

OSMANGAZİ BELEDİYESİ



OSMANGAZİ İLÇESİ 2022 YILI KENTSEL SERA GAZI EMİSYON ENVANTERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ANALİZİ



NİSAN 2025



OSMANGAZI
BELEDİYESİ

T.C.

Osmangazi Belediyesi

İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Müdürlüğü
İklim Değişikliği Yönetim Birimi

ÇALIŞMA YÖNETİCİSİ

Cem MAMATİ - Çevre Mühendisi

KATKI SAĞLAYANLAR

Muhammet YAZAR

Emre ŞENKAL

NİSAN 2025





Bütün ilerlemeler, insan fikrinin eseridir. Fikri harekete getirmek birinci işimiz olmalıdır. Bir kere millet benliğine hakim olsun ve düşünebilsin, yeter! Başlangıçta hatalı düşünse de, az zaman sonra bu hatayı düzeltebilir. Fikir bir kere faaliyete başladı mı, her şey yavaş yavaş düzene girer ve düzelir.

Gazi M. Kemal



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
GELECEĞE BAKIŞ MİSYON, VİZYON, DEĞERLER.....	2
ÇEVRE POLİTİKAMIZ.....	3
SİMGELER.....	4
KISALTMALAR.....	5
TANIMLAR.....	6
GİRİŞ.....	8
1. SERA GAZI EMİSYONLARININ VE AŞIRI İKLİM OLAYLARININ ÇEVREYE/ÇEŞİTLİ SEK- TÖRLERE OLAN ETKİSİ.....	11
1.1. Tarım, Gıda ve Hayvancılık Sektörü.....	11
1.2. Ulaşım Sektörü.....	11
1.3. Sanayi ve Üretim Sektörleri.....	12
1.4. Enerji Sektörü.....	12
1.5. Atık Sektörü.....	13
1.6. Halk Sağlığı.....	13
2. ULUSLARARASI VE ULUSAL POLİTİKA, STRATEJİ VE YASAL ÇERÇEVEYE GENEL BAKIŞ	14
2.1. İklim Değişikliğiyle Mücadelenin Önemi.....	14
2.2. Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü.....	15
2.3. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.....	16
2.4. Paris Anlaşması.....	17
3. DÜNYA’ DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ.....	19
3.1. Karbondioksit(CO ₂).....	19
3.2. Küresel Sıcaklık.....	24
3.3. Metan(CH ₄).....	25
3.4. Okyanus Isınması.....	27
3.4.1. Okyanus Isısı Neden Önemlidir ?.....	29
3.5. Buz Tabakaları.....	29
3.6. Deniz Seviyesi.....	30
3.7. Kuzey Kutup Deniz Buzunun Minimum Alanı.....	32
4. TÜRKİYE’ DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ.....	34
4.1. Sıcaklık Değerlendirmesi.....	34
4.2. Yağış Değerlendirmesi.....	36
4.3. Ekstrem Meteorolojik Olaylar.....	37
4.4. Kuraklık.....	38
4.5. Toprak Sıcaklığı.....	39
5. İLÇEMİZİN TARİHİ VE COĞRAFİ YAPISI.....	42
6. KLİMATOLOJİK ANALİZİ.....	43
6.1. 17116 Numaralı İstasyon Verileri.....	43
6.2. 17116 Numaralı İstasyon Eğilim Analizi.....	44
6.2.1. Sıcaklık.....	44
6.2.2. Yağış.....	44
6.3. 18741 Numaralı İstasyon Verileri.....	45
6.4. 18756 Numaralı İstasyon Verileri.....	46
6.5. 17676 Numaralı İstasyon Verileri.....	47
6.6. 17676 Numaralı İstasyon Eğilim Analizi.....	48



6.6.1. Sıcaklık.....	48
6.6.2. Yağış.....	48
6.7. 19915 Numaralı İstasyon Verileri.....	49
7.GÜNEŞ ENERJİSİ.....	50
8.İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MODELLENMESİ.....	51
9.İKLİM PROJEKSİYONLARI.....	52
9.1. Sıcaklık.....	52
9.2. Yağış.....	54
9.3. Analiz.....	56
10.İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KURAKLIK.....	57
10.1. SPEI-3 ve SPEI-12 Aylık Ölçeklerde HadGEM2-ES (RCP4.5) Projeksiyonunun Zamana Bağlı Değişimleri.....	58
10.2. SPEI-3 ve SPEI-12 Aylık Ölçeklerde Kurak Dönemler.....	58
11.KENTLER VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM.....	60
12. ETKİLENEBİLİRLİK, RİSK, KIRILGANLIK ANALİZİ VE METODOLOJİSİ.....	61
12.1. İklim Değişikliği Risk ve Etkilenebilirlik Analizi.....	77
12.2. Mevcut ve Gelecekte Beklenen Meteorolojik Ekstrem Olayların Analizi.....	79
13.TAŞKIN/SEL SU BASKINI TEHLİKE VE RİSK ANALİZİ.....	80
13.1. Osmangazi İlçesinde ve Yakın Çevresinde Gerçekleşen Sel ve Su Baskını Verileri.....	82
13.2. Taşkın/Sel Su Baskını Tehlike ve Risk Analizi.....	82
13.3. Taşkın Risk ve Tehlike Haritaları.....	82
13.4. Bursa İrap Raporuna Göre Sel/Taşkın, Kent İçi Su Baskınları Risklerini Azaltmak ve Afetlere Karşı Daha Dayanıklı Hale Gelebilmek Hususunda Güçlü ve Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler.....	119
14.RÜZGAR ENERJİSİ.....	121
15.KENTSEL ISI ADASI.....	122
15.1. Kentsel Isı Adaları Nasıl Oluşur?.....	123
15.2. Kentsel Isı Adalarının Olumsuz Etkileri.....	124
15.3. Yer Yüzey Sıcaklığı Analizi (LST).....	124
15.4. Sağlıklı Bitki Örtüsü Analizi(NDVI).....	126
15.5. Yapı Yoğunluğu Analizi.....	126
15.6. Kırılğanlık Analizi.....	129
16.İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BUHARLAŞMA.....	133
17.HAVA KALİTESİ.....	134
17.1. Hava.....	134
17.2. Hava Kirliliği.....	135
17.3. Yerel, Bölgesel ve Küresel Sorunlar.....	135
17.4. Hava Kirliliği Kaynakları.....	135
17.4.1. Doğal Kaynaklar.....	135
17.4.2. Yapay Kaynaklar.....	136
17.4.2.1. Isınma Kaynaklı Hava Kirliliği.....	136
17.4.2.2. Ulaşım Kaynaklı Hava Kirliliği.....	136
17.4.2.3. Endüstri Kaynaklı Hava Kirliliği.....	137
17.5. Kirlletici Parametreler ve Sağlığa Etkileri.....	137
17.6. Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı.....	138
17.7. Hava Kalitesi İndeksi.....	140



17.8. Partikül Madde (PM ₁₀).....	141
17.9. Kükürtdioksit (SO ₂).....	144
17.10. Bursa-Soğanlı Mahallesi Hava Kirliliği İzleme İstasyon Ölçülen Değerleri.....	147
17.11. Bursa-Kültür Park Hava Kirliliği İzleme İstasyon Ölçülen Değerleri.....	147
18.JEOTERMAL KAYNAKLAR.....	148
19.SERA GAZI ENVANTERİ HESAPLAMA METODOLOJİSİ.....	149
19.1. Envanter İlkeleri.....	149
19.2. Envanter Sınırları.....	150
19.2.1. Coğrafi (Jeopolitik) Sınır.....	150
19.2.2. Hesaplama ve Envanter Dönemi.....	151
19.3. Sera Gazları.....	151
19.3.1. Envantere Dahil Edilen Sera Gazları.....	151
19.4. Emisyon Kaynaklarının Belirlenmesi.....	152
19.5. Emisyon Kaynaklarının Kapsam Yönünden Sınıflandırılması.....	152
19.6. Emisyon Kaynaklarının Kapsamı ve Raporlama Seviyesi.....	153
19.7. Sera Gazı Emisyonlarının Hesaplanması.....	154
19.8. Veri Toplamada Aşamalar (Tier).....	155
19.9. Sabit Enerji.....	158
19.9.1. Konutlar (GPC I.1).....	158
19.9.2. Ticari ve Kurumsal (GPC I.2).....	163
19.9.3. Sanayi Tesisleri (GPC I.3).....	168
19.9.4. Enerji Tesisleri (GPC I.4).....	174
19.9.5. Tarım, Ormancılık ve Hayvancılık (GPC I.5).....	175
19.9.6. Tanımlanamayan Kaynaklar (GPC I.6).....	177
19.9.7. Kömür Madenciliğinde Oluşan Kaçak Emisyonlar (GPC I.7).....	177
19.9.8.Petrol/Doğalgaz Sistemleri Kaçak Emisyonları (GPC I.8).....	177
19.10. Ulaşım.....	180
19.10.1. Karayolu Ulaşımı (GPC II.1).....	180
19.10.2. Demiryolu Ulaşımı (GPC II.2).....	184
19.10.3. Denizyolu Ulaşımı (GPC II.3).....	185
19.10.4. Havayolu Ulaşımı (GPC II.4).....	186
19.10.5. Yol Dışı – Arazi (GPC II.5).....	186
19.11. Atık.....	188
19.11.1. Katı Atık.....	189
19.11.1.1. Katı Atık Bertarafı (GPC III.1).....	189
19.11.1.2. Katı Atıkların Biyolojik Olarak Arıtılması (GPC III.2).....	192
19.11.1.3. Atık Yakma (GPC III.3).....	192
19.11.1.4. Atıksu Arıtma ve Deşarj (GPC III.4).....	192
20.KONTROL VE ANALİZ.....	200
21.ENVANTER SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME.....	201
21.1. Envanter Özeti.....	201
21.2. Sera Gazı Envanteri Hesaplama Sonuçları-2022.....	202
KAYNAKÇA.....	203



Şekil Listesi

Şekil 1: Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Etkileri.....	9
Şekil 2: Sera Gazı Envanter Yönetimi.....	10
Şekil 3: Dünya'daki Karbondioksitin Zaman İçindeki Değişimi.....	20
Şekil 4: Dünya'da Gerçekleşen Fotosentez Olayı ile Atmosferdeki Karbondioksitin Zaman İçindeki Değişimi ..	22
Şekil: Dünya Yüzey Sıcaklıklarındaki Değişim, 1884'ten 2022'e.....	24
Şekil 6: Kuzey Kutup Deniz Buzunun Minimum Alanı, 1979'den 2022'e.....	33
Şekil 7: IPCC AR5 Yaklaşımına Göre Risk Bileşenleri (IPCC, 2014)	62
Şekil 8: Risk ve Uyum.....	63
Şekil 9: Risk Analizinde İzlenen Adımlar.....	64
Şekil 10: Şehirlerdeki Öğleden Sonraki Sıcaklıkların Yerleşim Alanlarına Göre Değişimi.....	123
Şekil 11: Su Döngüsü ve Buharlaşma.....	133
Şekil 12: GPC' ye Göre Şehir Emisyonlarında Emisyon Kaynakları.....	152
Şekil 13: GPC' ye Göre Şehir Emisyonlarında Kapsam.....	152
Şekil 14: GPC' ye Göre Şehir Emisyonları Kapsam İçeriği.....	153
Şekil 15: GPC' ye Göre Şehir Emisyonları Raporlama Kapsam İçeriği... ..	153
Şekil 16: Genel Sera Gazı Hesaplama Formülü.....	154
Şekil 17: Sera Gazı Envanter Raporlama Süreci.....	156
Şekil 18: Osmangazi İlçe Sınırlarından Çıkan Atıkların Kapsam Değerlendirmesi.....	188

Grafik Listesi

Grafik 1: Dünyada'ki Doğrudan CO ₂ (ppm) Ölçümler, 1958'den Günümüze.....	19
Grafik 2: Buzullardaki CO ₂ (ppm) Ölçümleri.....	20
Grafik 3: Dünya'da Mevsimler Boyunca Karbondioksitin Zaman İçindeki Değişimi... ..	21
Grafik 4: Dünyada'ki Doğrudan Sıcaklık Ölçümleri, 1958'den Günümüze.....	24
Grafik 5: Dünya'daki Atmosferik Metan Konsantrasyonu, 1984'den Günümüze.....	25
Grafik 6: 1010 Yılından Bu Yana Atmosferdeki Metan Konsantrasyonları.....	26
Grafik 7: 1955 'ten Beri Okyanus Isı İçeriği Değişimleri (NOAA).....	27
Grafik 8: 1992'den Beri Okyanus Isı İçeriği Değişiklikleri (NASA).....	28
Grafik 9: 2002'den Bu Yana Antarktika Kütle Değişimi.....	29
Grafik 10: 2002'den Beri Grönland Kütle Değişimi.....	30
Grafik 11: Deniz Seviyesi Uydu Gözlem Verileri, 1993'ten Günümüze.....	31
Grafik 12: Deniz Seviyesinin Değişimi, 1900'den 2018'e.....	31
Grafik 13: Kuzey Kutup Deniz Buzunun Yıllık Eylül Ayına Ait Minimum Alan Değişimi	32
Grafik 14: Türkiye Yıllık Ortalama Sıcaklık Farkları.....	34
Grafik 15: Türkiye Yıllık Ortalama Sıcaklık Sıralaması.....	34
Grafik 16: 2023 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklıkları Uzun Yıllar ve 2022 Yılı ile Kıyaslaması	36
Grafik 17: Türkiye Yıllık Alansal Yağış Sapması.....	36
Grafik 18: Türkiye Yıllık Toplam Ekstrem Olay Sayıları.....	37
Grafik 19: Türkiye 2022 Yılında Meteorolojik Ekstrem Olayların Oransal Dağılımı.....	37
Grafik 20: Türkiye 2023 Yılında Meteorolojik Ekstrem Olayların Oransal Dağılımı.....	38
Grafik 21: Aylık Ortalama 5 cm Toprak Sıcaklıkları Verisinin 2023 Aylık Ortalama Değerlerinin 2022 ve 1970-2023 Aylık Değerlerle Karşılaştırılması.....	39
Grafik 22: Aylık Ortalama 10 cm Toprak Sıcaklıkları Verisinin 2023 Aylık Ortalama Değerlerinin 2022 ve 1970-2023 Aylık Değerlerle Karşılaştırılması.....	40



Grafik 23: Aylık Ortalama 20 cm Toprak Sıcaklıkları Verisinin 2023 Aylık Ortalama Değerlerinin 2022 ve 1970-2023 Aylık Değerlerle Karşılaştırılması.....	41
Grafik 24: Aylık Ortalama 50 cm Toprak Sıcaklıkları Verisinin 2023 Aylık Ortalama Değerlerinin 2022 ve 1970-2023 Aylık Değerlerle Karşılaştırılması.....	41
Grafik 25: 17116 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı ...	43
Grafik 26: 17116 Numaralı İstasyon Yıllık Sıcaklık Anomalisi (1975- 2023).....	44
Grafik 27: 17116 Numaralı İstasyon Yıllık Yağış Anomalisi (1975-2023).....	44
Grafik 28: 18741 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı ...	45
Grafik 29: 18756 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı ...	46
Grafik 30: 17676 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı ...	47
Grafik 31: 17676 Numaralı İstasyon Yıllık Sıcaklık Anomalisi (1975- 2023).....	48
Grafik 32: 17676 Numaralı İstasyon Yıllık Yağış Anomalisi (1975-2023).....	48
Grafik 33: 19915 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı	49
Grafik 34: Osmangazi İlçesinin Ortalama Günlük Güneşlenme Süreleri (Saat).....	50
Grafik 35: Osmangazi İlçesi Global Radyasyon Değerleri (KWh/m ² -gün).....	50
Grafik 36: GFDL Modeli Yıllık Ortalama Sıcaklık Anomalisi.....	52
Grafik 37: Hadgem Modeli Yıllık Ortalama Sıcaklık Anomalisi.....	53
Grafik 38: MPI Modeli Yıllık Ortalama Sıcaklık Anomalisi.....	53
Grafik 39: GFDL Modeli Yıllık Toplam Yağış Anomalisi.....	54
Grafik 40: HADGEM Modeli Yıllık Toplam Yağış Anomalisi.....	54
Grafik 41: MPI Modeli Yıllık Toplam Yağış Anomalisi.....	55
Grafik 42: 17116-Bursa İstasyonu SPEI-3 Aylık Ölçeklerde Mevcut Gözlem (1971-2015) ve HadGEM2-ES (RCP4.5) Projeksiyonun Zamana Bağlı Değişimleri.....	58
Grafik 43: 17116-Bursa İstasyonu SPEI-12 Aylık Ölçeklerde Mevcut Gözlem (1971-2015) ve HadGEM2-ES (RCP4.5) Projeksiyonun Zamana Bağlı Değişimleri.....	59
Grafik 44: 2022 Yılında Bursa-Soğanlı Mahallesi İstasyonu PM ₁₀ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği....	141
Grafik 45: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Partikül Madde (PM ₁₀) Hava Kalitesi İndeks Grafiği.....	142
Grafik 46: 2023 Yılında Bursa-Soğanlı Mah. İstasyonu PM ₁₀ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği	143
Grafik 47: 2022 Yılında Bursa-Soğanlı Mah. İstasyonu SO ₂ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği	144
Grafik 48: 2022 Yılında Kültür Park İstasyonu SO ₂ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği	144
Grafik 49: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Kükürtdioksit (SO ₂) Hava Kalitesi İndeks Grafiği	145
Grafik 50: 2023 Yılında Bursa-Soğanlı Mah. İstasyonu SO ₂ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği	146
Grafik 51: 2023 Yılında Kültür Park İstasyonu SO ₂ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği	146
Grafik 52: 2022 Yılı Osmangazi İlçesi GPC Basic Dağılım Grafiği (ton CO ₂ e, %).....	202
Grafik 53: 2022 Yılı Osmangazi İlçesi GPC Basic Hesaplama Alt Kategori Dağılım Grafiği (%)	203



Tablo Listesi

Tablo 1: Temsili Konsantrasyon Rotası Senaryoları.....	51
Tablo 2: Kentlerde Beklenen Temel İklim Değişikliği Etkileri.....	61
Tablo 3: Risk ve Bileşenlerinin Kantillere göre Sınıflandırılmasında Kullanılan Eşik Değerler ve Sınıf Karşılıkları	65
Tablo 4: Bursa İstasyonunda Fevk (Olağanüstü Olay) Hadiseleri (MGM).....	66
Tablo 5: Osmangazi İklim Değişikliği Risk ve Etkilenebilirlik Analizi.....	77
Tablo 6: Mevcut ve Gelecekte Beklenen Meteorolojik Ekstrem Olayların Analizi.....	79
Tablo 7: Osmangazi İlçesinde ve Yakın Çevresinde Gerçekleşen Sel ve Su Baskını Verileri	82
Tablo 8: Bursa İlının 100 m Yükseklikte Rüzgarın Kapasite Faktörü (%), Güç Yoğunluğu ve Hızı Değerleri ...	122
Tablo 9: Osmangazi İlçesi Yapı Yoğunluğu A Bölgesi Analizi.....	129
Tablo 10: Osmangazi İlçesi Yapı Yoğunluğu B Bölgesi Analizi.....	129
Tablo 11: Osmangazi İlçesi Yapı Yoğunluğu C Bölgesi Analizi.....	130
Tablo 12: Kirletici Parametreler ve Sağlık Etkileri.....	138
Tablo 13: Ülkemiz, Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütünün Sınır Değerleri.....	139
Tablo 14: Ulusal Hava Kalitesi İndeksi.....	140
Tablo 15: Ulusal Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) Kesme Noktaları.....	140
Tablo 16: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Partikül Madde (PM ₁₀) Limit Aşım Sayıları	142
Tablo 17: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Partikül Madde (PM ₁₀) 24 Saatlik Hava Kalitesi İndeks Tablosu.....	143
Tablo 18: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Kükürtdioksit (SO ₂) Saatlik Hava Kalitesi İndeks Tablosu.....	145
Tablo 19: Osmangazi İlçesi Jeotermal Kaynaklar.....	149
Tablo 20: GPC Hesaplama Prensipleri.....	150
Tablo 21: Osmangazi İlçesi Genel Envanter Bilgileri.....	151
Tablo 22: Sera Gazları ve Küresel Isınma Potansiyelleri.....	152
Tablo 23: GPC Raporlama Kriterlerine Göre Kaynakların Belirtilmesine İlişkin Gösterimler	154
Tablo 24: Veri Kalitesi Değerlendirme.....	155
Tablo 25: Bio-Bozunur Organik Karbon (DOC).....	189
Tablo 26: Metan Üretim Potansiyeli, L ₀	190
Tablo 27: Depolama Sahasına Gönderilen Katı Atık İçin Metan Taahhüdü Tahmini.....	190
Tablo 28: Atık Muhtevalarının Ortalama Dağılımı.....	190
Tablo 29: Analiz ve Kontrol Süreçleri Açıklama, Uygulamaları.....	200
Tablo 30: 2022 yılı Osmangazi Sera Gazı Envanteri Özeti.....	201

Harita Listesi

Harita 1: Türkiye Uzun Yıllar (1991-2020) Ortalama Sıcaklık Haritası.....	35
Harita 2: Türkiye 2023 Yılı Ortalama Sıcaklık Haritası.....	35
Harita 3: 2023 Yılı Meteorolojik Kuraklık Haritası (SPI Yöntemi).....	38
Harita 4: Bursa İlının Yıllık Güneş Işırtımı Değerleri (KWh/m ² .y).....	50
Harita 5: Nilüfer Çayı, Ayvalı, Çağrısan, Bademli 2, Bademli 1 ve Yolçatı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50)....	83
Harita 6: Nilüfer Çayı, Ayvalı, Çağrısan, Bademli 2, Bademli 1 ve Yolçatı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100)..	84



Harita 7: Nilüfer Çayı, Ayvalı, Çağrısan, Bademli 2, Bademli 1 ve Yolçatı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500).....	85
Harita 8: Nilüfer Çayı, Kurtkaya, Ayazatma, Karaoğlan, Uluçak, Nilüfer İlçe İçi 1, Çukurtarla, Fidanlı ve Yayaca Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50).....	86
Harita 9: Nilüfer Çayı, Kurtkaya, Ayazatma, Karaoğlan, Uluçak, Nilüfer İlçe İçi 1, Çukurtarla, Fidanlı ve Yayaca Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100).....	87
Harita 10: Nilüfer Çayı, Kurtkaya, Ayazatma, Karaoğlan, Uluçak, Nilüfer İlçe İçi 1, Çukurtarla, Fidanlı ve Yayaca Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500).....	88
Harita 11: Nilüfer Çayı, Dürdane ve Kargalı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50).....	89
Harita 12: Nilüfer Çayı, Dürdane ve Kargalı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100).....	90
Harita 13: Nilüfer Çayı, Dürdane ve Kargalı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500).....	91
Harita 14: Dürdane, Burhan, Baş ve Taşlı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50).....	92
Harita 15: Dürdane, Burhan, Baş ve Taşlı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100).....	93
Harita 16: Dürdane, Burhan, Baş ve Taşlı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500).....	94
Harita 17: Nilüfer Çayı, Deliçay, Anakanal Bursaovası ve İsmetiye Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50)	95
Harita 18: Nilüfer Çayı, Deliçay, Anakanal Bursaovası ve İsmetiye Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100)	96
Harita 19: Nilüfer Çayı, Deliçay, Anakanal Bursaovası ve İsmetiye Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500)	97
Harita 20: Nilüfer Çayı, Gök, Cilimboz, Akçaalan, Karınca, Yeşil ve Osmangazi İlçe İçi Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50)	98
Harita 21: Nilüfer Çayı, Gök, Cilimboz, Akçaalan, Karınca, Yeşil ve Osmangazi İlçe İçi Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100).....	99
Harita 22: Nilüfer Çayı, Gök, Cilimboz, Akçaalan, Karınca, Yeşil ve Osmangazi İlçe İçi Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500).....	100
Harita 23: Nilüfer Çayı, Ayvalı, Çağrısan, Bademli 2, Bademli 1 ve Yolçatı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50) .	101
Harita 24: Nilüfer Çayı, Ayvalı, Çağrısan, Bademli 2, Bademli 1 ve Yolçatı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100)	102
Harita 25: Nilüfer Çayı, Ayvalı, Çağrısan, Bademli 2, Bademli 1 ve Yolçatı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500)	103
Harita 26: Nilüfer Çayı, Kurtkaya, Ayazatma, Karaoğlan, Uluçak, Nilüfer İlçe İçi 1, Çukurtarla, Fidanlı ve Yayaca Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50).....	104
Harita 27: Nilüfer Çayı, Kurtkaya, Ayazatma, Karaoğlan, Uluçak, Nilüfer İlçe İçi 1, Çukurtarla, Fidanlı ve Yayaca Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100).....	105
Harita 28: Nilüfer Çayı, Kurtkaya, Ayazatma, Karaoğlan, Uluçak, Nilüfer İlçe İçi 1, Çukurtarla, Fidanlı ve Yayaca Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500).....	106
Harita 29: Nilüfer Çayı, Dürdane ve Kargalı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50).....	107
Harita 30: Nilüfer Çayı, Dürdane ve Kargalı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100).....	108
Harita 31: Nilüfer Çayı, Dürdane ve Kargalı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500).....	109
Harita 32: Dürdane, Burhan, Baş ve Taşlı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q50).....	110
Harita 33: Dürdane, Burhan, Baş ve Taşlı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q100).....	111
Harita 34: Dürdane, Burhan, Baş ve Taşlı Deresi Taşkın Tehlike Haritası (Q500).....	112
Harita 35: Nilüfer Çayı, Anakanal Bursaovası, Deliçay ve İsmetiye Deresi Taşkın Risk Haritası (Q50)	113
Harita 36: Nilüfer Çayı, Anakanal Bursaovası, Deliçay ve İsmetiye Deresi Taşkın Risk Haritası (Q100)	114
Harita 37: Nilüfer Çayı, Anakanal Bursaovası, Deliçay ve İsmetiye Deresi Taşkın Risk Haritası (Q500)	115



Harita 38: Nilüfer Çayı, Gök, Cilimboz, Akçaalan, Karınca, Yeşil ve Osmangazi İlçeî Deresi Taşkın Risk Haritası (Q50).....	116
Harita 39: Nilüfer Çayı, Gök, Cilimboz, Akçaalan, Karınca, Yeşil ve Osmangazi İlçeî Deresi Taşkın Risk Haritası (Q100).....	117
Harita 40: Nilüfer Çayı, Gök, Cilimboz, Akçaalan, Karınca, Yeşil ve Osmangazi İlçeî Deresi Taşkın Risk Haritası (Q500).....	118
Harita 41: Bursa İlinin 100 m Yükseklikte Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı Dağılımı.....	121
Harita 42: Bursa İlinin 100 m Yükseklikte Yıllık Ortalama Rüzgar Güç Yoğunluğu Dağılımı	121
Harita 43: Bursa İlinin 100 m Yükseklikte Kapasite Faktörü Dağılımı.....	122
Harita 44: Osmangazi İlçesi Yeryüzü Sıcaklığı Analizi.....	125
Harita 45: Osmangazi İlçesi Sağlıklı Bitki Örtüsü İndeksi Analizi.....	127
Harita 46: Osmangazi İlçesi Yapı Yoğunluğu Analizi.....	128
Harita 47: Osmangazi İlçesi Kırılgnlık Bölgelemesi.....	132
Harita 48: Bursa İlinde Bulunan Hava Kirliliği Ölçüm Cihazlarının Yerleri... ..	139





“ Bu çalışma, yaşadığımız dünyaya duyduğumuz sorumluluğun bir yansıması olarak görülebilir. ”



İklim krizi artık uzaklarda yaşanan, yalnızca haberlerde karşımıza çıkan bir sorun değil. Artık tam olarak yanı başımızda, soluduğumuz havada, içtiğimiz suda... Nilüfer Çayı'nın yıllar içinde nasıl siyahıya döndüğünü gördüğümüzde, Marmara Denizi'nin yüzeyini kaplayan müsilajla karşılaştığımızda, doğanın artık dayanamadığını anlıyoruz.

