Braich, G., Draeger, C., Fei, C., ... & West, G. (2023). The unprecedented Pacific northwest heatwave of June 2021. *Nature Communications*, 14(1), 727.
- Williams, S., Nitschke, M., Sullivan, T., Tucker, G. R., Weinstein, P., Pisaniello, D. L., ... & Bi, P. (2012). Heat and health in Adelaide, South Australia: assessment of heat thresholds and temperature relationships. *Science of the Total Environment*, 414, 126-133.
- Wondmagegn, B. Y., Xiang, J., Dear, K., Williams, S., Hansen, A., Pisaniello, D., ... & Bi, P. (2021). Impact of heatwave intensity using excess heat factor on emergency

department presentations and related healthcare costs in Adelaide, South Australia. *Science of The Total Environment*, 781, 146815.

World Meteorological Organization. (2018). *2017 Annual Report* (WMO-No. 1211). World Meteorological Organization. Erişim Adresi: <https://library.wmo.int/records/item/56127-2017-annual-report?offset=10>. Erişim Tarihi 10/04/2024.

World Meteorological Organization. (2019). *WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018* (WMO-No. 1223). World Meteorological Organization. Erişim Adresi: <https://library.wmo.int/records/item/56141-wmo-statement-on-the-state-of-the-global-climate-in-2018?offset=24>. Erişim Tarihi 10/04/2024.

World Meteorological Organization. (2021). *WMO State of the Global Climate in 2020* (WMO-No. 1264). World Meteorological Organization. Erişim Adresi: <https://library.wmo.int/records/item/56247-state-of-the-global-climate-2020>. Erişim Tarihi 10/04/2024.

World Meteorological Organization. (2022). *WMO State of the Global Climate in 2021* (WMO-No. 1290). World Meteorological Organization. Erişim Adresi: <https://library.wmo.int/records/item/56300-state-of-the-global-climate-2021>. Erişim Tarihi 10/04/2024.

World Meteorological Organization. (2023). *WMO State of the Global Climate in 2022* (WMO-No. 1316). World Meteorological Organization. Erişim Adresi: <https://library.wmo.int/records/item/66214-state-of-the-global-climate-2022>. Erişim Tarihi 10/04/2024.

World Meteorological Organization. (2024). *WMO State of the Global Climate in 2023* (WMO-No. 1347). World Meteorological Organization. Erişim Adresi: <https://library.wmo.int/records/item/68835-state-of-the-global-climate-2023>. Erişim Tarihi 10/04/2024.

Wu, T. & Li, Y. (2013). Spatial Interpolation of Temperature in the United States Using Residual Kriging. *Applied Geography*, 44, 112-120.

Xiao, H., Xu, P., & Wang, L. (2024). The Unprecedented 2023 North China heatwaves and their S2S predictability. *Geophysical Research Letters*, 51(6), e2023GL107642.

Xu, P., Wang, L., Liu, Y., Chen, W., & Huang, P. (2020). The record- breaking heat wave of June 2019 in Central Europe. *Atmospheric Science Letters*, 21(4), e964.

Xu, W., Yuan, W., Wu, D., Zhang, Y., Shen, R., Xia, X., ... & Liu, J. (2024). Impacts of record-breaking compound heatwave and drought events in 2022 China on vegetation growth. *Agricultural and Forest Meteorology*, 344, 109799.

Yao Y., Luo Y., Huang J., & Zhao Z. (2013). Comparison of Monthly Temperature Extremes Simulated by CMIP3 and CMIP5 Models. *Journal of Climate*, 26, 7692–7707.

- Yaprak, S., & Arslan, E. (2008). Kriging Yöntemi ve Geoit Yüksekliklerinin Enterpolasyonu. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 98, 36-42.
- Yenipinar, E., Kayhan, M. M., Çubukçu, E. A., Demir, V., & Sevimli, M. F. (2021). Türkiye'nin Uzun Dönem Yağış Miktarının IDW ve Kriging Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 3(2), 47-52.
- Yılmaz, M., Kara, Y., Çulpan, H. C., Can, G., & Toros, H. (2023). Detection and regional analysis of heatwave characteristics in İstanbul. *Sustainable Cities and Society*, 97, 104789.
- Yiğitbaş, E., Elmas, A., Sefunç, A., & Özer, N. (2004). Major Neotectonic Features of Eastern Marmara Region, Turkey: Development of the Adapazarı–Karasu Corridor And Its Tectonic Significance. *Geological Journal*, 39(2), 179-198.
- Yule, E. L., Hegerl, G., Schurer, A., & Hawkins, E. (2023). Using early extremes to place the 2022 UK heat waves into historical context. *Atmospheric Science Letters*, 24(7), e1159.
- 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(1), 100-117.
- Zahid, M., & Rasul, G. (2010). Rise in summer heat index over Pakistan. *Pakistan Journal of Meteorology*, 6(12), 85-96.
- Zare, S., Hasheminejad, N., Shirvan, H. E., Hemmatjo, R., Sarebanzadeh, K., & Ahmadi, S. (2018). Comparing Universal Thermal Climate Index (UTCI) with selected thermal indices/environmental parameters during 12 months of the year. *Weather and climate extremes*, 19, 49-57.
- Zhang, D., Chen, L., Yuan, Y., Zuo, J., & Ke, Z. (2023). Why was the heat wave in the Yangtze River valley abnormally intensified in late summer 2022?. *Environmental Research Letters*, 18(3), 034014.
- Zhou, C., Wang, K., Qi, D., & Tan, J. (2019). Attribution of a record-breaking heatwave event in summer 2017 over the Yangtze River delta. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100(1), S97-S103.
- Zhou, B., Hu, S., Peng, J., Li, D., Ma, L., Zheng, Z., & Feng, G. (2023). The extreme heat wave in China in August 2022 related to extreme northward movement of the eastern center of SAH. *Atmospheric Research*, 293, 106918.
- Zhu, W., & Yuan, C. (2023). Urban Heat Health Risk Assessment in Singapore to Support Resilient Urban Design-By Integrating Urban Heat and the Distribution of the Elderly Population. *Cities*, 132, 104103.
- Zimmerman, D.L., & Zimmerman, M. B. (1991). A comparison of spatial semivariogram estimators and corresponding ordinary kriging predictors. *Technometrics* 33(1), 77-91.

- Zottarelli, L. K., Sharif, H. O., Xu, X., & Sunil, T. S. (2021). Effects of social vulnerability and heat index on emergency medical service incidents in San Antonio, Texas, in 2018. *J Epidemiol Community Health*, 75(3), 271-276.
- Zschenderlein, P., Fragkoulidis, G., Fink, A. H., & Wirth, V. (2018). Large- scale Rossby wave and synoptic- scale dynamic analyses of the unusually late 2016 heatwave over Europe. *Weather*, 73(9), 275-283.



ÖZ GEÇMİŞ

Ad Soyad: Zehra Gündüz	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Sakarya Üniversitesi
Fakülte	Fen-Edebiyat Fakültesi
Bölümü	Coğrafya
Makale ve Bildiriler	
1. Koç, D.E. & Gündüz, Z. (2022). Marmara Adası’nda Jeomorfolojik Birimler ile Arazi Kullanımı Arasındaki İlişki- Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi- Vol.5 (9) - pp.1279 - DOI : https://doi.org/10.26677/TR1010.2022.1076 .	