İklim değişikliği, Bursa'da da, Osmangazi'de de, Marmara'nın derinliklerinde de kendini gösteriyor. Artık doğanın fısıltısı değil, çığlığı duyuluyor. Ve bizler, bu çığlığı duymak, anlamak ve ona yanıt vermek zorundayız.

Bu bilinçle, Osmangazi Belediyesi olarak çevresel sorumluluğumuzu büyük bir ciddiyetle ele alıyor; geleceğe yönelik adımlarımızı, doğayla uyumlu ve sürdürülebilir bir kent modeli hedefiyle atıyoruz.

İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Müdürlüğümüz bünyesinde yürütülen çalışmalarla hazırlanan Osmangazi İlçesi Kentsel Sera Gazı Emisyon Envanteri ve İklim Değişikliği Analizi; ulaşım, sanayi, ticaret ve günlük yaşamdan kaynaklanan faaliyetlerin iklim üzerindeki etkilerini somut ve sayısal verilerle ortaya koymakta. Elde edilen veriler doğrultusunda, başta enerji yönetimi olmak üzere birçok alanda sera gazı salımını azaltmaya yönelik stratejik adımlar atılmaya başlanmıştır.

Bu çalışma, yaşadığımız dünyaya duyduğumuz sorumluluğun bir yansıması olarak görülebilir. Çünkü mesele sadece sıcaklık artışı ya da buzulların erimesinden çok; çocuğumuzun temiz bir suya ulaşabilmesi, çiftçinin toprağını verimli tutabilmesi, nefes aldığımız havanın sağlığınıza zarar vermemesi.

Yaşanabilir bir kent, temiz bir çevre ve yeşil bir gelecek hedefiyle çevre bilincini artırmaya ve doğayla uyumlu bir yaşam kültürü inşa etmeye kararlıyız. Unutmayalım: Yarınların umudu bugünün vicdanına emanet. Bu önemli çalışmada emeği geçen tüm ekip arkadaşlarıma ve katkı sunan herkese teşekkür ediyorum.

Erkan AYDIN
Osmangazi Belediye Başkanı



GELECEĞE BAKIŞ



MİSYON

Tarihi ve kültürel mirası koruyarak süregelen etkin hizmetlerin; erişilebilir, adil, şeffaf, katılımcı, çevreye duyarlı ve insan odaklı yerel yönetim anlayışı ile sürdürülebilirliğini sağlamak.



VİZYON

Katılımcı hizmet anlayışı ve ortak akılla yönetilen, yenilikçi, ulaşılabilir, dirençli ve dinamik bir belediye olmak.



DEĞERLER

- Erişilebilirlik
- Çağdaş Belediyecilik
- Kaynakların Etkin ve Verimli Kullanımı
- Teknolojiye, Gelişime ve Değişime Açık Olmak
- Ortak Akıl
- Sürdürülebilir Kent
- Sosyal Belediyecilik
- Doğaya ve Çevreye Duyarlı
- Tarihi ve Kültürel Değerlere Bağlı
- Şeffaflık ve Hesap Verilebilirlik



ÇEVRE POLİTİKAMIZ

İlçe sınırları içerisinde, gelecek kuşaklara mirasımız olan çevreyi ve sahip olduğumuz doğal kaynakları koruyarak, sürdürülebilir kalkınma için belirlenen politikaların uygulanmasını hedefleyen Osmangazi Belediyesi;

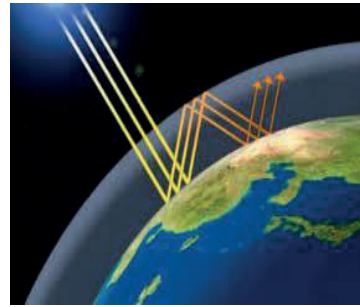
- * Çevreyle ilgili tüm ulusal ve uluslararası yasal düzenleme ve şartlara uyum sağlamayı,
- * Toplumun yaşam kalitesini yükseltmek için Çevre Yönetim Sistemi'ni geliştirmeyi ve sürekli iyileştirilmesini sağlamayı,
- * Çevre kirliliğinin oluşumunu önleyerek, doğal kaynakları israf etmeden etkin ve verimli kullanarak temiz ve yaşanabilir bir çevre meydana getirmeyi,
- * Kurum, kuruluş ve vatandaşlarımızın atıkların kaynağında azaltılması bilinci ile hareket etmelerini sağlamayı ve oluşan atıklara uygun geri dönüşüm/bertaraf etme yöntemlerini uygulamayı,
- * Kurum karbon ayak izi değerini düşürmeye yönelik aksiyonlar belirlemeyi,
- * İlçemiz sınırları dahilinde çevre kirliliğinin oluşumunu engellemeyi ve bununla ilgili yöntemler geliştirmeyi,
- * Belirlenen çevre politikalarına kurum çalışanlarının ve toplumun tüm kesimlerinin katılımını sağlayarak, bu konuda eğitim faaliyetleri düzenlemeyi kamuoyuna taahhüt ve ilan eder.

Bu politikanın sürdürülmesi, öncelikle Osmangazi Belediyesi Üst Yönetimi ve belediye faaliyetleri kapsamında görev alan herkesin sorumluluğundadır.



SİMGELER

dk	: Dakika
d	: Yoğunluk
OF	: Oksidasyon Faktörü
Kİ	: Karbon İçeriği
N₂O	: Nitröz Asit/Diazot Oksit
NH₄	: Metan
SF₆	: Sülfür Hekzaflorid
CO₂	: Karbondioksit
CO₂-e	: Eşdeğer Karbondioksit
ha	: Hektar
Gg	: Gigagram
km	: Kilometre
km²	: Kilometrekare
kWh	: Kilovat saat
lt	: Litre
CH₄	: Metan
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
O₂	: Oksijen
sa	: Saat
s	: Saniye
°C	: Santigrat Derece
Sm³	: Standart Metreküp
Nm³	: Normal Metreküp
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TJ	: Ton Joule/Terajoule
%	: Yüzde
CFC	: Kloroflorokarbon
kW	: Kilovat
MW	: Megavat
PFC_s	: Perfluorokarbonlar
CFC_s	: Kloroflorokarbonlar
HCFC_s	: Hidrokloroflorokarbonlar
HFC_s	: Hidroflorokarbonlar



KISALTMALAR

BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
KIP	: Küresel Isınma Potansiyeli
EF	: Emisyon Faktörü
GHG	: Green House Gas (Sera Gazı)
GWP	: Global Warming Potential (Küresel Isınma Katsayısı)
NKD	: Net Kalorifik Değer
DSİ	: Devlet Su İşleri
OF	: Oksidasyon Faktörü
SGE	: Sera Gazı Emisyonu
LPG	: Liquid Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış petrol gazı)
AB	: Avrupa Birliği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
COP	: Conference of Parties (Taraflar Konferansı)
UN	: Birleşmiş Milletler
UNDP	: United Nations Development Programme (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı)
UNEP	: United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
KP	: Kyoto Protokolü
WMO	: World Meteorologic Organization (Dünya Meteoroloji Örgütü)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Örgütü)
IEAP	: Uluslararası Yerel Yönetimler Sera Gazı Salımlarının Analizi Protokolü
UEDAŞ	: Uludağ Elektrik ve Dağıtım Anonim Şirketi
BURSAGAZ	: Bursa Şehir İçi Doğalgaz Dağıtım Ticaret ve Taahhüt A.Ş.
IPCC AR6	: IPCC Sixth Assessment Report (IPCC Altıncı Değerlendirme Raporu)
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
NDC	: Ulusal Katkı Beyanı
IRAP	: İl Afet Risk Azaltma Planı
GPC	: Topluluk Ölçekli Sera Gazı Emisyon Envanteri için Global Protokol (Global Protocol for Community –Scale Greenhouse Gas Emissions Inventories)
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
STK	: Sivil Toplum Kuruluşları
NOAA	: İklim Araştırma Birimi ve Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi
EMIT	: Dünya Yüzeyi Mineral Toz Kaynağı Araştırması Aracı
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi

TANIMLAR

Karbondioksit eşdeğeri (CO₂e) : Altı sera gazının küresel ısınma potansiyellerinin (GWP) bir birim karbondioksitin sera gazı potansiyeli ile ifade edilmesi ile elde edilen uluslararası birim. Farklı sera gazlarının emisyonlarının (veya emisyonlarının azaltılmasının) değerlendirilmesinde ortak bir payda oluşturmak için kullanılır. Bir sera gazının ısıma kuvvetinin CO₂'nin ısıma kuvveti ile karşılaştırılması için kullanılan birim. Not – Karbondioksit eş değeri, verilen sera gazının kütlesi ve onun küresel ısınmaya etki potansiyelinin çarpımıyla elde edilir.

Emisyon faktörü : Sera gazı emisyonlarının bir birimlik faaliyet verisi (Örnek: ton cinsinden tüketilen yakıt) ve nihai sera gazı emisyonlarından hesaplanmasını sağlayan bir faktör.

Hidroflorokarbon : Hidroflorokarbonlar (HFC_s), hidrokarbonların hidrojen atomlarının kısmi değişim vasıtasıyla flor ile yer değiştirmesi sonucu ortaya çıkarlar. Hidroflorokarbonlar sera gazlarıdır.

Diazot monoksit : Diazot monoksit (N₂O), yaygın olarak “gülme gazı” diye bilinir. Bir sera gazıdır.

Perflorokarbon : Perflorokarbonlar (PFC_s) hidrokarbonların hidrojen atomlarının değişim vasıtasıyla flor ile yer değiştirmesi sonucu ortaya çıkarlar. Perflorokarbonlar sera gazlarıdır.

İşinimsal zorlama : Farklı özelliklerinden dolayı sera gazlarının küresel ısınmaya katkıları farklılık göstermektedir. Bilimsel yayınlarda bir sera gazının etkisi işinimsal zorlama diye adlandırılır.

Kentsel Isı Adası Etkisi: Kent ısı adası, kentleşme nedeniyle arazinin yüzey enerji dengesinin değişmesi ve kentleşen bölgede yer yüzeyinin daha fazla ısı enerjisi tutmasıdır.

Sera gazı : Sera gazları Kyoto Protokolü'nde listelenen altı gazdır. Yeryüzü, atmosfer ve bulutlar tarafından salınan, kızılötesi ısıma spektrum aralığında belirli dalga boylarındaki ışımayı soğuran ve salınmasını sağlayan, atmosferin hem doğal hem de antropojenik gaz bileşeni ;

1. Karbon Dioksit (CO₂)
2. Metan (CH₄)
3. Diazot Oksit (N₂O)
4. Hidroflorokarbonlar (HFC'ler)
5. Perflorokarbonlar (PFC'ler)
6. Sülfür Hegzaflorid (SF₆)

Sera gazı kaynağı : Bir sera gazını atmosfere salan proses.

Sera gazı emisyonu : Bir sera gazının atmosfere salınması.

İklimsel Kırılganlık: Bir kişinin, topluluğun veya altyapı sisteminin gelecekteki iklim tehlikelerine maruz kalma derecesidir.



İklim anomalisi : Meteorolojik faktörlerin, o enlemler ve dönem için geçerli olan ortalamalardan sapması, farklılık göstermesi.

Ulusal katkı beyanları : Her ülkenin kendi koşullarına göre ve gönüllü olarak belirlediği ulusal emisyonları azaltma ve iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlama çabalarını somutlaştıran bildirimlerdir.

Küresel ısınma potansiyeli (KIP) : Günümüz atmosferinde, belirli bir zaman diliminde (**100 yıllık ortalama**), belirli bir sera gazının birim ağırlığının anlık emisyonunu takiben karbondioksit göre ısıtma gücünü (atmosfere zarar derecesi) ölçümleyen ve sera gazlarının ısıtma özelliklerini esas alan gösterge.

Not – Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli tarafından belirlenen küresel ısınmaya etki potansiyelleri rapor içerisinde yer verilmiştir.

Sera gazı faaliyet verileri : Bir sera gazı emisyonu veya sera gazı uzaklaştırması ile sonuçlanan faaliyetin kantitatif (nicel) ölçüsü.

Not – Tüketilen enerji, yakıt veya elektrik miktarı, tüketilen malzeme veya hizmet alımları sera gazı emisyonu faaliyet verilerine örnek olarak verilebilir.

Temel(Baz) yıl : Sera gazı emisyonlarının veya uzaklaştırmalarının veya sera gazına ilişkin diğer bilgilerin zamana bağlı kıyaslanması için belirlenen geçmişteki bir dönem. Bu prosedür kapsamında yürütülen çalışmalar için alınan temel yıl 2022 yılını ifade etmektedir.

Coğrafi Sınır: Yerel yönetim faaliyetlerinin yer aldığı ve yerel yönetimin yetkisi altında bulunan fiziki alan.

Mevcut Durum Senaryosu: Hiçbir ilave önlem alınmadığı, mevcut durumda bir değişiklik olmadığı takdirde görülmesi beklenen gelecek eğilimleri.



GİRİŞ

İklim değişikliği uzun vadede, başta vatandaşlar olmak üzere devletler ve sanayicilerin karşılaşılabileceği en büyük zorlukların başında gelmektedir. Bu açıdan bakıldığında doğal sistem üzerinde etkisi bulunan iklim değişikliğinin kaynak kullanımına, üretime ve ekonomik faaliyetlerde olumsuzluklara yol açması muhtemeldir.(Fidanoğlu, 2024, s.41)

Dünyada sera gazı salınımını azaltmak için önemli sözleşmeler ve protokoller bulunmaktadır. Bu protokoller ve sözleşmeler sera gazının azaltılması yönünde yaptırımlar içermektedir. Bu çalışmalara altlık oluşturması ve ilk olması nedeniyle Montreal Protokolü, sera gazını azaltılması için atılmış önemli bir adımdır.(Demirtürk, 2021, s.1086) Bu antlaşmalar ve protokoller yanında sera gazı emisyonları hesaplanması, izlenmesi ve raporlanması gibi ulusal ve yerel ölçekli çalışmalar bulunmaktadır.

Karbondiyoksit (CO₂), metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O) ve florlu gazlardan oluşan sera gazlarının, kentleşme, fosil yakıt kullanımı, orman alanlarının ve yutakların tahrip edilmesi, sanayileşme gibi faaliyetler sonucunda atmosferde gözlenen artışa sebep olmuştur. (Kanat&Keskin, 2018, s.67) Bunların sonucunda ise günümüzde iklim değişikliğinin küresel boyutta etkileri görülmektedir.

İklim değişikliğine sebep iki ana etkenden söz etmek mümkündür. Bunların ilki Dünya'nın yörüngesindeki hareketlerinden kaynaklı kaymalar, yerküreyi oluşturan levhaların birbirini itmesi sonucunda dağların ve yükseltilerin oluşması güneş lekelerinde artmalar ve azalmalar volkan patlamaları sonucunda atmosfer bileşen oranlarında değişimlere bağlı iklimsel değişiklikler doğal yollarla olan değişikliklerdir. İkincisi ise Sanayi Devrimi ve sonrasında insan nüfusunun artması aşırı karbondiyoksit salınımı antropojenik etkiler sonucunda oluşan iklim değişikliğidir.(Büyükşahin, 2018, s.13-14) Bütün bunların sonucunda hayatımıza "İklim Değişikliği" iklimin değişmesi gibi bir kavram girmiştir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği, modern çağın en ciddi çevresel tehditlerinden biri olmuştur. İnsanlık, bu sorunun doğal bir sonucu olarak hızla değişen iklim koşullarına adapte olmaya çalışmakta, ciddi ekonomik, sosyal ve ekolojik zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle Akdeniz Havzası, dünyanın diğer bölgelerine kıyasla daha yüksek risk taşıyan bir bölge olarak ön planda yer almaktadır.



Doğal nedenlerden oluşabilen küresel ısınma insan faaliyetlerinden kaynaklı sebeplerle de daha da hızlanmıştır. Bu faaliyetler sebebiyle atmosfere salınan bazı gazlar, atmosferde düşük oranlarda bulunmalarına rağmen önemli oranda ısı tutma işlevi görerek sera etkisini arttırmaktadır.(Şekil.1)



Şekil.1: Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Etkileri

İlçe sınırları içinde iklim değişikliğinin etkileri değerlendirilmiş, sera gazı salımına sebep olan faaliyetler detaylı olarak analiz edilmiştir. Bu analiz kapsamında, hangi faaliyetlerin sera gazı salımına neden olduğu tespit edilmiş ve bu faaliyetlerin atmosferde ne kadar sera gazı salımına yol açtığı sayısal verilere dökülmüştür. Tüm bu çalışmalar, uluslararası standartlar ve protokollere uyumlu bir şekilde gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar "**Osmangazi İlçesi Kentsel Sera Gazı Emisyon Envanteri ve İklim Değişikliği Analizi**" adı altında rapor haline getirilmiştir. Bu rapor, sera gazı salım miktarlarını belgelemek ve çözüm odaklı stratejiler geliştirilmesine temel oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır.

Envanter raporu, Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Müdürlüğü, İklim Değişikliği Yönetim Birimi tarafından hazırlanmıştır.

Sera Gazı Envanter Raporu'nun hazırlanmasında aşağıdaki kılavuzlar temel alınmıştır;

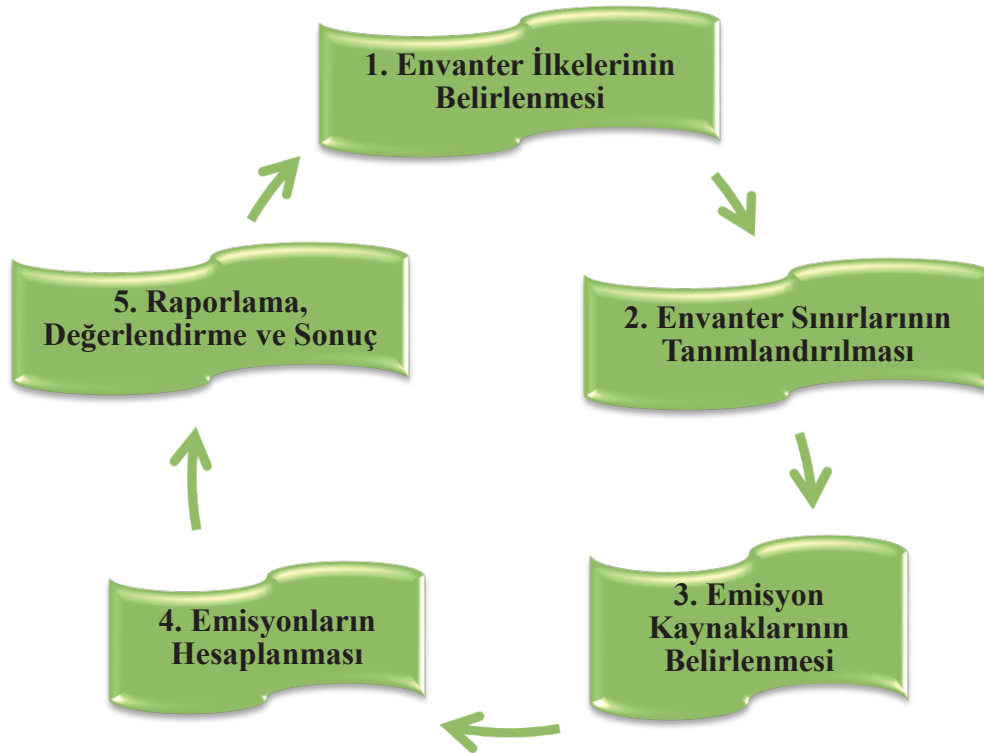
- **IPCC** : Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panel Raporu
- **GPC** : Kentsel Ölçekte Sera Gazı Envanteri Hazırlanması için Küresel Protokol kapsamında tanımlanan yöntemler, format ve ilkeler temel alınmıştır.

Osmangazi İlçesi Kentsel Sera Gazı Emisyon Envanteri ve İklim Değişikliği Analizi Amacı:

- İlçemizdeki faaliyetlerin iklim değişikliği üzerindeki etkilerini tespit etmek ve bu etkiyi azaltmak amacıyla yapılabilecek çalışmaları planlamak,
- İlçemiz için uluslararası anlaşmalar/politikalar ve uygulanabilir standartlar ile uyumlu, sürdürülebilir ve uygulanabilir bir yol haritası ortaya konması ve ilgili karbon azaltım politika ve stratejilerinin karşılanması yolunda **ilk adımın** atılması hedeflenmektedir,
- Sera Gazı Emisyonlarının kaynak ve miktarlarını belirleyerek, azaltım hedeflerine odaklanmak,
- Vatandaşlarca anlaşılabilir ve karşılaştırılabilir bir metod ortaya koyabilmek.

Hazırlanan bu rapor, ilçemiz için hazırlanması planlanan İklim Değişikliği çalışmaları için önemli bir altlık görevi görecektir. Hesaplanan kent emisyonları, emisyonların azaltımında odaklanılması gereken kısımları da ortaya koyacaktır. Hazırlanacak eylem planında belirlenecek hedef yıla göre, bu envanter sonuçları gelecek yıllar için güncellenebilir. Bu raporun hazırlanması için gerekli faaliyet verilerinin tespiti için ilgili kurum ve kuruluşlar ile yazılı veya sözlü iletişim kurularak, ölçülen ve doğrulanan verilerin elde edilmesine çalışılmıştır. Emisyon Faktörleri için **IPCC** ve **DEFRA** kılavuzlarında tanımlanan faktörler kullanılmıştır.

Osmangazi İlçesi Kentsel Sera Gazı Envanteri, **GPC - BASIC** (Global Protocol For Community - Scale GreenHouse Gas Inventory) raporlama ilke ve metodolojisine göre hazırlanmış olup, **Sabit Enerji, Ulaşım, Atık sektörü** emisyonlarını kapsamaktadır. Osmangazi İlçesi Kentsel Sera Gazı Envanteri çalışmalarında, 2022 yılına ait veriler ile hesaplanmıştır. İleriye yönelik hedefler açısından, mevcut emisyon seviyesini en iyi yansıttığı düşünülerek **01.01.2022 - 31.12.2022** envanter dönemi "**Temel Yıl**" olarak seçilmiştir. Orta ve uzun vadeli emisyon azaltımı eylem planlamasında, azaltım hedefi 2022 temel yılına göre belirlenecektir. Sera gazı envanteri çalışmalarında izlenen süreç yönetimi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır.(Şekil.2)



Şekil.2: Sera Gazı Envanter Yönetimi

1. SERA GAZI EMİSYONLARININ VE AŞIRI İKLİM OLAYLARININ ÇEVREYE/ÇEŞİTLİ SEKTÖRLERE OLAN ETKİSİ

Sera gazı emisyonlarının çevreye olan olumsuz etkileri kısa ve uzun vadede değişiklik göstermektedir. Su kaynaklarının kuruması ve kuraklık kısa vadeli etkilere örnek olarak gösterilebilir. Uzun vadeli etkiye ise iklim değişikliği ve ekstrem hava olayları örnek olarak gösterilebilir. Bunlara ilave olarak sucul alanlarda (göl, akarsu) görülen kurumalar, toprak kayıpları, aşırı ısınma ve soğuma gibi durumlar artmaktadır. Aşırı ısınmaya bağlı olarak ormanlardaki toprak ve hava arasındaki bağıl nem oranının (orman mikro iklimi) değişmesi ile orman yangınları artmıştır. Ülkemiz sera gazlarından olumsuz etkilenmekte olup doğal afetlerin görülme olasılığı ülkemizde son yıllarda artmıştır. Sera gazlarının miktarı atmosferde artmaya devam etmektedir. Buna göre sera gazının azaltılması yönünde yapılan çabaların ve önlemlerin yeterli olmadığı söylenebilir. İnsanlık için büyük bir sorun olan küresel ısınma olgusu tüm dünyayı ilgilendirmekte ve tehdit etmektedir.(Akın, 2006, s.40) Bu etkinin azaltılması için ülkelerin oldukça fazla ve çözüm odaklı önemli çaba göstermesi gerekmektedir.

1.1. Tarım, Gıda ve Hayvancılık Sektörü

Sera gazı emisyonlarının artışından en fazla etkilenecek sektörlerin başında tarım, gıda ve hayvancılık sektörü olacaktır; çünkü bu sektörlerin doğayla etkileşimi çok daha fazladır. Bölgemizde tarım sektörünün karşılaşılabileceği en büyük sorun, kurak geçen günler ve sıcak hava dalgası gibi unsurlar sayılabilir. Hali hazırda az yağışlı ve oldukça sıcak yazlar geçirmektedir. Sıcaklıkların yükselmesi, bazı bitki türlerinde bitkilerin strese girmesine bağlı olarak fotosentez kapasitesini ve büyüme hızını düşürmektedir. Diğer yandan sıcaklıklar, tarım zararlıları ve bitki hastalıklarının yayılmasını ve etkisini artırmaktadır. Çok sık ve şiddetli yaşanan sel, fırtına, don gibi aşırı hava olayları ekinlerde zarara ve tarımsal üretimin düşmesine sebep olmaktadır.(Karabayır, 2025, s.18) Gıda tedarik zincirlerinde iklim değişikliğine bağlı olarak sorunların ortaya çıkması öncelikle düşük gelirli nüfusun gıdaya erişimini zorlaştıracak, yeterli ve sağlıklı beslenmesini ise tehlikeye atacaktır.

1.2. Ulaşım Sektörü

Her geçen gün artan araç sayısı ve buna bağlı artan sera gazı salımları sebebiyle hava kalitesinde de azalışlar görülmektedir. İklim değişikliğinin ulaşım sektörüne olan etkisine bakıldığında aşırı yağışlara ek olarak sıcak ve soğuk hava dalgaları şehir içi ve şehir dışı ulaşım sektörünü olumsuz etkilemektedir. Aşırı yağışlara bağlı sel, toprak kaymaları yolların kapanmasına yol açacaktır.



Ulaşım sektöründe ortaya çıkacak sorunlar doğrudan veya dolaylı olarak diğer sektörleri de olumsuz etkileyecektir. Kalkınma için önemli bir rol üstlenen ulaşım hizmetlerindeki iklim değişikliğine bağlı olabilecek olumsuzlukların kaldırılması veya azaltılması gerekmektedir. Olabilecek bu olumsuzlukların önüne geçmek için küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık ¼'ü ulaşım sektörü önemle ele alınmalıdır. (Tuğaç, 2022, s.568) Ulaşımında sera gazı salımı azaltıcı tedbirler alınmalı ve ulaşımında çevreci araçlar tercih edilmelidir.

1.3. Sanayi ve Üretim Sektörleri

Sera gazından kaynaklı diğer sektörlerde gördüğümüz olumsuz etkileri sanayi ve üretim sektöründe de görmek mümkündür. İklimdeki olağan dışılık sebebiyle ham madde yetersizliğinde azalmaya üretimin düşmesine yol açacaktır. Bunların sonucunda stoklardaki düşüşler satışların düşmesine beraberinde getirecektir. Sanayi sektörü, iklim değişikliği ve buna bağlı etkenlerden uzun vadeli etki yaşayabilecek sektörlerin başında gelmektedir. Sanayi sektörü iki temel alt sektörden oluşmaktadır. 1-Enerjinin yoğun kullanıldığı sektörler 2-Enerjinin yoğun kullanılmadığı sektörler olarak ifade edilebilir. Enerjinin yoğun kullanılmadığı sektörler örnek vermek gerekirse makine, gıda, tütün, tekstil ve deri, gibi alt sektörleri içerirken; enerjinin yoğun kullanıldığı sektörler; çimento (metalik olmayan mineraller), demir ve çelik, kimyasallar, petrokimya, kağıt ve alüminyum (demir dışı metaller) gibi alt sektörlerden meydana gelmektedir.(Hiçyılmaz, Alataş, & Karakaya, 2022, s.85) Sera gazı emisyonlarının azaltımına dair gereken önlemler alınmadığında sanayi ve üretim sektöründe aksamalar görülecek ve sektörün zarar etmesine yol açacaktır. Bu sektörlerde görülen olumsuzluklar işgücünün azalmasına da sebep olacaktır. Sanayi sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılması amacıyla enerji verimliliği, malzeme kullanımındaki etkinlik ve ikame yöntemleri, elektrik ve hidrojen gibi alternatif yakıtlara geçiş, karbon yakalama, kullanım (CCU) ve depolama (CCS) teknolojilerinin yanı sıra, karbondioksit dışındaki emisyonların da azaltılması için çeşitli çözüm yolları önerilmektedir (IPCC, 2022a)

1.4. Enerji Sektörü

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panel Raporunda (IPCC) da belirtildiği gibi küresel enerji talebinin yaklaşık %67-76'sı kentlerde oluşan faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Küresel karbon salımlarının miktarı kentlerdeki enerji kullanımına bağlı olarak %71-76 arasında değiştiği söylenebilir. Anlaşılabileceği üzere kentler iklim değişikliği ile mücadele için önemli bir görev düşmektedir. Kentler, sera gazı emisyonunun önümüzdeki yıllarda her türlü emisyonun azaltılmasında büyük bir potansiyele barındırmaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus kentlerdeki enerji ihtiyacının nasıl karşılanacağı gibi bir soruyu barındırmaktadır.

İklim değişikliğinden kaynaklı sorunlar enerji sektörünün üretimi ve dağıtımını konusunda çeşitli sıkıntılara yol açmaktadır. Bu olumsuzluklardan en başta sayabileceğimiz sıcaklık artışıdır. Sıcaklık artışı beraberinde iletim ve dağıtım hatlarında ısınmalar, hatlarda kopmalar gibi problemler yaşatacak ve firmaların enerji iletimini güçleştirecektir. Enerji sektöründe olabilecek olumsuzluklar arasında sayabileceğimiz bir diğer husus; aşırı hava olayları, şiddetli yağışlar, sel ve fırtına gibi hava olayları nedeniyle elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinin zarar görmesidir. Buradan da anlaşılabileceği üzere enerji dağıtımını güçleştirecektir. Enerji dağıtımından kaynaklı aksamalar tüketici ve üretici açısından olumsuz sonuçları doğuracaktır. Benzer şekilde doğalgaz şebekelerinde meydana gelecek benzer sorunlar aynı problemlerin oluşmasına yol açacaktır. Bu olumsuzlukların önlenmesi veya aza indirgenmesi için elektrik ve doğalgaz hatları sel, taşkın ve fırtına gibi iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dayanıklı hale getirilmesi gerekmektedir. İklim değişikliği ile mücadelede kilit bir görev gören kentlerde yenilenebilir enerji çeşitliliğinin ve kullanımının artırılması konusunda araştırmalar yapılmalı ve bu yönde adımlar atılmalıdır.

Enerji sektörü ülkemizin iklim değişikliği politikasının planlanma süreci ve uygulama açısından yüksek oranda etkisi olup enerji politikası iklim odaklı olarak şekillendirmesi önem arz etmektedir. İklim odaklı enerji politikası belirlenmediğinde sera gazının azaltılmasında bir sonuç alınması mümkün görülmemektedir (Keskin, 2011, s.69). Dolayısıyla ülkemiz, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir yer tutan enerji sektörü üzerine yeni stratejiler ve sera gazı emisyonunu azaltıcı enerji üretimi yapabilecek çalışmalar yapması gerekecektir.

1.5. Atık Sektörü

Atık sektörü ve atık yönetimi bütün sektörleri doğrudan veya dolaylı olarak ilgilendirmektedir. Atık sektörünün 1995 yılından beri Türkiye’de sera gazı emisyonlarında %9,2’lik bir payla ikinci sektördür. Ülkemizde atık sektöründen kaynaklı sera gazı emisyonlarının %89’u, düzenli ve düzensiz (kontROLSÜZ) katı atık depolama sahalarından, geriye kalanı ise evsel atık su işlemlerinden kaynaklanmaktadır. (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013, s.15) İklim değişikliğine bağlı yaşanabilecek fırtına, sel ve taşkın gibi çevre felaketleri atık sektöründe faaliyet gösteren firmaların atık yönetimlerini olumsuz etkileyecektir. Atık toplama sistemlerinde oluşabilecek zararlar nedeniyle çevresel felaketlerin oluşmasına sebep olacaktır. Yeteri sayıda ve korunaklı atık depoların bulunmaması atıkların düzenli olarak geri kazanılamamasına bağlı sektörel anlamda zararlara yol açacaktır. Artan hava sıcaklıkları tehlikeli atıkların yönetiminin iklimsel direnç göre düzenlenmesini gerekli kılmaktadır. Tehlikeli atıklar belirli bir ayrıştırma prosesleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu işlemleri yapan firmalar tehlikeli atık yönetimini kontrol altında tutarak düzenli kontroller gerçekleştirmesi gerekmektedir.

1.6. Halk Sağlığı

Halk sağlığını, sera gazı emisyonlarından ve aşırı hava olaylarından en çok etkilenecek olan sektörlerin arasında saymak mümkündür. İklim değişikliği sebebiyle kronik hastalığı olan bireyler etkileneceği gibi sağlıklı bireylerde risk faktörü kapsamındadır. Termal konfor şartlarının olumsuz etkileri, mevcut risk faktörlerini artırarak hastalarda kronik hastalık riskini yükseltir ve bu hastalıkların daha erken yaşanmasına sebep olabilir. Termal konfor şartlarının proaktif ölçümü ve iyileştirme zorluğu, kronik hastalıkların erken yaşta ortaya çıkma riskini artırmaktadır. Aşırı hava olayları, kardiyovasküler ve bulaşıcı hastalıkların insidansını yükseltirken, hava kirliliği solunum rahatsızlıklarına yol açmaktadır. Bu artan sağlık riskleri, erken ölümler ve iş gücü kaybıyla dolaylı olarak ekonomik etkiler yaratabilir. İklim değişikliğinin halk sağlığı üzerine etkilerini azaltacak önlemler olarak; 1-Sudan kaynaklı hastalıklar, gıda, sıcaklık için bir izleme programı hazırlanarak izlenmelidir. 2-Hassas gruplar yakından izlenmelidir. 3-İklim değişikliği ve sağlık alanında yetişmiş insan gücü kapasitesi artırılmalı eğitimler hızlandırılmalı iklim değişikliğinin etkileri konusunda ortak bir dil oluşturulmalıdır. İklim değişikliği konusunda toplumsal düzeyde bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. 4-İklim değişikliğine karşı korunmasız kalan grupların



kırılganlığını azaltmaya yönelik çalışma yapılmalıdır. 5-İklim değişikliğinin sağlık üzerine olabilecek akut ve kronik etkilerinin bilinmesi konusunda sağlık hizmeti veren hekimler ve diğer sağlık çalışanlarının bilgi düzeyleri artırılmalıdır. (TÜBA, 2020, s.68)

2. ULUSLARARASI VE ULUSAL POLİTİKA, STRATEJİ VE YASAL ÇERÇEVEYE GENEL BAKIŞ

Bu bölümde, iklim değişikliğinin etkilerine karşı oluşturulacak eylem planlarının hazırlanmasında yol gösteren yasal düzenlemeler, politikalar ve stratejiler incelenmektedir. Gelecekteki eylem ve stratejilerde, ulusal ve uluslararası mevzuat hükümleri doğrultusunda hareket edilmesi ve iklim değişikliği politikalarında belirlenen hedeflerin dikkate alınması önem arz etmektedir. Bununla birlikte, yerel yönetimlerin yetki ve sorumluluklarının tanımlanması ve diğer paydaşların iklim değişikliği ile mücadeledeki çalışmalarına rehberlik eden çerçeve de bu bölümde özetlenmektedir.

2.1. İklim Değişikliğiyle Mücadelenin Önemi

İklim değişikliği kentsel sürdürülebilirlik ve kentlerin yönetilmesi bakımından kritik önem arz etmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak ormanların yanması, kutup buzullarının erimesi, deniz seviyelerinde artış, mevsimsel değişiklikler, olumsuz hava koşullarına bağlı doğal afetler dünya genelinde bariz gözlemlenebilen olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, iklim değişikliği sadece çevresel değil aynı zamanda sosyal, ekonomik ve politik boyutları olan ve disiplinlerarası bir araştırma ve tartışmanın parçası olmuştur.(Esen & Batuhan, 2024, s.142) İklim değişikliğine bağlı olumsuz etkileri hem ülkemizde hemde dünya genelinde gittikçe artmaktadır.



İklim değişikliğinin tarihsel sürecine bakıldığında üç dönem olduğunu söyleyebiliriz. İlki 20.yüzyılın ortasına kadar olan dönemdir. Bu dönemde iklim değişikliği sorunu ile meteorologlar ilgilenmiştir. Yine bu dönemde uluslararası arena da ele alınmış olmasına rağmen iklim değişikliğinin varlığı ve sonuçları üzerine tam bir konsensüs sağlanamamıştır. Bu dönem çalışmaları ilkel ölçüm tekniklerine rağmen günümüz çalışmalarına oldukça yakındır. 1970’li yıllardan sonra, sanayiden kaynaklı iklim değişikliği uluslararası arena da daha sık gündeme gelmiştir. Birleşmiş Milletler tarafından düzenlenen konferanslar, konunun akademik ve politik çevrelerde tartışılmasına zemin hazırlamasına rağmen bu dönemde de iklim değişikliğinin ciddi bir sorun olarak ele alındığını söylenemez. 1980’lerden sonra ise iklim değişikliği ve küresel ısınma uluslararası çevre sorunları arasında yerini alırken konunun araştırılması ve çözümü konusunda politikaların üretildiği bir dönemdir.(Engin, 2010, s.73)

İklim değişikliğinin gün geçtikçe şiddetini artırdığı ve insanlık için bir tehdit teşkil ettiği bilimsel olarak ortaya konulmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) yayımladığı raporlarda, iklim değişikliğinin insanlık için “kırmızı alarm” verdiği uyarısında bulunmaktadır. IPCC Raporları ve bilimsel çalışmalar, ülkelerin mevcut iklim değişikliğiyle mücadele planlarının yetersiz olduğunu ve küresel sıcaklık artışında insanlar, doğal yaşam ve ekosistemler için tehlikeli sınır olan 1,5 santigrat dereceyi aşmamanın hayati önem taşıdığına vurgu yapmaktadır. (IPCC, 2022b)

“İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında, düşük karbonlu ekonomiye küresel düzeyde geçilmesi hususu, insanların yaşam biçimlerini, üretim ve imalat yöntemlerini değiştirecek köklü bir dönüşüm öngörmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum çalışmaları salt bir çevre sorunu olarak algılanmamalıdır. Gerçekte, bu mücadele ülkelerin izleyeceği büyüme stratejilerini, enerji politikalarını, sağlık ve tarımla ilgili programlarını, su kaynaklarının kullanımını, gıda güvenliğini, düşük karbonlu ekonomiye geçiş ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini doğrudan etkileyebilecek ve bunların geliştirilmesinde belirleyici olabilecektir. Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için gelişmiş ülkelerin, finansman, teknoloji transferi ve kapasite geliştirme taahhütlerini yerine getirmesi önem taşımaktadır.

Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz havzası, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı en hassas bölgelerden biri olarak tanımlanmaktadır. Çevre ve İklim Değişikliği Akdeniz Uzmanları Ağı Raporu'na göre, Akdeniz bölgesi dünyadaki diğer bölgelere göre %20 daha fazla sıcaklık artışına maruz kalmaktadır. 2040 yılına kadar Akdeniz'deki sıcaklık artışının 2,2 santigrat dereceye ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye küresel ısınmanın, özellikle su kaynaklarının azalması, şiddetli kuraklık ve taşkınların yaşanması, orman yangınları ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuz yönlerinden etkilenmeye başlamıştır. Ülkemizde son dönemde meydana gelen aşırı hava olayları da bunun en önemli göstergesidir.

Türkiye, yaşanan olumsuz gelişmelerin önlenmesi ve meydana gelen zararın telafisi, gelecek nesillere temiz bir çevre teslim edilmesi için, kalkınma hedeflerine hanel getirmeyecek çalışma ve düzenlemeleri yapmakta, ikili işbirliğini geliştirmekte, bölgesel ve uluslararası çalışmalara etkin katılım sağlamaktadır.“ (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2024a)

2.2. Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü

Ozon tabakasının korunması için 1985 yılında Ozon Tabakasının Korunmasına İlişkin Viyana Sözleşmesi, 197 tarafça imzalanmıştır. İmzalanan bu sözleşmede ozon tabakasını incelten maddelerin üretimi ve tüketimini düzenlemektedir. (Duczu & Aydın, 2023, s.27) Uluslararası düzeyde ozon tabakası ile ilgili önlemler alma gerekliliğini ilk dile getiren ülke, dünya üretiminin %30'unu karşılayan ABD'dir. Bunu gerektiren önemli unsur ise 1980'li yıllarda, spreylerde kullanılan kloroflorokarbonlar (CFC'ler) ozon tabakasına verdikleri zarar nedeniyle büyük bir tartışma konusu olmuştur.(Duru, 2001, s.6)



1987 yılında Montreal’de kararlaştırılan protokol 1989’da yürürlüğe girmiştir. Bu protokole dokuz defa ilave yapılmıştır. Bu eklemeler; 1990 yılında Londra’da, 1991’Nairobi’de, 1992 yılında Kopenhag’da, 1993’te Bangkok’ta, 1995 yılında Viyana’da, 1997’de Montreal’de, 1998’de Avustralya’da, 1999’da Pekin’de ve son olarak 2016’ yılında Kigali’de ilave yapılmıştır.(Kemal, 2017) 1987 yılında Montreal’de kararlaştırılan protokol 1989’da yürürlüğe girmiştir. Bu protokole dokuz defa ilave yapılmıştır. Kigali değişikliği ile 2040’ların sonundan başlamak üzere tarafların hidroflorokarbonları %80-85 oranında azaltmasına yönelik karar alınmıştır. 2100 yılı itibariyle küresel sıcaklık artışının 0,5°C düşeceği hedeflenmiştir. Türkiye Montreal Protokolü’ne Protokole getirilen tüm değişiklikleri kabul etmiş ve 19 Aralık 1991 tarihinde taraf olmuştur. Ülkemiz, gelişmekte olan ülkeler (A5) kategorisinde yer almaktadır. Protokolün uygulanması konusunda başarılı ülkeler kategorisinde bulunmaktadır. Protokolün imza tarihi olan 16 Eylül, “Uluslararası Ozon Tabakasının Korunması Günü”olarak her yıl kutlanmaktadır. (T.C. Dışişleri Bakanlığı, t.y.a)

2.3. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

Birleşmiş Milletler ve iklim değişikliği hakkında aldığı kararlar tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemsenmektedir. 1988 yılında, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından IPCC oluşturulmuştur. IPCC’nin amacı, her düzeydeki hükümetlere iklim politikaları geliştirme amacıyla kullanabilecekleri bilimsel bilgileri temin etmektir. IPCC, Birleşmiş Milletler veya WMO üyesi hükümetlerin bir organizasyonu olup mevcut durumda 195 üyesi vardır. (IPCC, 2024) Türkiye, Mayıs 2004’te Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne taraf olarak küresel çevre sorunlarına yönelik uluslararası işbirliğinde aktif rol almaya başlamıştır. (Dağdemir, 2005, s.49)

İklim değişikliği konusunda BM tarafından yapılan bir sözleşme de kısa adı (BMİDÇS) olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’dir. Bu sözleşme, 1992 yılında kabul edilerek iklim değişikliği sorununa karşı küresel mücadelenin temel taşı oluşturmuştur. 194 tarafı bulunan sözleşmenin evrensel bir katılıma ulaştığı söylenebilir. 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren sözleşme, iklim sistemi üzerinde tehlikeli olan ve atmosferde biriken sera gazının, insan kaynaklı etkisini önleyecek bir düzeyde durdurmayı amaçlamaktadır. Sözleşme, iklim sisteminin bir bütün olarak değerlendirilmesi gerektiğini ve iklimin, özellikle sanayi ile diğer sektörlerden kaynaklanan karbondioksit ile diğer sera gazı salımlarından etkilenebilecek ortak bir değer olduğunu açıkça kabul etmektedir. Türkiye, gelişmiş ülkeler ile beraber sözleşmenin listelerine dahil edilmiştir. 2001 yılında Marakeş’te düzenlenen 7. Taraflar Konferansı’nda (COP7) alınan 26/CP.7 sayılı Kararla Türkiye’nin diğer EK-I Taraflarından farklı konumu tanınarak, adı BMİDÇS’nin EK-II listesinden çıkarılmış fakat EK-I listesinde kalmıştır. Türkiye, BMİDÇS’ne 24 Mayıs 2004’te 189. taraf olarak katılmıştır. (Haliç Çevre Laboratuvarı, 2024)

Tüm bunlar göz önüne alındığında Ülkemiz, “BMİDÇS müzakereleri altında kendine özgü bir konuma sahiptir. Bu kapsamda Türkiye, Ek-I kapsamında olup da geçiş ekonomisi olmayan ve “özel şartları” Taraflar Konferansı kararlarıyla kabul edilmiş olan tek ülkedir.

BMİDÇS; taraf ülkeleri, sera gazı emisyonlarını azaltmaya, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmaya ve sera gazı yutaklarını (örneğin ormanlar, okyanuslar, göller) korumaya teşvik



etmektedir. Sözleşme, sera gazı emisyonlarının azaltılması için, ülkelerin kalkınma önceliklerini ve özel koşullarını göz önüne alarak “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler” ilkesine dayanmaktadır.

Tarihsel sorumluluk, ekonomik gelişmişlik seviyesi, teknolojik birikim, insani kalkınma indeksi, hassas ülke konumu ve benzeri göstergeler dikkate alındığında, ülkemizin Ek-I ülkesi olmakla birlikte özel koşulları nedeniyle diğer Ek-I ülkelerinden farklı bir konumda olduğuna yönelik Taraflar Konferansı kararları mevcuttur (26/CP.7, 1/CP.16, 2/CP.17, 1/CP.18 ve 21/CP.20). BMİDÇS’nin iki uygulama aracı bulunmaktadır: Kyoto Protokolü (2020 yılına kadar) ve Paris Anlaşması (2020 yılından sonra).” (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2024b)



2.4. Paris Anlaşması

İklim değişikliği ve küresel ısınmaya karşı atılan uluslararası en büyük adımlardan biri 196 ülke temsilcisinin Kasım 2015 tarihinde BM çatısı altında bir araya geldiği Paris’te düzenlenen İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansı (COP21)’dir. (Şahinöz, 2023, s.17)

Paris Anlaşması’nın içerik bakımından tarihi bir anlaşma olarak kabul edebiliriz. Bu anlaşma; ekonomileri, toplumları ve çevreyi temelden değiştirebilecek mahiyettedir. Bu değişim; yerel, ulusal, bölgesel ve küresel ölçekte etkileri görülebilecek bir değişimdir. Anlaşmanın tarafı olan ülkeler emisyon azaltımı konusunda yükümlülük almayı kabul etmiştir. Ancak; azaltım konusunda gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkeler arasında bir ayrıma gidilmiştir. Gelişmiş



ülkeler daha fazla emisyon azaltımı taahhüdü ve mutlak azaltım yapması gerekmekte iken, gelişmekte olan ülkeler “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk” ilkesine göre halihazırdaki kapasitelerinde bir azaltım yapması beklenmektedir. 2050 yılı sonrası ise öncelikli olarak gelişmiş ülkelerin sıfır emisyon sağlaması (carbon neutral) istenmektedir. (Karakaya, 2016, s.2-3)

Paris İklim Anlaşması’nda bir diğer önemli husus ise söz konusu anlaşmanın hedeflerini hayata geçirmek için finansal kaynaklar oluşturulmasıdır. Oluşturulacak finansal kaynakların doğru şekilde yönetilmesi, finansal kaynakların ihtiyaç duyan ülkelere ve ihtiyaç gerektiren alanlara aktarılmasını öngörmektedir. Böylece iklim değişikliğine karşı kırılgan ve hassas olan ülkelerin daha sağlıklı ve güçlü adımlar atmasının önünü açacaktır. Bu durum özellikle Türkiye ile birçoğu Pasifik Okyanusu’nda olan Fiji, Papua Yeni Gine, Tuvalu, Palau ve Maldivler gibi SIDS (Small Island Developing States) olarak adlandırılan ada ülkeleri açısından büyük önem arz etmektedir. (Demir, 2022, s.166)

COP-27’de Paris Anlaşması’nda 2030 yılı için emisyon azaltımı hedefi, Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı (INDC) çerçevesinde gözden geçirilerek hedef olarak %41’e çıkarılmıştır. COP-27 kapsamında, Paris Anlaşması’nın 2030 yılı için öngördüğü emisyon azaltımı hedefi yeniden ele alınmış ve Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı (INDC) çerçevesinde %41 oranına yükseltilmiştir. Bu doğrultuda, 2030 yılına kadar yaklaşık 500 milyon tonluk emisyon azaltımı yapılması planlandığı belirtilmiştir. (T.C. Dışişleri Bakanlığı, t.y.b)

Paris İklim Anlaşması’nda, 2030 yılına kadar sera gazı salınımlarının azaltıldığı, insanların güven, barış ve refah içerisinde yaşadığı, gezegenimizin korunduğu “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri” kabul edilmiştir. Bu hedeflerin gerçekleşmesine yönelik siyasi iktidarların yanı sıra sivil toplum kuruluşlarına ve firmalara da eylem çağrısı yapılmıştır. Ekonomik Büyüme ve Ekolojik Sürdürülebilirlik Neoklasik çevre ekonomisi kapsamında değerlendirildiğinde sürdürülebilirlik mevcut piyasa şartlarında değerlendirilmektedir. Piyasa araçlarını hiçbir surette tartışmaya açmayan sürdürülebilirlik tanımında çevre, ticari bir meta haline gelmektedir. Mevcut piyasa şartlarında meydana gelen çevre sorunları ise, yine piyasa mekanizması tarafından belirlenen “fiyat”, “ikame” ve “teknolojik gelişme” gibi değişkenler aracılığıyla çözüme kavuşturmak mümkün olabilir. (Şahinöz, 2023, s.23-24)

COP 28, Birleşik Arap Emirlikleri’nin ev sahipliğinde 30 Kasım – 13 Aralık 2023 tarihlerinde yapılmıştır. COP28, fosil yakıtlardan uzaklaşılması ("transitioning away from fossil fuels") konusunda yapılan bir anlaşma ile sonuçlanmıştır. Daha önce Mısır’ın ev sahipliğindeki COP27’de kurulması kabul edilen Kayıp ve Zarar Fonu COP28’de operasyonel bir şekil almıştır. Bu toplantıda iklim değişikliğine uyum konusunda Küresel Hedefler belirlenmiştir. COP29 2024 yılında Azerbaycan’da gerçekleşmiştir. COP30 ise 2025 yılında Brezilya’da düzenlenecektir. (T.C. Dışişleri Bakanlığı, t.y.b)

Ülkemiz iklim değişikliğine yönelik uluslararası sözleşmeler vb. organizasyonlarda yer alarak iklim değişikliği konusunda hassasiyetini ortaya koymaktadır.



3. DÜNYA' DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

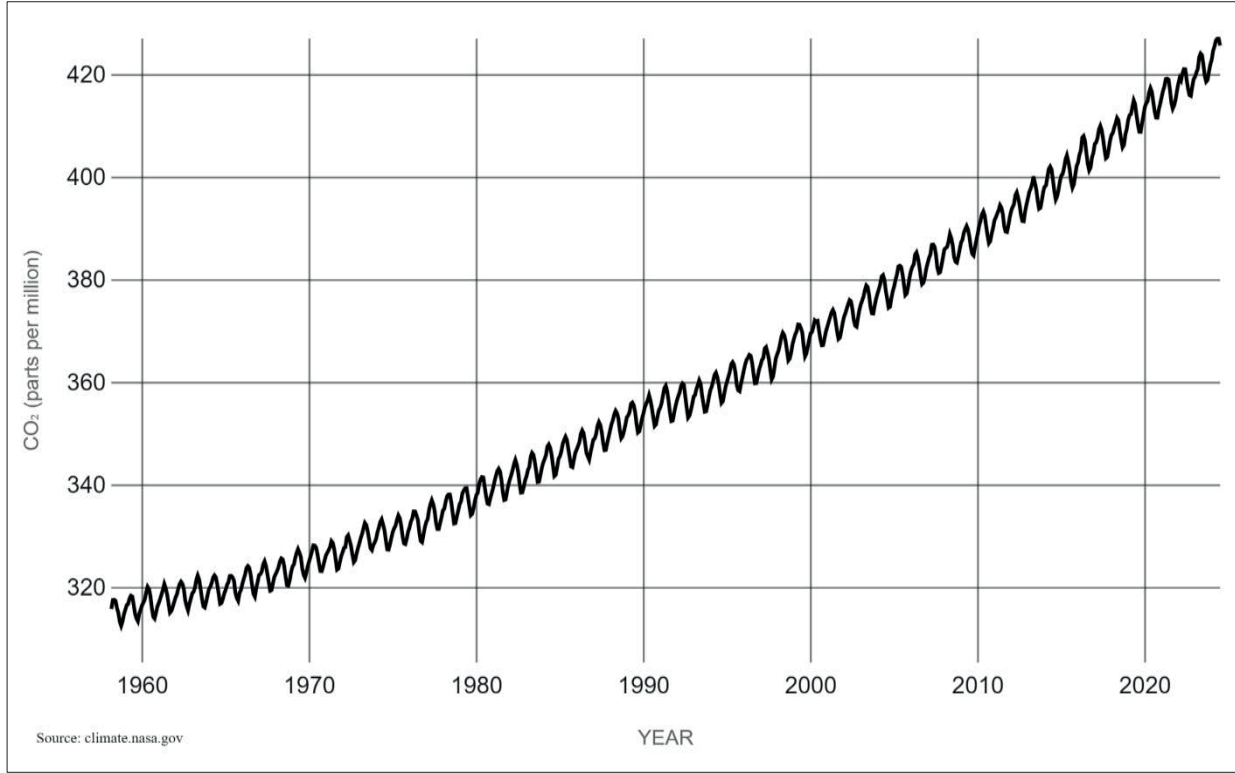
3.1. Karbondioksit(CO₂)

SON ÖLÇÜM: TEMMUZ 2024 426 ppm (NASA verisi)

Atmosferdeki karbondioksit, gezegeni ısıtarak iklim değişikliğine neden olur. İnsan faaliyetleri, atmosferin karbondioksit içeriğini 200 yıldan kısa bir sürede %50 arttırmıştır.

Karbondioksit(CO₂), fosil yakıtların(kömür, petrol ve doğal gaz gibi) çıkarılarak yakılmasından, orman yangınlarından ve volkanik patlamalar gibi doğal süreçlerden sonra oluşan önemli bir sera gazıdır.

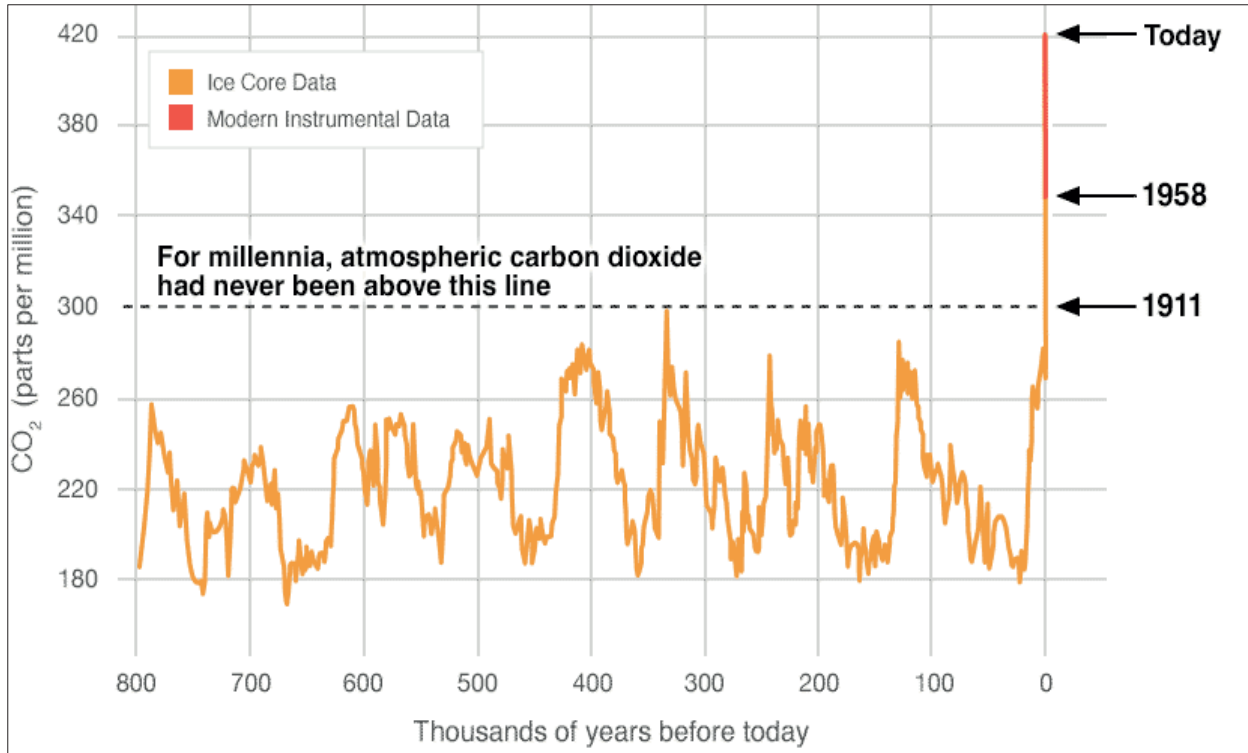
NOAA(Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi) tarafından 1958'den beri Hawaii'deki Mauna Loa Gözlemevi'nde ölçülen atmosferik CO₂ seviyelerini doğal, mevsimsel değişiklikler çıkarılmış olarak göstermektedir. (Grafik.1)



Grafik.1: Doğrudan CO₂(ppm) Ölçümler, 1958'den Günümüze, (NASA, t.y.a)

Buz tabakalarında ve buzullarda hapsolmuş hava kabarcıkları tarafından yakalandığı şekliyle, Dünya'nın son üç buzul döngüsü sırasındaki CO₂ seviyelerini göstermektedir.(Grafik.2)

18. yüzyılda sanayi çağının başlangıcından bu yana, insan faaliyetleri atmosferik CO₂'yi %50 oranında artırdı. Bu CO₂ miktarı şu anda 1750'deki değerinin %150'si olduğu anlamına geliyor. İnsan kaynaklı bu artış, 20.000 yıl önceki son buzul çağının sonunda gözlemlenen artıştan daha fazladır.



Grafik.2: Buzullardaki CO₂(ppm) Ölçümleri, (NASA, t.y.b)

CO₂ miktarı 2002'de 365 ppm olan değer şu anda 420 ppm'nin üzerine çıktığında **Şekil.3'** te nasıl renk değiştirdiğine dikkat edin. ("ppm" ifadesi, kuru havanın milyon molekülü başına düşen karbondioksit molekülü sayısını ifade eder.) Bu ölçümler, Dünya atmosferinin 8 ila 12 kilometre (yaklaşık 5 ila 7 mil) yukarısındaki orta **troposfer** katmanından alınmıştır. Bu veriler, atmosferik CO₂ konsantrasyonlarındaki önemli artışa ilişkin bilgiler sunarak insan faaliyetlerinin Dünya iklimi üzerindeki etkisini vurgulamaktadır.

Aşağıda küresel karbondioksitin zaman içinde nasıl değiştiğini göstermektedir.(**Şekil.3**)

TIME SERIES: 2002-2022

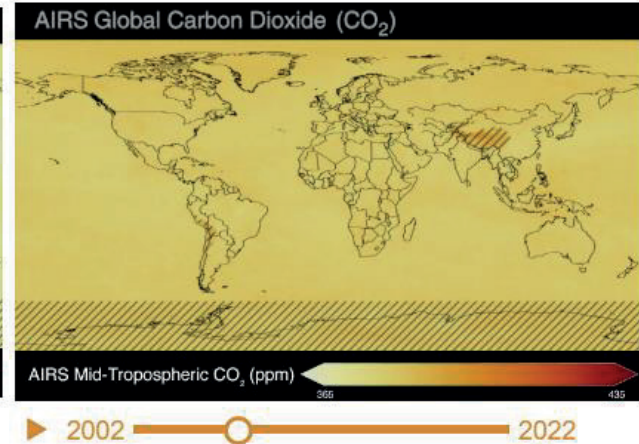
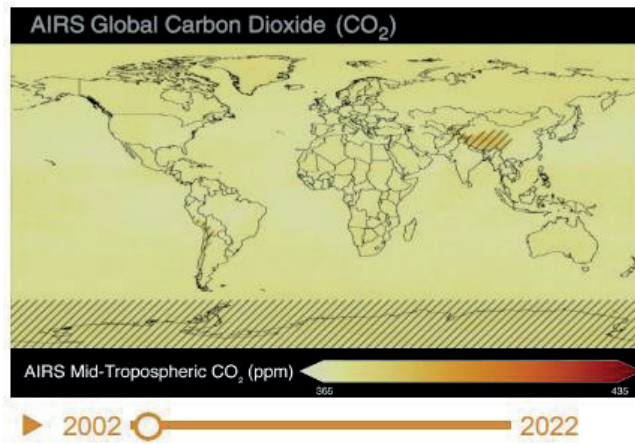
Data source: Atmospheric Infrared
Sonder (AIRS).
Credit: NASA

NOVEMBER
2002

TIME SERIES: 2002-2022

Data source: Atmospheric Infrared
Sonder (AIRS).
Credit: NASA

NOVEMBER
2007



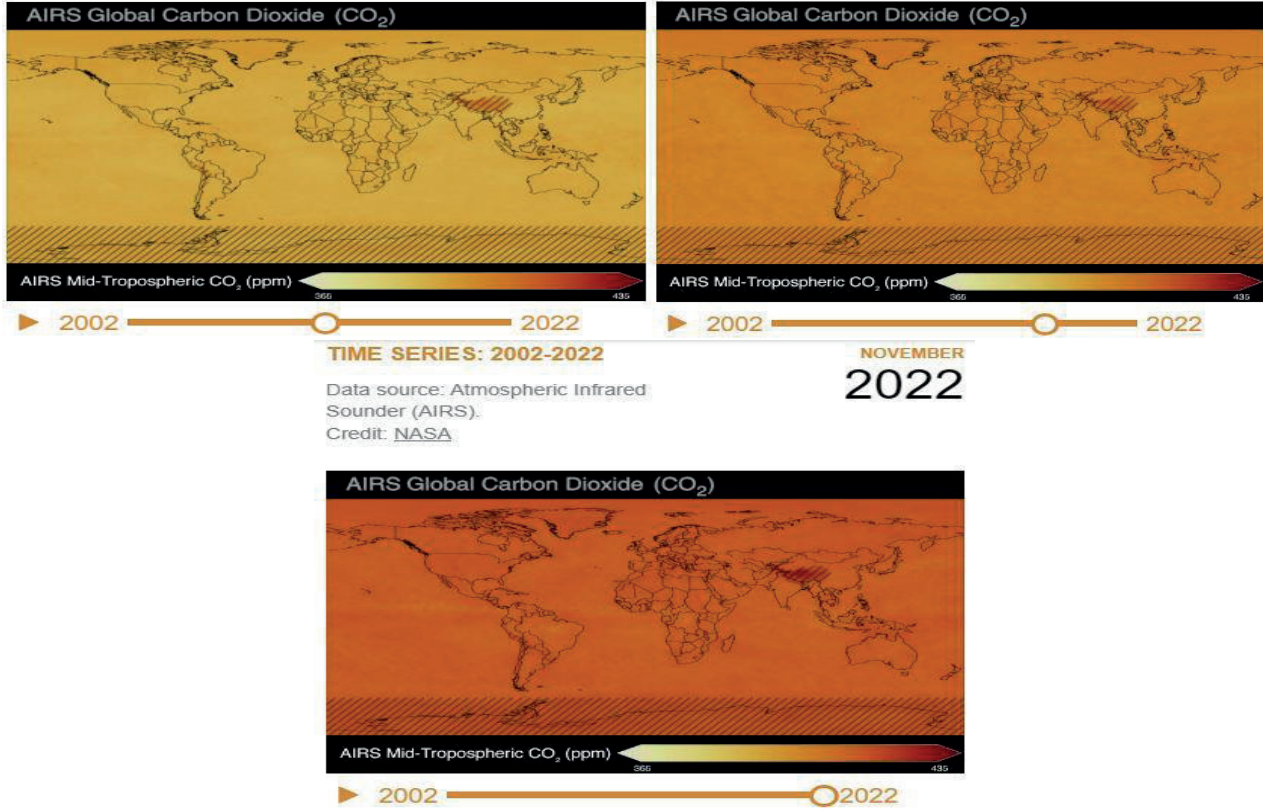
TIME SERIES: 2002-2022

Data source: Atmospheric Infrared
Sounder (AIRS).
Credit: NASA

NOVEMBER 2012 TIME SERIES: 2002-2022

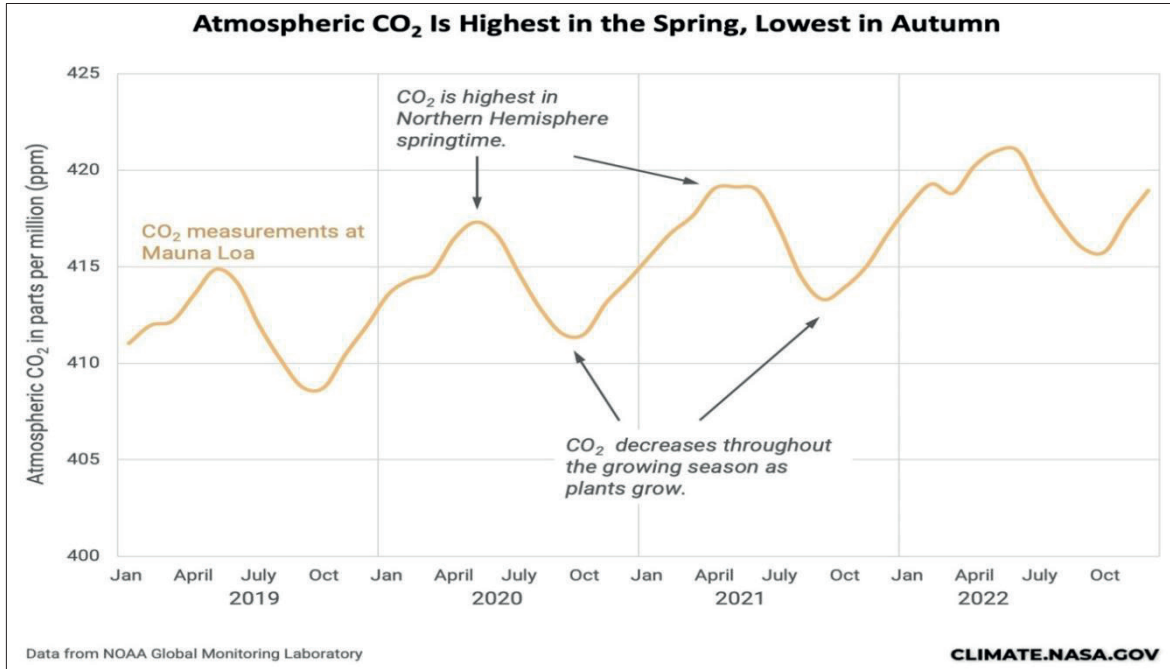
Data source: Atmospheric Infrared
Sounder (AIRS).
Credit: NASA

NOVEMBER 2017



Şekil.3: Dünya'daki Karbondioksitin Zaman İçindeki Değişimi, (NASA, t.y.c)

Mauna Loa'daki karbondioksit ölçümlerine(mevsimler boyunca) daha yakından bakıldığında verilerde bir dizi dalgalanma görülmektedir. Her ne kadar toplam CO₂ her yıl artıyor olsa da, daha büyük trend içerisinde kısa vadeli bir döngü de görülmektedir.

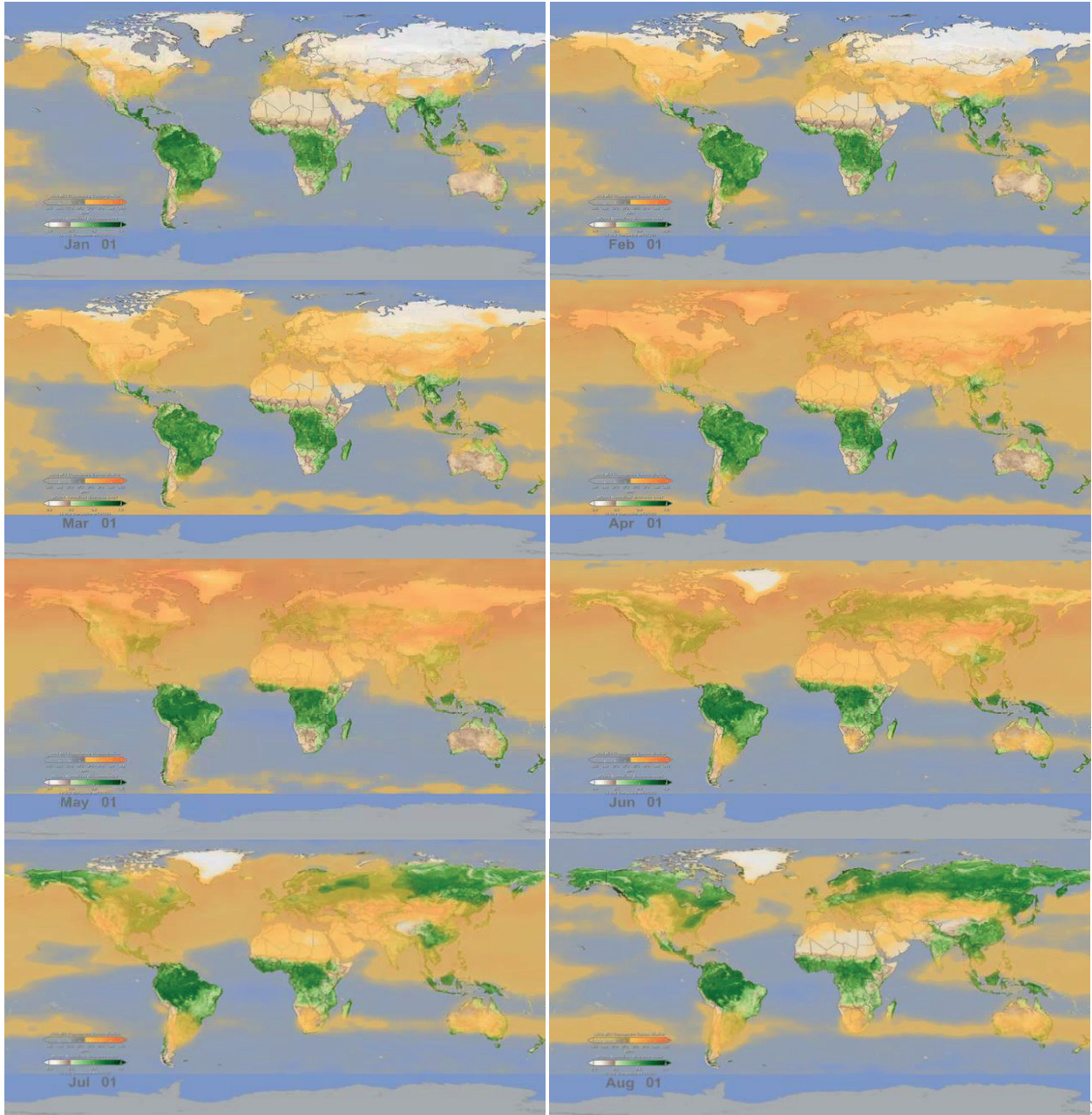


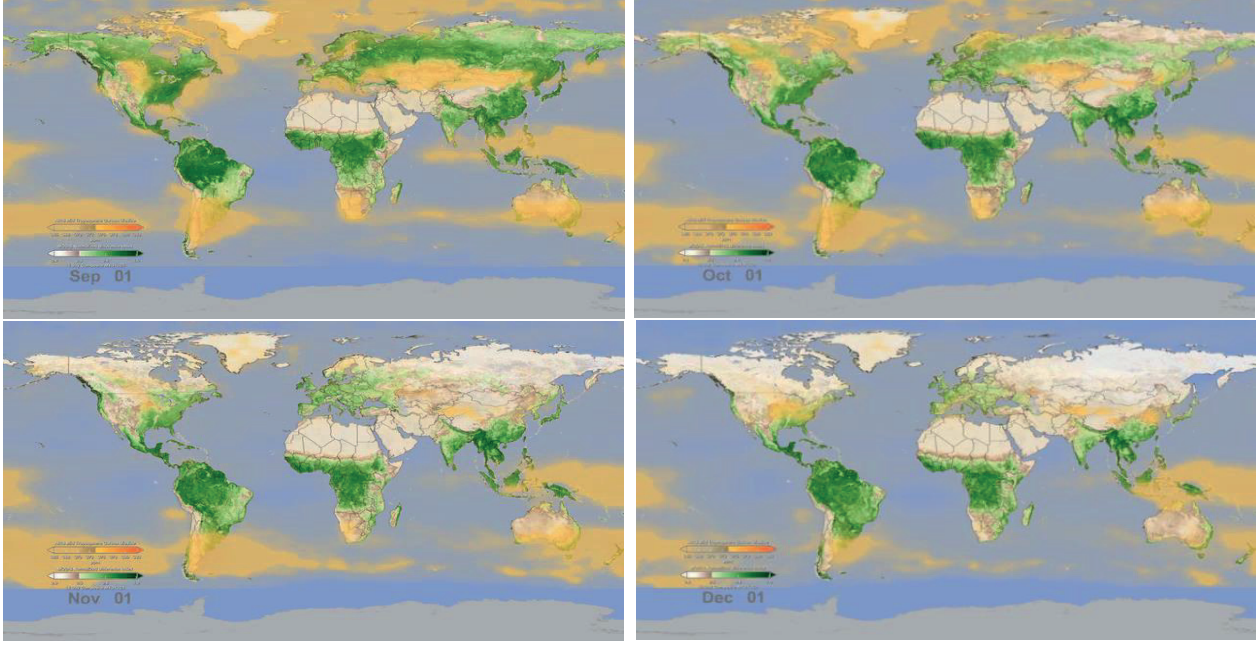
Grafik.3: Dünya'da Mesimler Boyunca Karbondioksitin Zaman İçindeki Değişimi (NASA, t.y.d)

CO₂ seviyelerindeki yıllık artış ve düşüş, fotosentezdeki büyük ölçekteki mevsimsel döngülerden kaynaklanmaktadır. Kuzey Yarımküre baharında bitkiler canlanır ve büyümelerini hızlandırmak için CO₂ çekerler. Bu durum, atmosferdeki CO₂ miktarının azaltılması sürecini başlatır. Kuzey Yarımküre'nin sonbaharında bitki büyümesi durur veya yavaşlar ve tüm süreç tersine döner. Bitkisel maddenin büyük bir kısmı ayrışır ve CO₂'yi atmosfere geri bırakır.

Benzer ancak daha az yoğun bir model Güney Yarımküre' de zıt mevsimlerde tekrarlanır. İlkbaharda büyüme Eylül'de başlar ve kış ayrışması mart ayında başlar, dolayısıyla Güney Yarımküre' deki CO₂ kayıtları Mauna Loa'da görülenin tersini gösterir. Bununla birlikte, Kuzey Yarımküre' de güneye göre çok daha fazla arazi ve bitki örtüsü bulunduğundan, küresel mevsimsel döngü kuzeydeki desenle daha uyumlu hale gelmektedir.

Aşağıdaki şekiller Dünya' da gerçekleşen **fotosentez** olayının görselleri olup mevsimsel bitki örtüsü ile döngüsü ve atmosferdeki karbondioksitin zaman içindeki değişiminin nasıl olduğunu göstermektedir.(Şekil.4)





Şekil.4: Dünya’da Gerçekleşen Fotosentez Olayı ile Atmosferdeki Karbondioksitin Zaman İçindeki Değişimi, (NASA, t.y.e)

Bitki büyümesinin bu yükseliş ve düşüş döngüsü, CO₂ grafiğine yıldan yıla iniş ve çıkışlardan oluşan testere dişi deseni verir. Daha büyük ölçekte, trend çizgisinin on yıllar boyunca yukarıya doğru tırmanması, öncelikle fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan CO₂ emisyonlarından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla veriler hem doğal faktörleri hem de CO₂'nin insan kaynaklı ilavelerini göstermektedir.

Yukarıdaki görseller bitki örtüsünün mevsimsel döngüsünü ve atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonunu göstermektedir. Görseller kuzey yarımkürenin kışın, güney yarımkürenin yazın yaşandığı 1 Ocak'ta başlıyor. Yılın bu zamanında, yeşil renkle gösterilen canlı bitki örtüsünün büyük bir kısmı Ekvator'un etrafında ve onun altında, Güney Yarımküre' de gezinir.

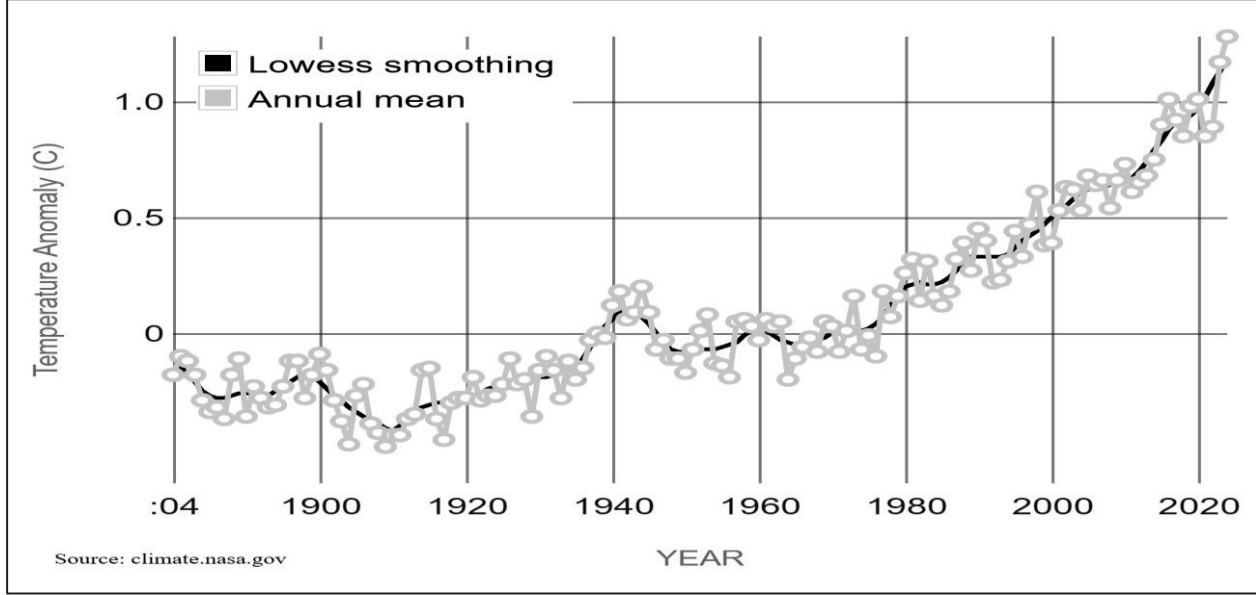
Nisan ayına kadar ilerledikçe, dünyanın en alt atmosferik katmanı olan troposferin orta kısmında turuncu-sarı renkle gösterilen karbondioksit konsantrasyonu artar, Kuzey Yarımküre'de yayılır ve mayıs ayı civarında maksimuma ulaşır. Karbondioksitin bu çiçeklenme etkisi, yaprak döken ağaçların yapraklarını kaybettiği kuzey enlem ekosistemlerinde meydana gelen mevsimsel değişiklikleri takip eder ve bu da solunum adı verilen bir süreç yoluyla net bir karbondioksit salınımına neden olur. İlkbaharın başlarında topraklar ısınmaya başladıkça karbondioksit de salınır. Her yıl atmosferik karbondioksitin neredeyse yüzde 10'u topraktan geçmektedir.

Nisan ayından sonra, Kuzey Yarımküre ilkbaharın sonu ile yaza girer bitkiler büyümeye başlar ve büyüme yaz sonunda zirveye ulaşır. Bitki fotosentezi sürecinde havadaki karbondioksiti uzaklaştırır. Yukarıdaki görsellerde, karbondioksitin atmosferden büyük miktarda yeni ve büyüyen bitki örtüsü tarafından nasıl temizlendiğini göstermektedir. Bitki örtüsündeki zirvenin ardından, fotosentez nedeniyle atmosferdeki karbondioksitin azalması, özellikle kuzey ormanları üzerinde belirgin hale gelmektedir. Dünya yüzeyindeki bitki örtüsünün durumu ile bunun orta troposferdeki karbondioksit üzerindeki etkisi arasında ortalama üç aylık bir fark vardır.

3.2. Küresel Sıcaklık

SON YILLIK ORTALAMA ANOMALİ: 2024 1,28 °C 2,3 °F (NASA verisi)

Dünya'nın küresel ortalama yüzey sıcaklığı, kayıtların tutulmaya başlandığı 1880'den bu yana kaydedilen en yüksek sıcaklık 2024 yılıdır.(NASA, t.y.f) **Grafik.4**'te kısa vadeli varyasyon eğilimlerini daha görünür kılmak için 5 yıllık bir hareketli ortalama kullanılarak NASA tarafından düzeltilmiştir. Ayrıca 1951' den 1980' e kadar olan uzun vadeli ortalamaya kıyasla küresel yüzey sıcaklığındaki değişimi bariz olarak göstermektedir.



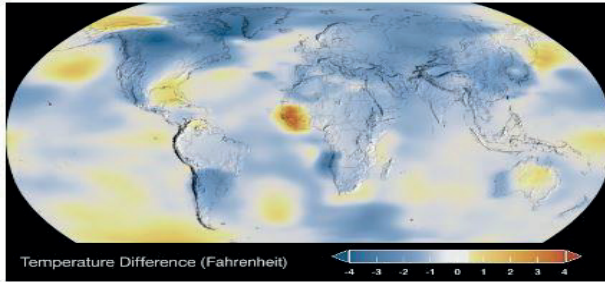
Grafik.4: Doğrudan Sıcaklık Ölçümleri, 1958'den Günümüze, (NASA, t.y.f)

NASA'nın analizleri genellikle İklim Araştırma Birimi ve Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi(NOAA) tarafından hazırlanan ve diğer bağımsız analizlerle örtüşmektedir. Genel olarak, Dünya 2024'te 19. yüzyılın sonlarına(1850-1900, Sanayi Devrimi öncesi) göre yaklaşık 2,65 fahrenheit derece(veya yaklaşık 1,47 santigrat derece) daha sıcaktır. Son 10 yıl, kaydedilmiş en sıcak yıllardır.

Şekil.5, yıllık olarak güncellenen veriler doğrultusunda küresel yüzey sıcaklıklarındaki en son değişimi göstermektedir. Koyu mavi, ortalamadan daha soğuk alanları gösterir. Koyu kırmızı, ortalamadan daha sıcak alanları gösterir.

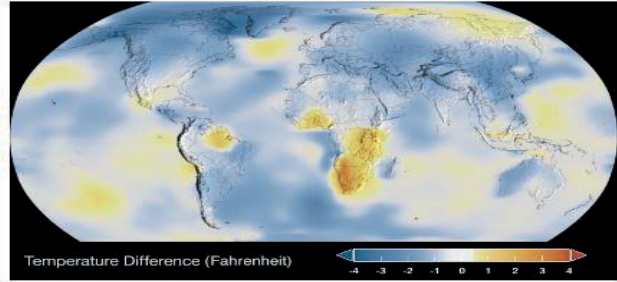
TIME SERIES: 1884 TO 2022

Data source: NASA/GISS
Credit: NASA's Scientific
Visualization Studio



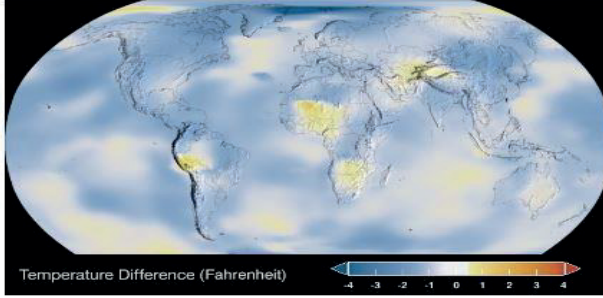
TIME SERIES: 1884 TO 2022

Data source: NASA/GISS
Credit: NASA's Scientific
Visualization Studio



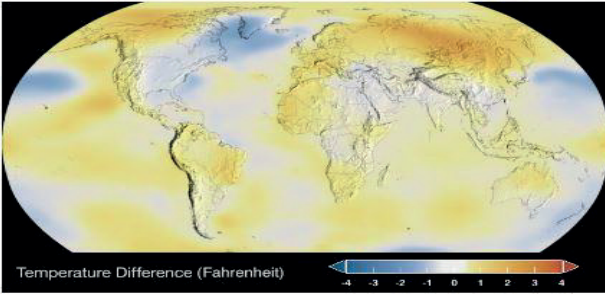
TIME SERIES: 1884 TO 2022

Data source: NASA/GISS
Credit: NASA's Scientific
Visualization Studio



1884 2022
TIME SERIES: 1884 TO 2022

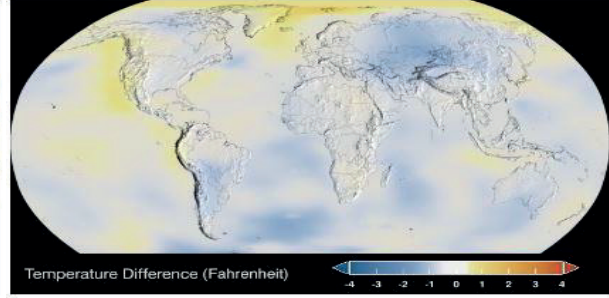
Data source: NASA/GISS
Credit: NASA's Scientific
Visualization Studio



1884 2022

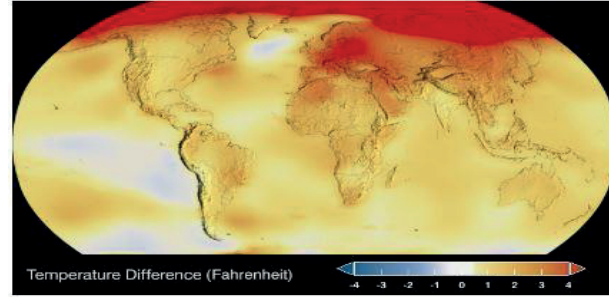
TIME SERIES: 1884 TO 2022

Data source: NASA/GISS
Credit: NASA's Scientific
Visualization Studio



1884 2022
TIME SERIES: 1884 TO 2022

Data source: NASA/GISS
Credit: NASA's Scientific
Visualization Studio



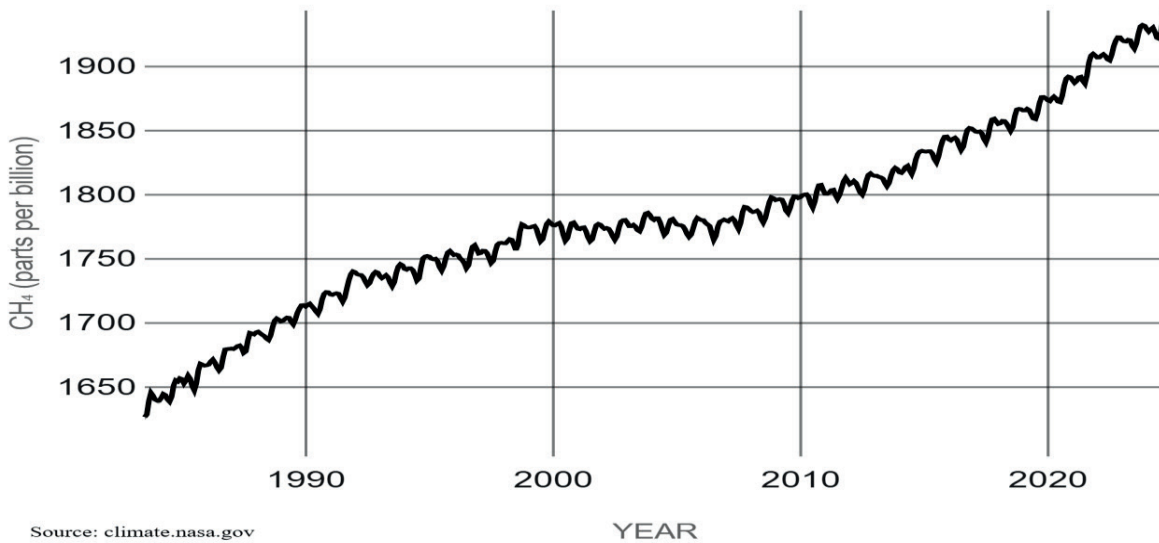
1884 2022

Şekil.5: Dünya Yüzey Sıcaklıklarındaki Değişim, 1884'ten 2022'e, (NASA, t.y.e)

3.3. Metan(CH₄)

SON ÖLÇÜM : EKİM 2024 1943 ppb (NASA verisi)

Metan(CH₄), güçlü bir sera gazıdır. İnsan faaliyetleri nedeniyle atmosferdeki metan miktarı artmaktadır.(Grafik.5)



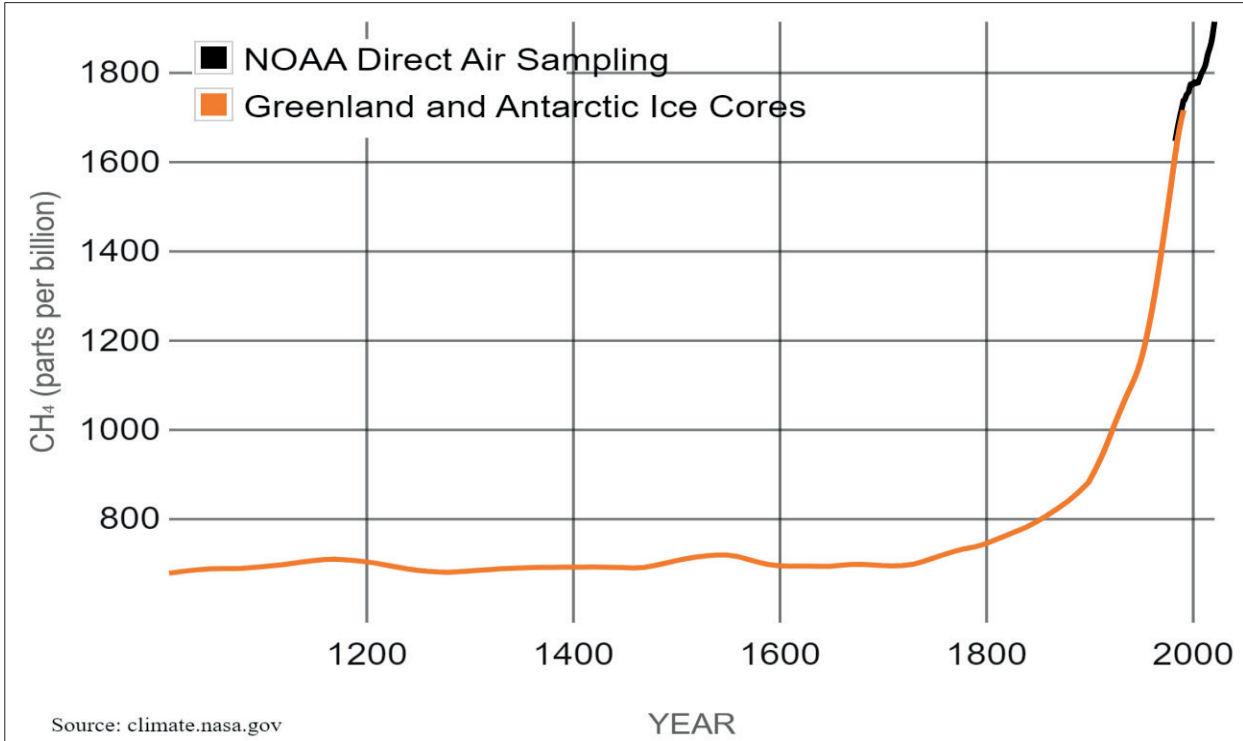
Grafik.5: Dünya'daki Atmosferik Metan Konsantrasyonu, 1984'den Günümüze, (NASA, t.y.g)

Metan(CH_4), karbondioksitten (CO_2) sonra iklim ısınmasına en fazla etki eden ikinci sera gazıdır. Bir metan molekülü, bir CO_2 molekülünden daha fazla ısıyı hapseder, ancak metanın atmosferde 7 ila 12 yıl gibi nispeten kısa bir ömrü vardır. CO_2 ise, yüzlerce yıl varlığını sürdürebilir.

Metan hem doğal kaynaklardan hem de insan faaliyetlerinden meydana gelir. Bugünkü metan emisyonlarının tahminen %60'ı insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Metanın en büyük kaynakları tarım, fosil yakıtlar ve çöplük atıklarının ayrışmasıdır(biyolojik bozunma). Doğal süreçler metan emisyonlarının %40'ını oluştururken, sulak alanlar en büyük doğal oluşum yerleridir. (Global Carbon Project, 2024)



Atmosferdeki metan konsantrasyonu son 200 yılda iki kattan fazla artmıştır. Bilim insanları, **Sanayi Devrimi**'nden bu yana (1750'de başlayan) iklimdeki ısınmanın %20-30'unun bu artıştan kaynaklandığı tahmin etmektedir.(Grafik.6)



Grafik.6: 1010 Yılından Bu Yana Atmosferdeki Metan Konsantrasyonları (Lawrence Berkeley National Laboratory, t.y.)

Atmosferdeki metan miktarını ölçmek nispeten basit olsa da nereden geldiğini belirlemek daha zordur. Bilim insanları metan emisyonlarını izlemek için çeşitli yöntemler kullanırlar.

NASA'nın kullandığı araçlardan biri Havadan Görünür Kızılötesi Görüntüleme Spektrometresi - Yeni Nesil veya AVIRIS-NG'dir.(NASA Jet Propulsion Laboratory, t.y.) Araştırma uçaklarına monte edilen bu alet, Dünya yüzeyinden yansıyan ışığı ölçer. Metan bu yansıyan ışığın bir kısmını emer. AVIRIS-NG cihazı, emilen ışığın tam dalga boylarını ölçerek mevcut sera gazı miktarını belirlemektedir.



NASA, **Dünya Yüzeyi Mineral Toz Kaynağı Araştırması (EMIT)** cihazını 2022 yılında Uluslararası Uzay İstasyonu'na ekledi. (NASA Jet Propulsion Laboratory, 2025c) Her ne kadar esas olarak toz fırtınalarını ve kaynaklarını incelemek için inşa edilmiş olsa da, araştırmacılar cihazın "**süper yayıcılar**" olarak bilinen büyük metan kaynaklarını da tespit edebildiğini keşfetti. (NASA, 2022)

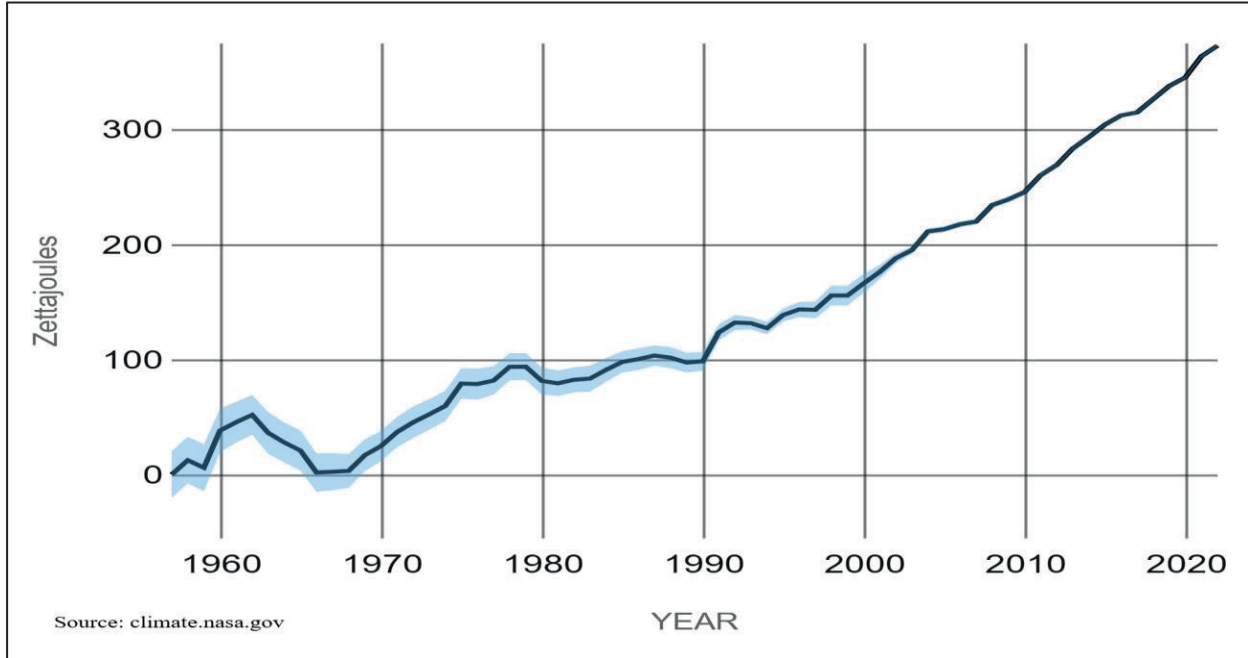
Bu cihazlar, petrol ve gaz üretiminden, boru hatlarından, rafinerilerden, çöplüklerden ve hayvancılıktan yükselen metanı tespit etmektedir. Bazı durumlarda bu ölçümler, banliyö gaz sızıntıları ve petrol ile gaz sahalarındaki hatalı ekipmanlar da dahil olmak üzere sızıntıların giderilmesinde rol oynamaktadır.

Kuzey Kutbu, sulak alanlardan, göllerden ve eriyen **permafrosttan** (jeolojide iki veya daha fazla yıl suyun donma noktası veya altında yer alan topraktır.) gelen doğal bir metan kaynağıdır. Her ne kadar küresel ısınma bu emisyonları değiştirebilse de bilim insanları bunun büyük bir artışa yol açacağını düşünmemektedirler.(Sweeney ve diğerleri, 2016, s.6605) Bu amaçla, NASA'nın Kuzey Kutbu ve ABoVE(Soğuk iklim bölgesindeki iklim değişikliklerinin bitki örtüsü, toprak ve su döngüsü üzerindeki etkilerini inceler.) (NASA, t.y.h), Alaska ve Kanada'daki **permafrost**'un çözülmesi gibi doğal kaynaklardan gelen metanı ölçer. (NASA, t.y.1)

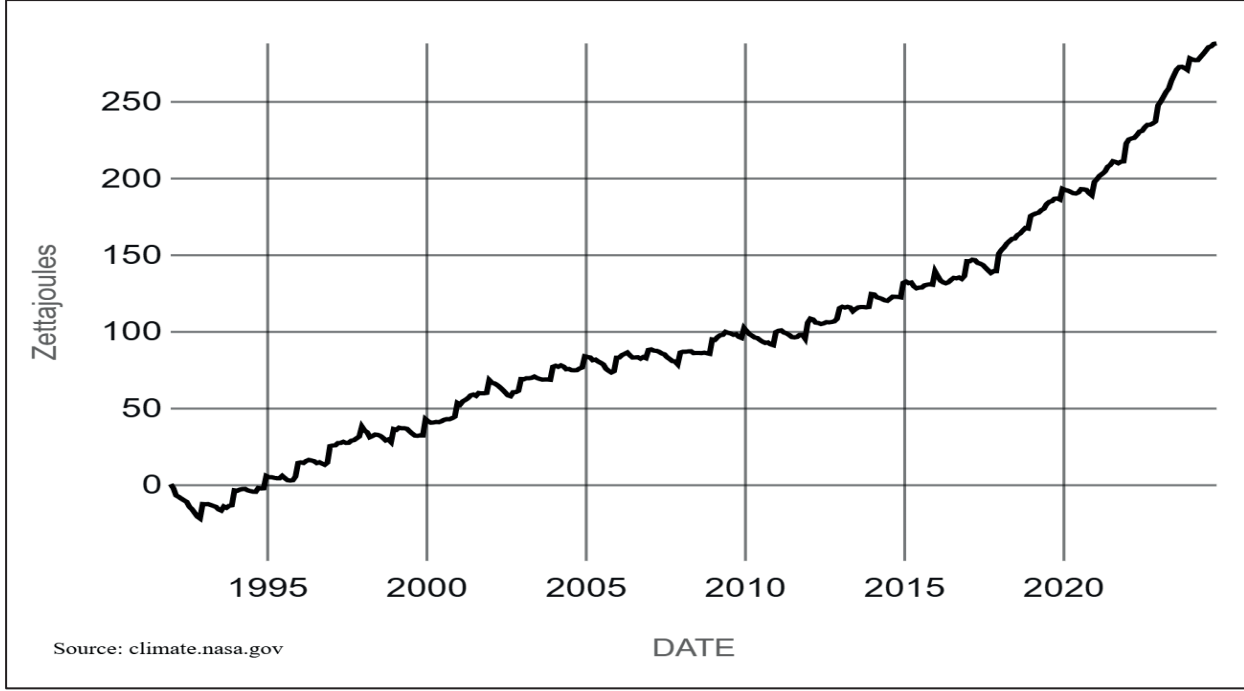
3.4. Okyanus Isınması

SON ÖLÇÜM : Aralık 2024 372 (± 2) zettajoule 1955'ten beri (NASA verisi)

Küresel ısınmanın %90'ı okyanuslarda meydana gelir ve **Grafik.7'**de de görüldüğü gibi, modern kayıtların başladığı 1955 yılından bu yana suyun iç ısısının artmasına neden olmuştur. (**Gölge mavi bölge** %95'lik belirsizlik marjını gösterir.) Grafik, okyanus derinliğinin ilk 2.000 metresine ilişkin yıllık tahminleri göstermektedir.



Grafik.7: 1955 'ten Beri Okyanus Isı İçeriği Değişimleri (NOAA) (National Centers for Environmental Information, t.y.)



Grafik.8: 1992'den Beri Okyanus Isı İçeriği Değişiklikleri (NASA, t.y.i)

Grafik.7'de her veri noktası okyanustaki on yıllık ısı ortalamasını temsil etmektedir. Örneğin, 2022 değeri, 2020'den 2024'e kadar (1955'ten beri) okyanus ısı içeriğindeki ortalama değişimi temsil eder. **Grafik.8'**de 1992-2024 döneminde okyanusun tüm su sütunundaki(okyanusun yüzeyinden tabanına kadar) aylık ısı değişikliklerini göstermektedir. Veriler, uydu gözlemleri, su altı cihazları ve bilgisayar modellerinin entegrasyonu ile elde edilmiştir. Her iki grafik de **zettajoule** cinsinden ifade edilir.

Okyanusta depolanan ısı, suyun genişlemesine neden olur ve bu da küresel deniz seviyesinin üçte bir ila yarısı kadar yükselmesinden sorumludur. Eklenen enerjinin çoğu sıfır ile 700 metreye kadar derinlikte yüzeyde depolanmaktadır. Son 10 yıl, 1800'lerden bu yana okyanusun en sıcak yıllarıdır. Okyanusta kaydedilen en sıcak yıl 2024 yılıdır.



3.4.1. Okyanus Isısı Neden Önemlidir ?

Dünya yüzeyinin %70'inden fazlasını kaplayan okyanuslar çok yüksek bir ısı tutma kapasitesine sahiptir. Okyanuslar, son yıllarda artan sera gazları nedeniyle meydana gelen ısınmanın %90'ını absorbe ederken; okyanusun en üstteki birkaç metrelik kısmı ise Dünya'nın atmosferinin tamamı kadar ısı depolamaktadır.

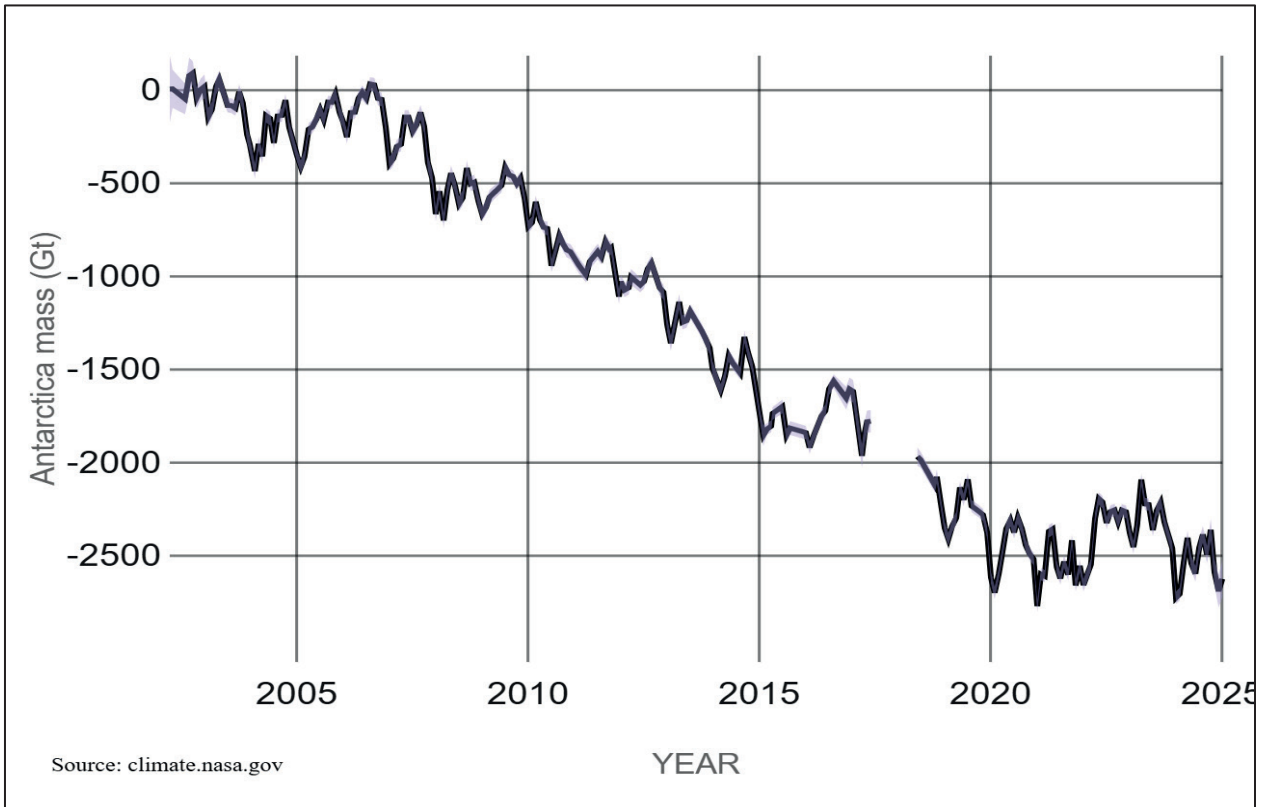
Okyanus ısınmasının etkileri, termal genişleme nedeniyle deniz seviyesi yükselmesi, mercan beyazlaması, büyük buz tabakalarının hızla erimesi, şiddetlenen kasırgalar ve okyanus sağlığı ile biyokimyasındaki değişiklikleri içerir.

3.5. Buz Tabakaları

Antarktika, yılda ortalama 136 milyar ton buz kütleini erimeye bağlı olarak kaybetmektedir. Grönland ise yılda yaklaşık 267 milyar ton buz kütleini kaybederek deniz seviyesinin yükselmesine sebep olmaktadır.



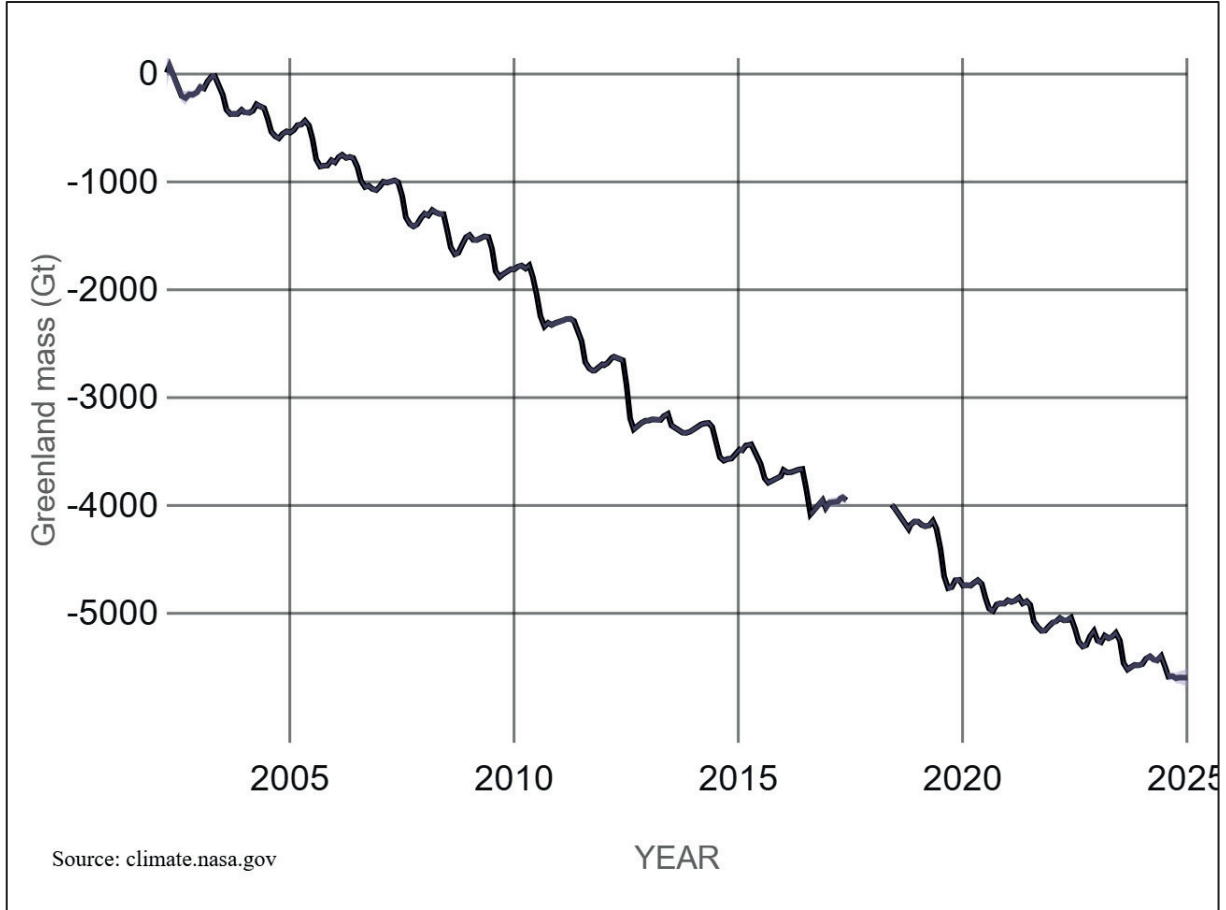
NASA'nın **GRACE** ve **GRACE Follow-On** uydularından elde edilen veriler, hem Antarktika'daki (**Grafik.9**) hem de Grönland'daki (**Grafik.10**) kara buz tabakalarının 2002'den beri kütle kaybettiğini gösteriyor.



Grafik.9: 2002'den Bu Yana Antarktika Kütle Değişimi (NASA Jet Propulsion Laboratory, 2025a)

GRACE uydusunun görevi Haziran 2017'de sona ererken, **GRACE Follow-On** ise Haziran 2018'de veri toplamaya başlamıştır. Her iki buz tabakası NASA tarafından izlenmeye devam edilmektedir. Bu kayıt sistemi, yeni veri işleme yöntemlerini içerir ve iki aya kadar gecikmeyle sürekli olarak güncellenmektedir.

Grönland ve Antarktika'daki buz tabakaları Dünya'daki tüm tatlı suyun yaklaşık üçte ikisini depolamaktadır. Dünya yüzeyinin ve okyanusun ısınmasının devam etmesi nedeniyle buz kütleleri kaybedilmektedir. Bu buz tabakalarından gelen erimiş su miktarı, 1993'ten bu yana deniz seviyesindeki ortalama artışın yaklaşık üçte birinden sorumludur.



Grafik.10: 2002'den Beri Grönland Kütle Değişimi (NASA Jet Propulsion Laboratory, 2025b)

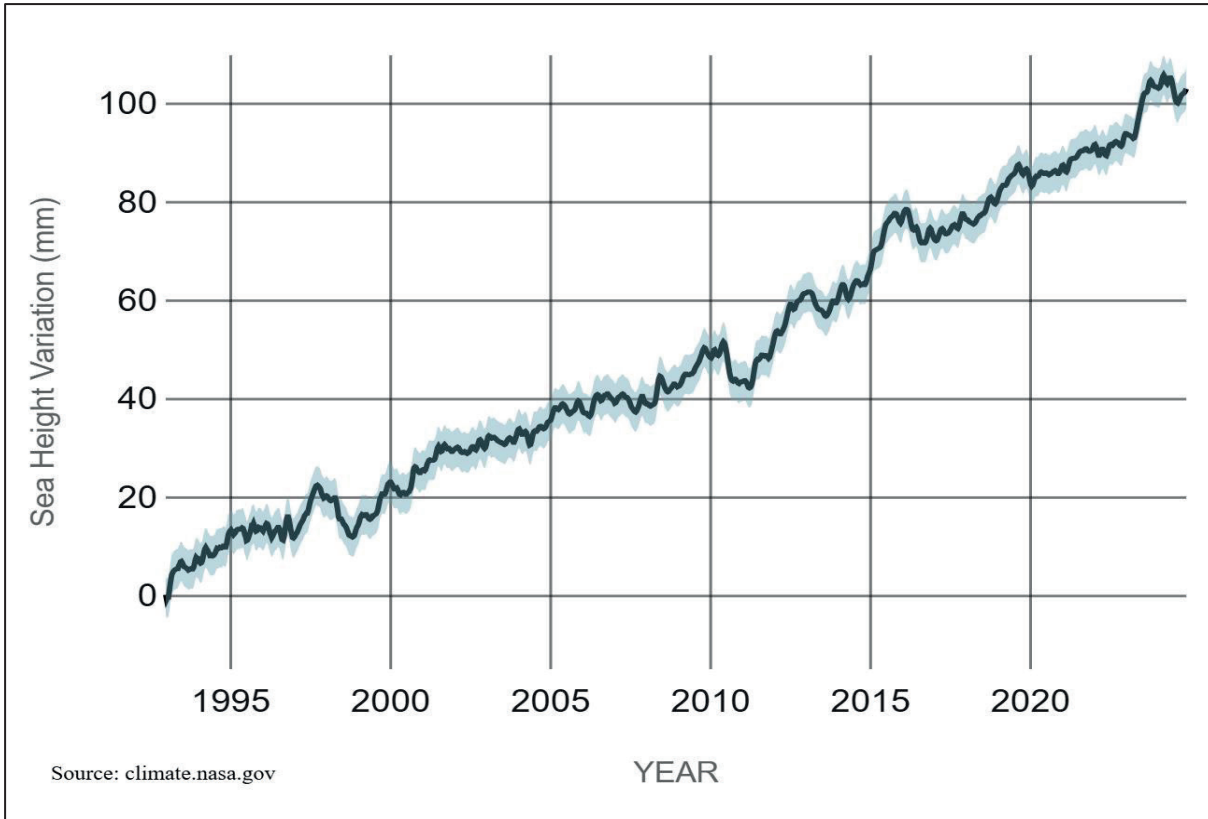
3.6. Deniz Seviyesi

SON ÖLÇÜM : Kasım 2024 103 (± 4,0) mm (NASA verisi)

Dünya' daki deniz seviyeleri, küresel ısınmanın bir sonucu olarak yükselmekte ve son 2.500 yıldan fazla süredir benzeri görülmemiş deniz yükselme oranları görülmektedir.

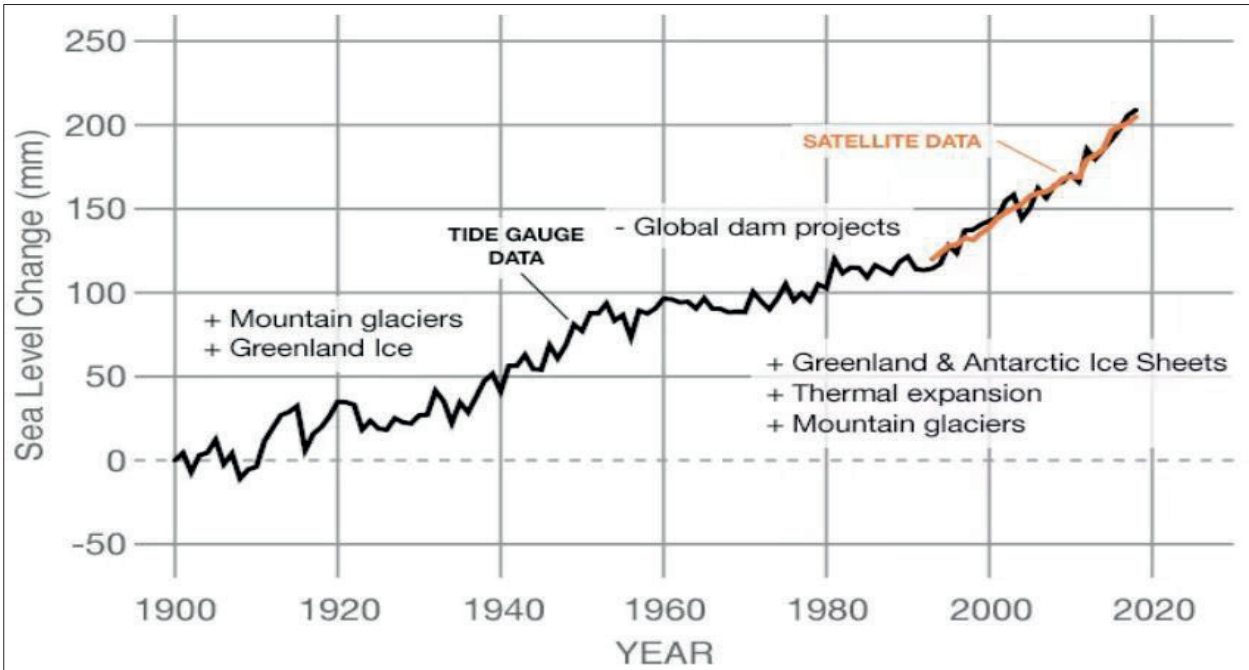
Deniz seviyesi yükselmesi, küresel ısınma ile ilişkili iki ana faktörden kaynaklanmaktadır: eriyen buz tabakaları ve buzulardan gelen ilave su ile ısınan deniz suyunun genleşmesidir.

Grafik.11 1993'ten bu yana uydu gözlemleriyle izlenen küresel deniz seviyesi değişimini göstermektedir.



Grafik.11: Deniz Seviyesi Uydu Gözlem Verileri, 1993'ten Günümüze (NASA Jet Propulsion Laboratory, 2024)

Kıyı gelgit göstergesi ve uydu verilerinden alınan **Grafik.12**, yaklaşık 1900'den 2018'e kadar deniz seviyesinin ne kadar değiştiğini göstermektedir. **Artı (+)** olanlar küresel deniz seviyesinin yükselmesine neden olan faktörleri ifade ederken, **eksiler (-)** ise küresel deniz yükselmesine neden olan etkenleri ifade etmektedir. Bu faktörler, deniz seviyesini etkiledikleri anda görüntülenmektedir.

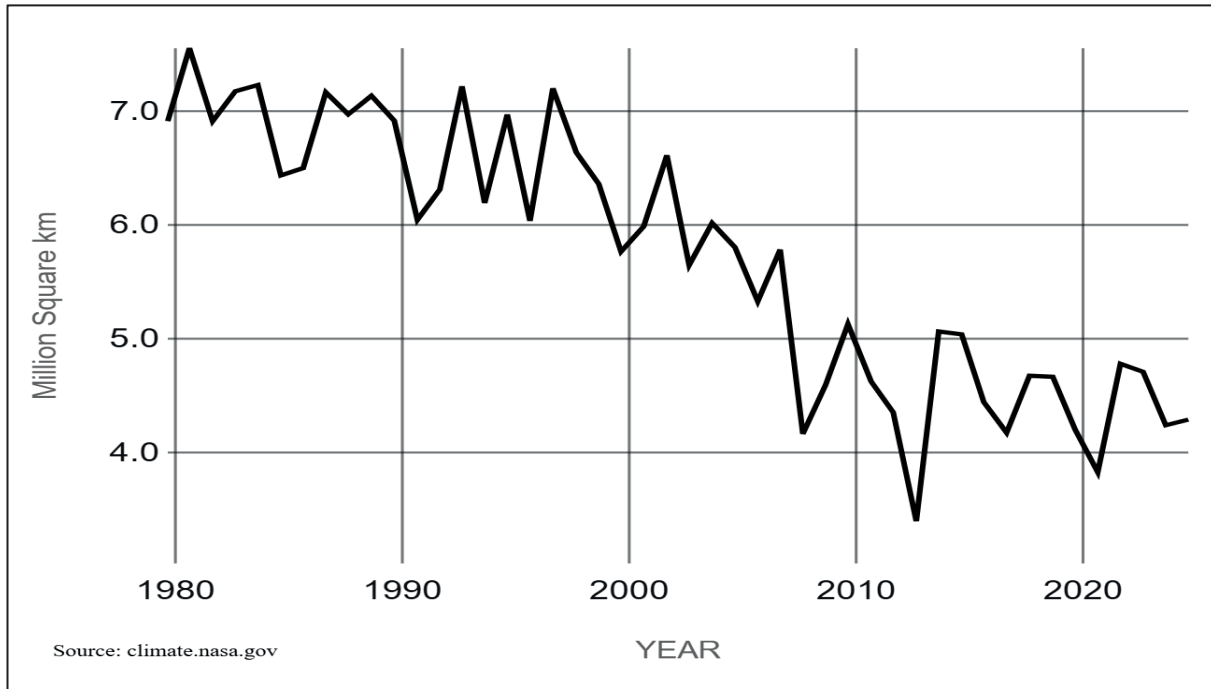


Grafik.12: Deniz Seviyesinin Değişimi, 1900'den 2018'e (NASA Sea Level Change Team, t.y.)



3.7. Kuzey Kutup Deniz Buzunun Minimum Alanı

Kuzey Kutup Deniz Buzu, her **Eylül** ayında minimum alana (uydu sensörlerinin bireysel piksellerin en az %15'inin buzla kaplı olduğunu gösterdiği alan) ulaşmaktadır. Eylül ayında Kuzey Kutup Deniz Buzu, 1981'den 2010'a kadar olan dönemdeki ortalama alanına kıyasla, her on yılda bir **%12,2** oranında küçülmektedir. **Grafik.13** uydu gözlemlerinin başladığı 1979'dan bu yana her eylül ayında Kuzey Kutup Deniz Buzunun büyüklüğünü göstermektedir. Gösterilen aylık değer, her yıl eylül ayı boyunca yapılan günlük gözlemlerin ortalaması olup ve uydular aracılığıyla ölçülür. Deniz buzı miktarındaki en düşük seviye 2012 yılı uydu kayıtlarıdır.



Grafik.13: Kuzey Kutup Deniz Buzunun Yıllık Eylül Ayına Ait Minumum Alan Değişimi (National Snow and Ice Data Center, 2022)

Şekil.6, uydu gözlemlerine dayalı olarak 1979'dan beri her yıl ölçülmesiyle elde edilen Kuzey Kutup Denizi Buzunun minimum alanını göstermektedir.

TIME SERIES: 1979-2022

Data source: Satellite observations.
Credit: NASA Scientific Visualization
Studio



▶ 1979 ○ 2022

TIME SERIES: 1979-2022

Data source: Satellite observations.
Credit: NASA Scientific Visualization
Studio



▶ 1979 ○ 2022

TIME SERIES: 1979-2022

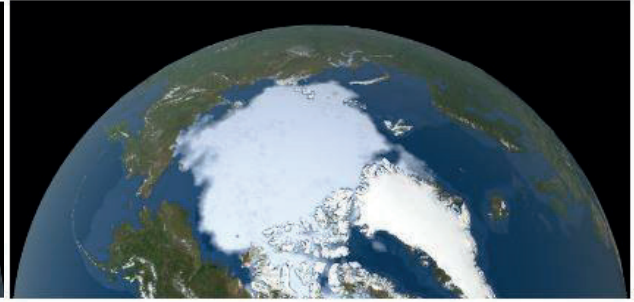
Data source: Satellite observations.
Credit: NASA Scientific Visualization
Studio



▶ 1979 ○ 2022

TIME SERIES: 1979-2022

Data source: Satellite observations.
Credit: NASA Scientific Visualization
Studio



▶ 1979 ○ 2022

TIME SERIES: 1979-2022

Data source: Satellite observations.
Credit: NASA Scientific Visualization
Studio



▶ 1979 ○ 2022

TIME SERIES: 1979-2022

Data source: Satellite observations.
Credit: NASA Scientific Visualization
Studio



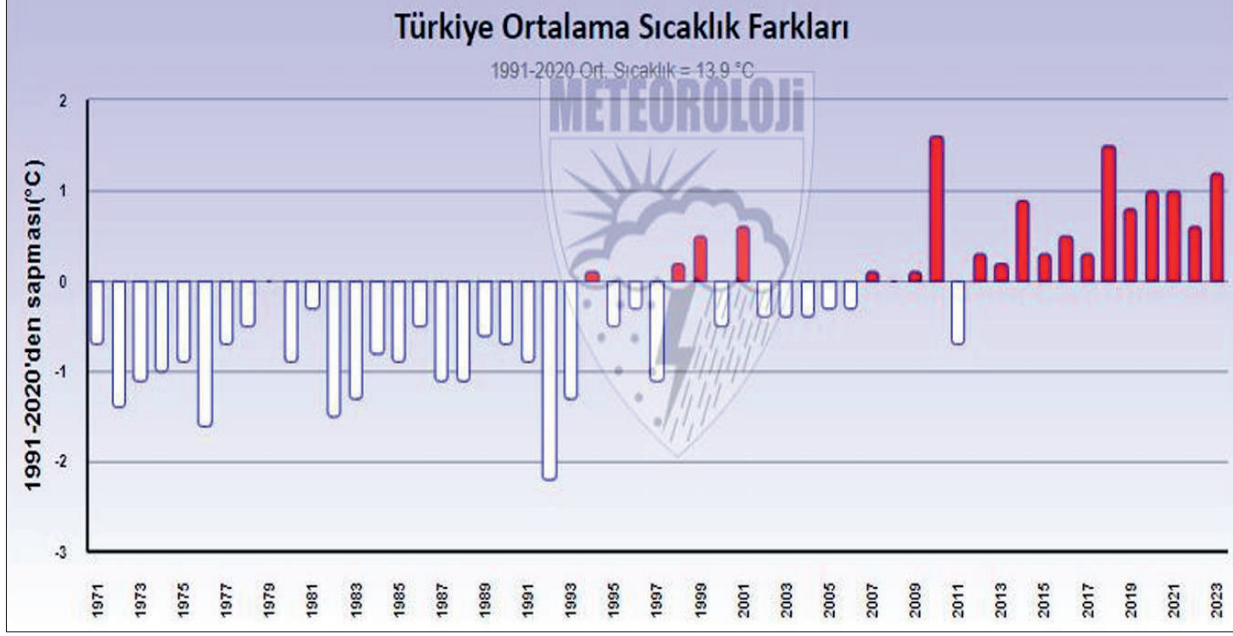
▶ 1979 ○ 2022

Şekil.6: Kuzey Kutup Deniz Buzunun Minimum Alanı, 1979'den 2022'e (NASA's Scientific Visualization Studio, 2022)

4. TÜRKİYE’ DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

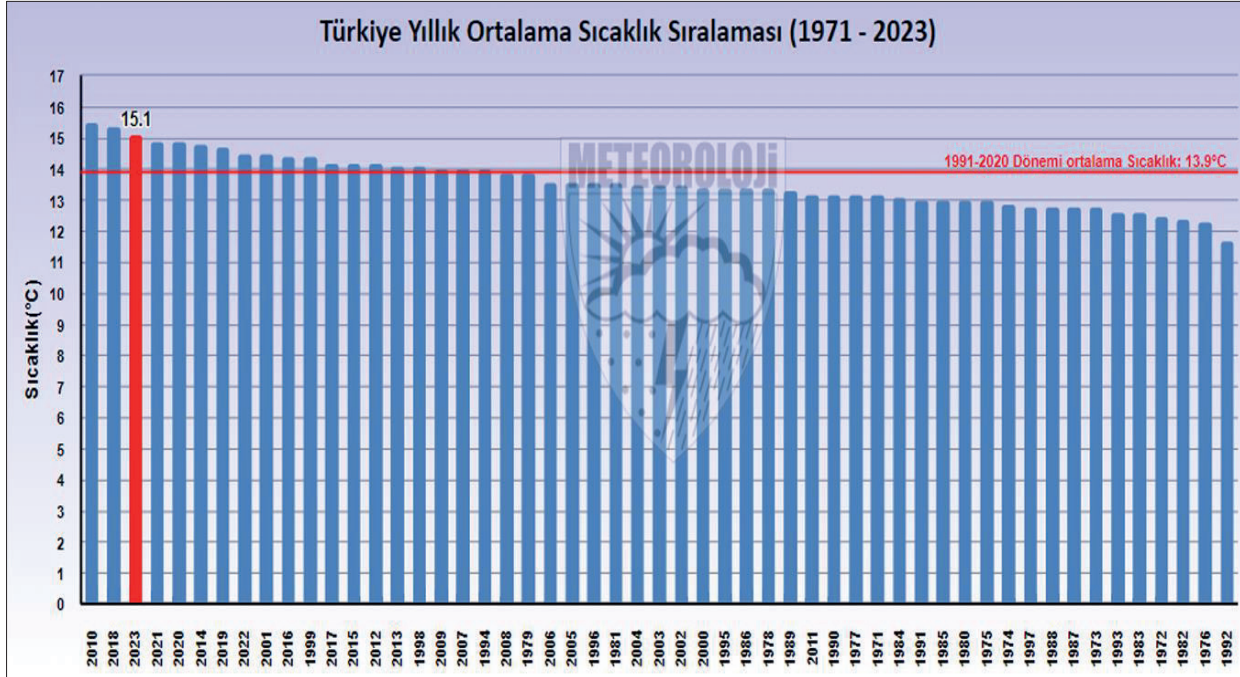
4.1. Sıcaklık Değerlendirmesi

"2022 yılı Türkiye ortalama sıcaklığı 14.5°C ile 1991-2020 ortalaması olan 13.9°C'nin 0.6°C üzerinde" (MGM, 2023a, s.4), "2023 yılı ise 15.1°C ile aynı ortalamanın 1.2°C üzerinde gerçekleşmiştir" (MGM, 2024a, s.2).(Grafik.14)

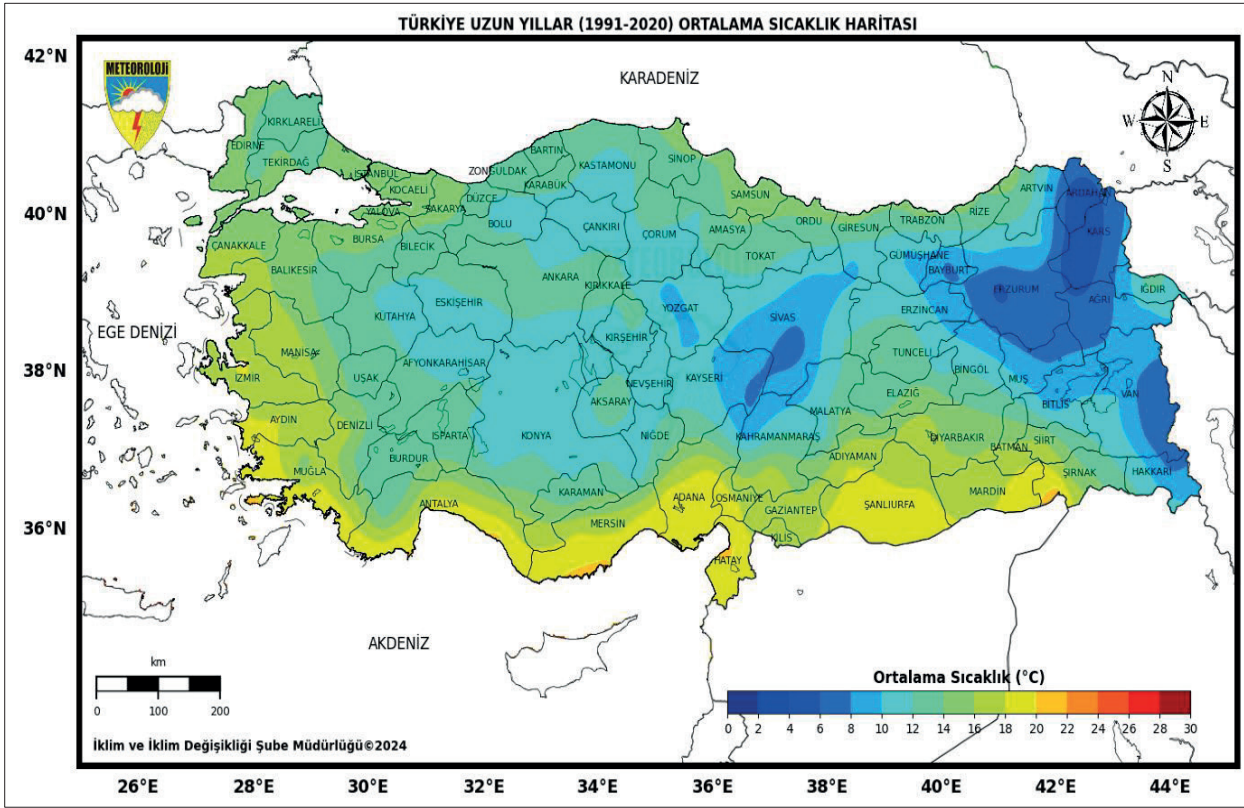


Grafik.14: Türkiye Yıllık Ortalama Sıcaklık Farkları (MGM, 2024a, s.3)

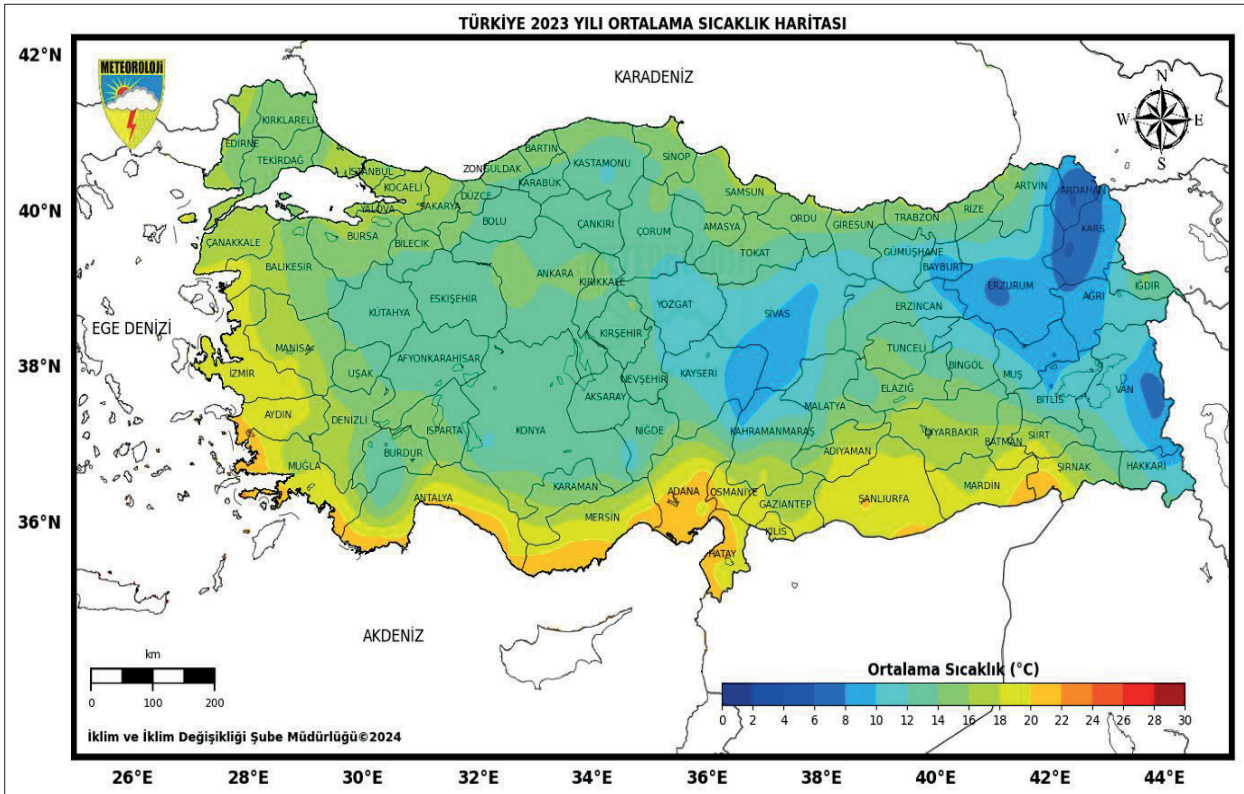
"Türkiye ortalama sıcaklıklarında 2007 yılından bu yana (2011 yılı hariç) pozitif sıcaklık farkları mevcuttur. En sıcak yıl 15.5°C ile 2010 yılıdır. 2022 yılı 14.5°C ile en sıcak sekizinci yılı olurken **2023 yılı ise 15.1°C ile en sıcak üçüncü yıl olmuştur**" (MGM, 2024a, s.3). (Grafik.15)



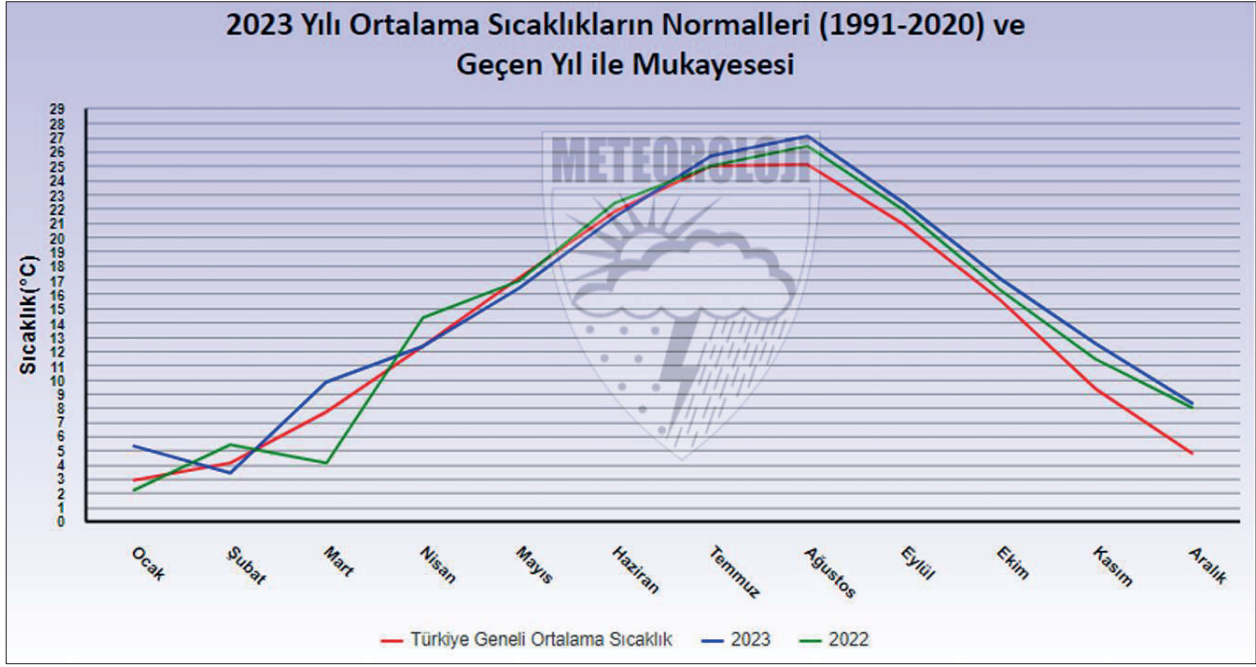
Grafik.15: Türkiye Yıllık Ortalama Sıcaklık Sıralaması (MGM, 2024a, s.3)



Harita.1: Türkiye Uzun Yıllar (1991-2020) Ortalama Sıcaklık Haritası(MGM, 2024a, s.4)



Harita.2: Türkiye 2023 Yılı Ortalama Sıcaklık Haritası(MGM, 2024a, s.5)

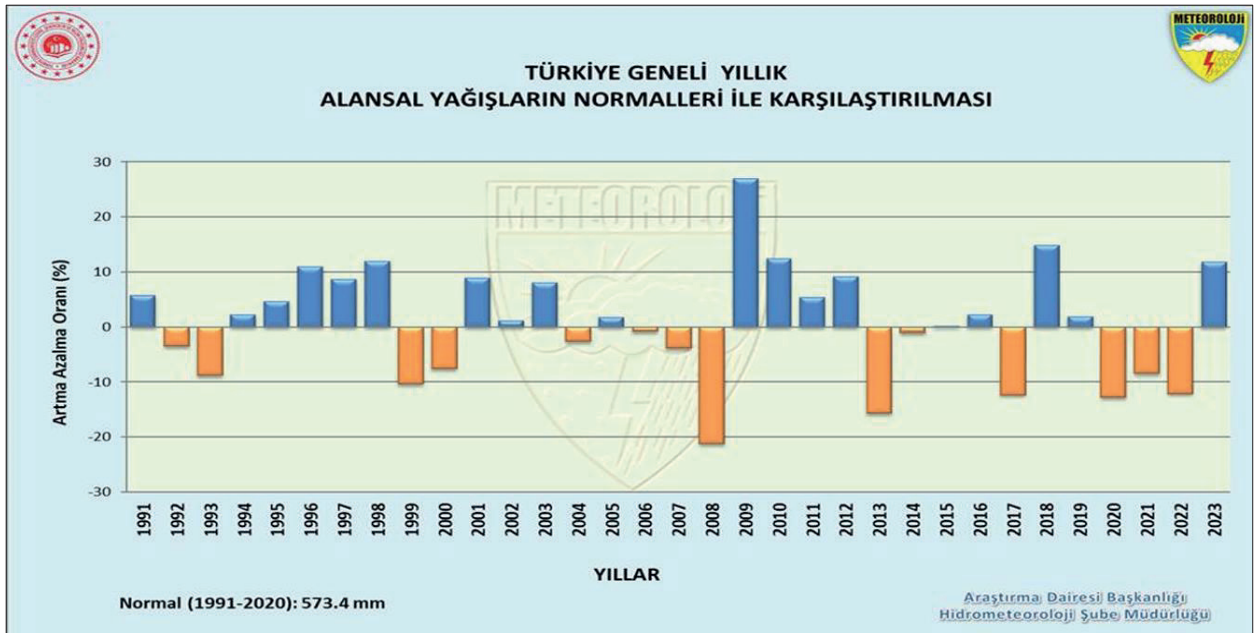


Grafik.16: 2023 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklıkları Uzun Yıllar ve 2022 Yılı ile Kıyaslaması (MGM, 2024a, s.6)

“2023 yılı aylık ortalama sıcaklıklar şubat (3.4°C), mayıs (16.4°C), haziran (21.4°C) ile uzun yıllar (1991-2020) aylık ortalamalarının altında, nisan ayında (12.3°C) uzun yıllar (1991-2020) aylık ortalamasına eşit, diğer aylarda uzun yıllar (1991-2020) aylık ortalamalarının üzerinde gerçekleşmiştir” (MGM, 2024a, s.6). (Grafik.16)

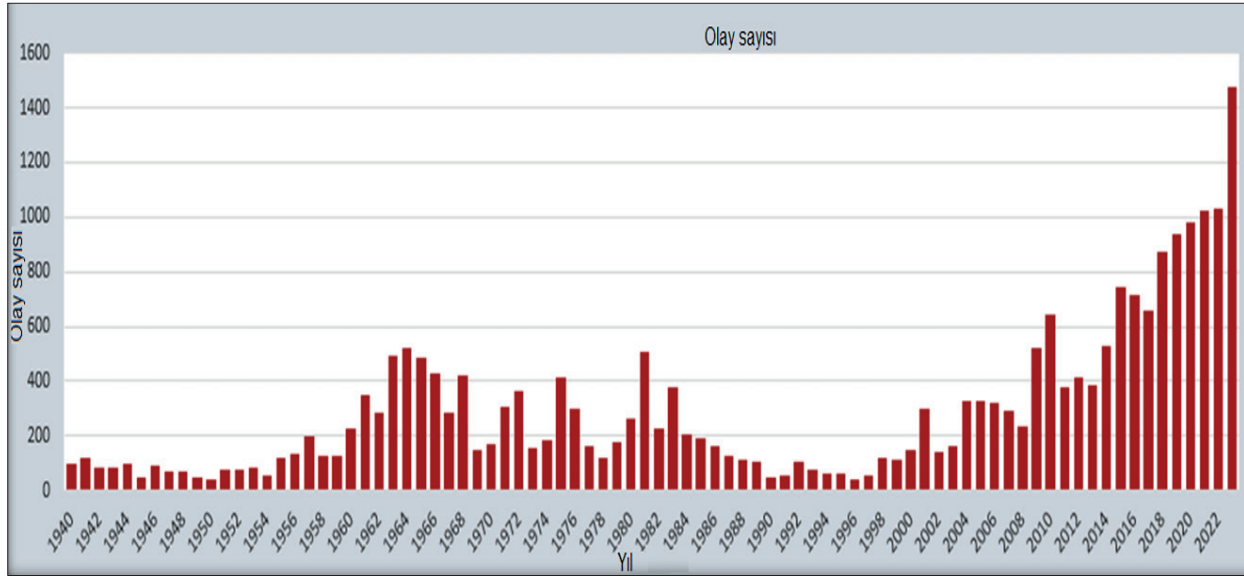
4.2. Yağış Değerlendirmesi

“2022 yıllık alansal yağışı 503.8 mm olarak gerçekleşmiştir. Türkiye geneli yıllık ortalama alansal yağış miktarı 573.4 mm’dir (1991-2020). Yağışlarda normaline göre %12.1 ve 2021 yıl yağışlarına göre %4.0 azalma meydana gelmiştir” (MGM, 2023a, s.16). “2023 yılı alansal yağışı 641.5 mm olarak gerçekleşti. Yağışlarda normaline göre %11.9, 2022 yıl yağışlarına göre %27.3 artış meydana gelmiştir.” (MGM, 2024a, s.16). (Grafik.17)



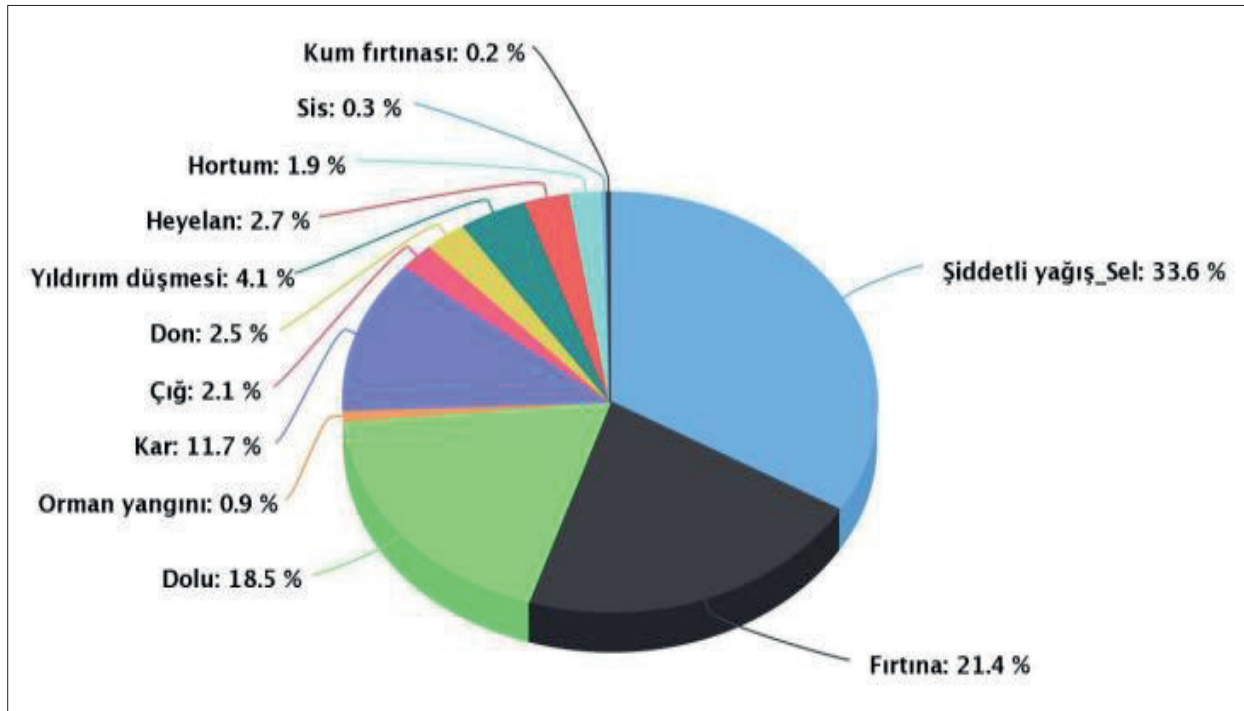
Grafik.17: Türkiye Yıllık Alansal Yağış Sapması (MGM, 2024a, s.16)

4.3. Ekstrem Meteorolojik Olaylar



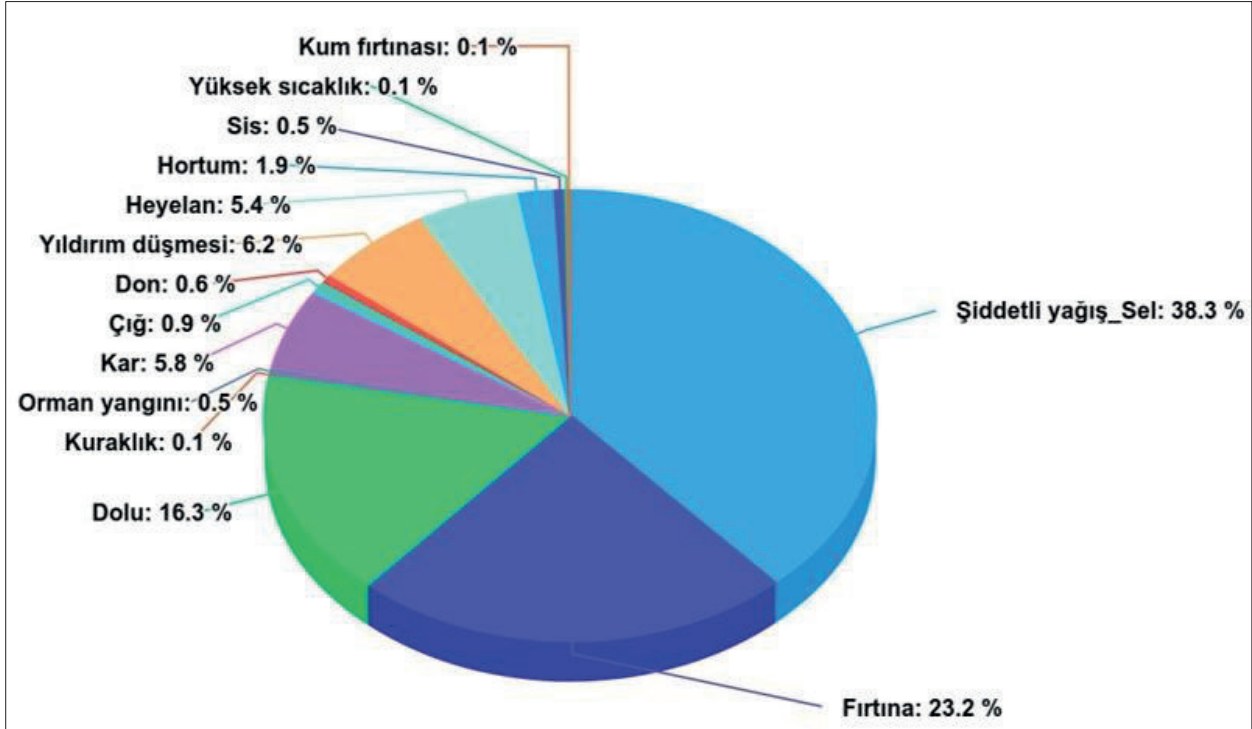
Grafik.18: Türkiye Yıllık Toplam Meteorolojik Ekstrem Olay Sayıları (MGM, 2024a, s.19)

“Kardelen veri tabanına göre 2022 yılında 1030 meteorolojik ekstrem olay sayısı yaşanırken” (MGM, 2023a, s.18), “2023 yılı 1475 ile en fazla ekstrem olay yaşanan yıl olmuştur” (MGM, 2024a, s.19). “Ekstrem olay trendlerinde özellikle son yirmi yılda artış eğilimi vardır” (MGM, 2023a, s.18). (Grafik.18)



Grafik.19: Türkiye 2022 Yılında Meteorolojik Ekstrem Olayların Oransal Dağılımı (MGM, 2023, s.18)

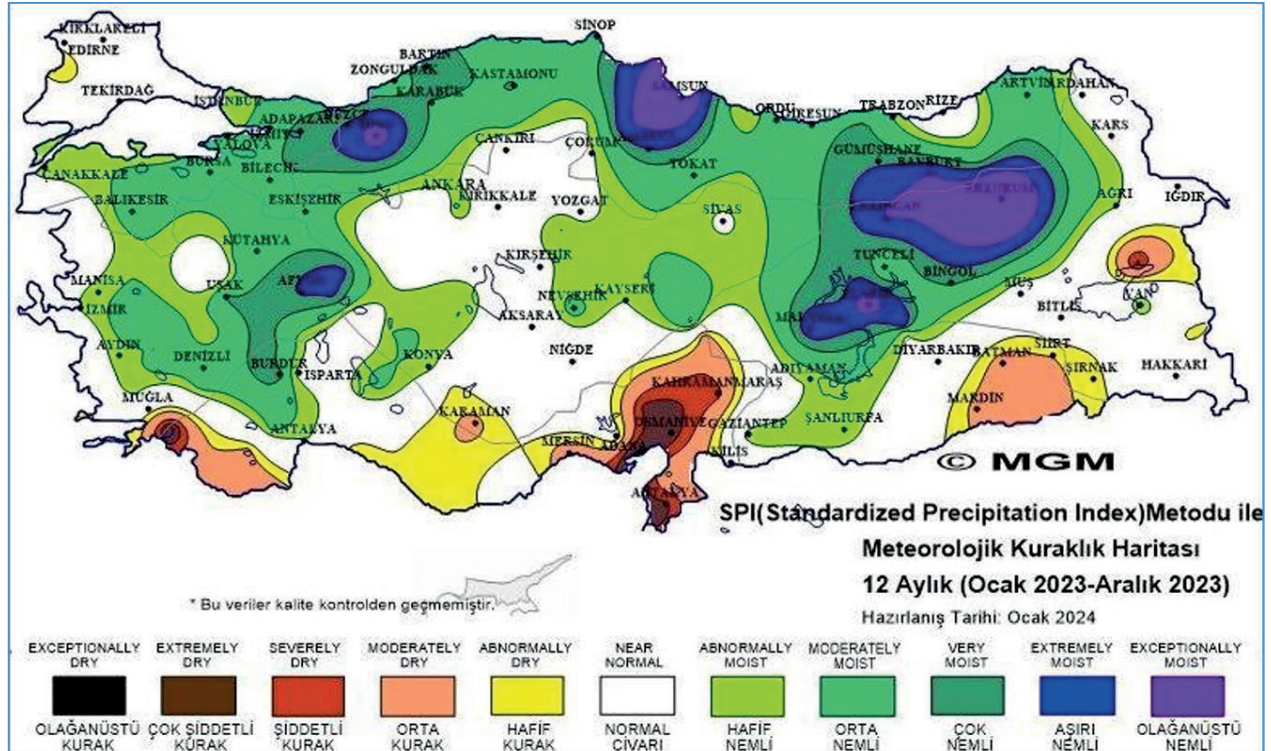
“2022 yılı içerisinde oluşan meteorolojik ekstrem olayların büyük çoğunluğunu %33.6 ile şiddetli yağışların oluşturduğu kayıt edilmiştir. Bu değeri % 21,4 ile fırtına, %18,5 ile dolu, %11,7 ile kar takip etmiştir. Diğer ekstrem olaylar %4,1 yıldırım düşmesi, %2,7 heyelan, %2,5 don, %2,1 çığ, %1,9 hortum, %0,9 orman yangını, %0,3 sis, %0,2 kum fırtınası şeklinde gerçekleşmiştir” (MGM, 2023a, s.18). (Grafik.19)



Grafik.20: Türkiye 2023 Yılında Meteorolojik Ekstrem Olayların Oransal Dağılımı (MGM, 2024a, s.19)

“2023 yılında içerisinde oluşan meteorolojik olayların %38,8 ile şiddetli yağış ve sel, %23,2 ile fırtına, %16,3 ile dolu, %6,2 ile yıldırım düşmesi, %5,8 ile şiddetli kar, %5,4 ile heyelan ve %1,9 ile hortum oldu. Diğer ekstrem olaylar %5,4 heyelan, %0,6 don, %0,9 çığ, %1,9 hortum, %0,5 orman yangını, %0,5 sis, %0,1 kum fırtınası şeklinde gerçekleşmiştir”(MGM, 2024a, s.19). (Grafik.20)

4.4. Kuraklık



Harita.3: 2023 Yılı Meteorolojik Kuraklık Haritası (SPI Yöntemi) (MGM, 2024a, s.22)

“2023 yılı itibariyle Standart Yağış İndeksi Metoduna göre yapılan meteorolojik kuraklık haritasına(Harita.3) göre yurdumuzda;

- Marmara Bölgesi’nde Edirne (Uzunköprü),
- Ege Bölgesi’nde Muğla (Köyceğiz, Bodrum ve Marmaris),
- Akdeniz Bölgesi’nde Antalya (Elmalı, Finike, Alanya, Manavgat ve Gazipaşa), Mersin, Adana (Yumurtalık ve Kozan), Kahramanmaraş, Antakya, Osmaniye,
- İç Anadolu Bölgesi’nde Karaman, Konya (Çumra ve Hadim),
- Doğu Anadolu Bölgesi’nde Van (Erciş ve Başkale),
- Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Batman, Mardin, Siirt, Şırnak (Cizre) ve çevrelerinde değişen şiddetlerde meteorolojik kuraklık etkili olmaktadır” (MGM, 2024a, s.22).

4.5. Toprak Sıcaklığı

“Türkiye 5 Cm Toprak Sıcaklıkları(Grafik.21)

Üzerinde çalışılan istasyon sayısı: 201 1970-2023

Yılları Arasında En Sıcak yıl : 2010 18,1°C

1970-2023 Yılları Arasında En Soğuk yıl: 1992 14,3°C

1970-2023 Yılları Türkiye 5 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,9°C

1970-2023 Yıllarının Beş Eşit Periyotta Değerlendirilmesi:

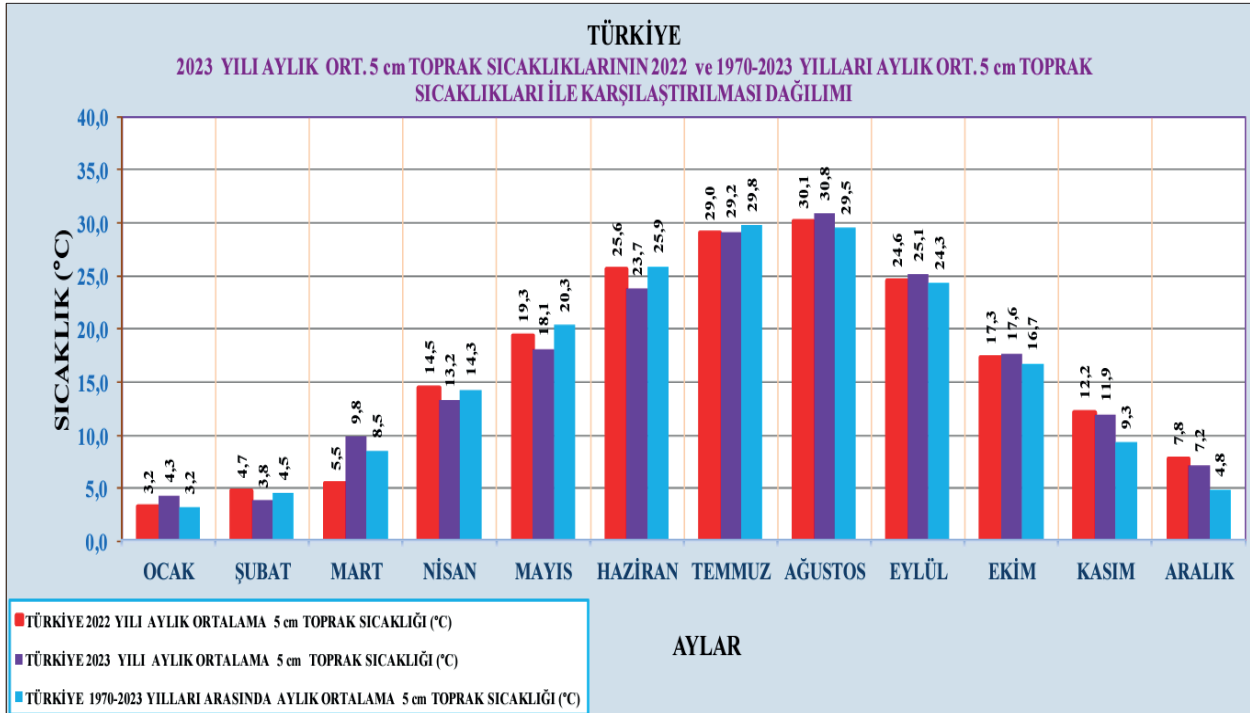
1970-1979 Yılları Türkiye 5 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,5°C

1980-1990 Yılları Türkiye 5 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,4°C

1991-2001 Yılları Türkiye 5 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,8°C

2002-2012 Yılları Türkiye 5 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 16,5°C

2013-2023 Yılları Türkiye 5 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 16,5°C” (MGM, 2024b, s.1).



Grafik.21: Aylık Ortalama 5 cm Toprak Sıcaklıkları Verisinin 2023 Aylık Ortalama Değerlerinin 2022 ve 1970-2023 Aylık Değerlerle Karşılaştırılması (MGM, 2024b, s.3)

“Türkiye 10 Cm Toprak Sıcaklıkları(Grafik.22)

Üzerinde çalışılan istasyon sayısı: 197 1970-2023

Yılları Arasında En Sıcak yıl: 2010 17,6°C

1970-2023 Yılları Arasında En Soğuk yıl: 1992 14,3°C

1970-2023 Yılları Türkiye 10 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,9°C

1970-2023 Yıllarının Beş Eşit Periyotta Değerlendirilmesi:

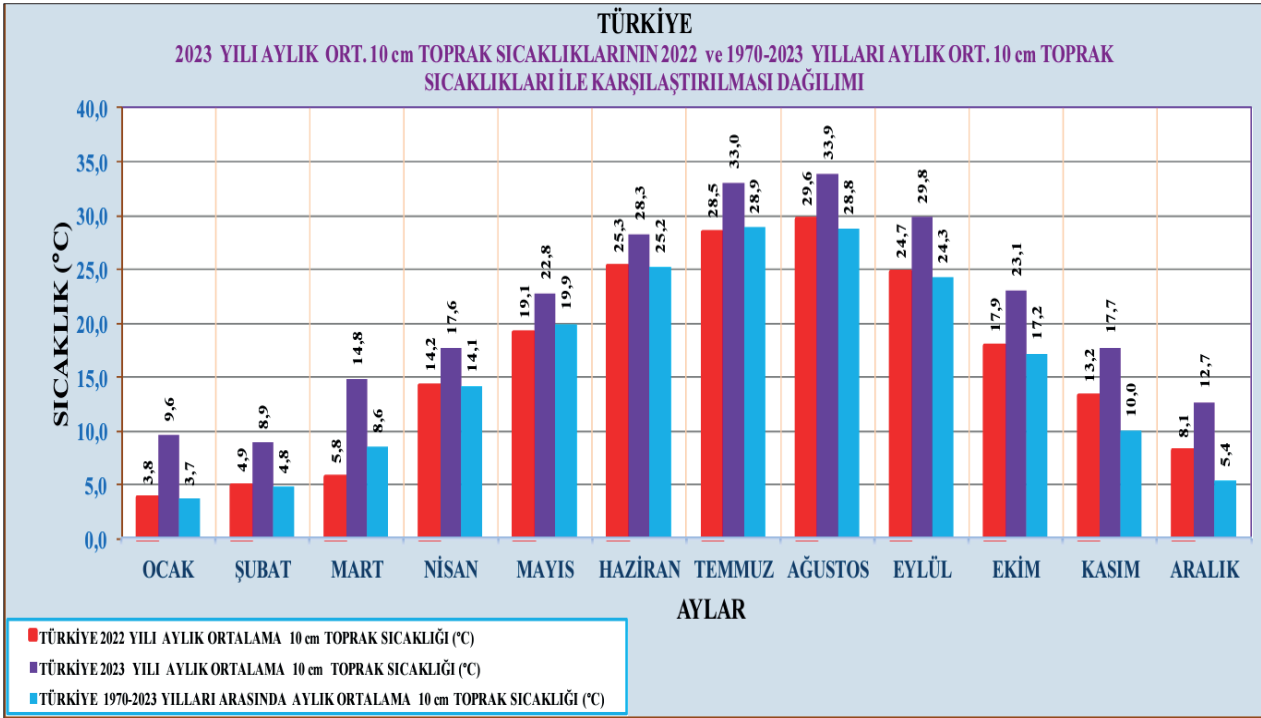
1970-1979 Yılları Türkiye 10 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,4°C

1980-1990 Yılları Türkiye 10 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,2°C

1991-2001 Yılları Türkiye 10 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,7°C

2002-2012 Yılları Türkiye 10 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 16,6°C

2013-2023 Yılları Türkiye 10 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 16,0°C” (MGM, 2024c, s.1).



Grafik.22: Aylık Ortalama 10 cm Toprak Sıcaklıkları Verisinin 2023 Aylık Ortalama Değerlerinin 2022 ve 1970-2023 Aylık Değerlerle Karşılaştırılması (MGM, 2024c, s.3)

“Türkiye 20 Cm Toprak Sıcaklıkları(Grafik.23)

Üzerinde çalışılan istasyon sayısı: 196 1970-2023

Yılları Arasında En Sıcak yıl : 2010 17,1°C

1970-2023 Yılları Arasında En Soğuk yıl: 1992 14,1°C

1970-2023 Yılları Türkiye 20 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,6°C

1970-2023 Yıllarının Beş Eşit Periyotta Değerlendirilmesi:

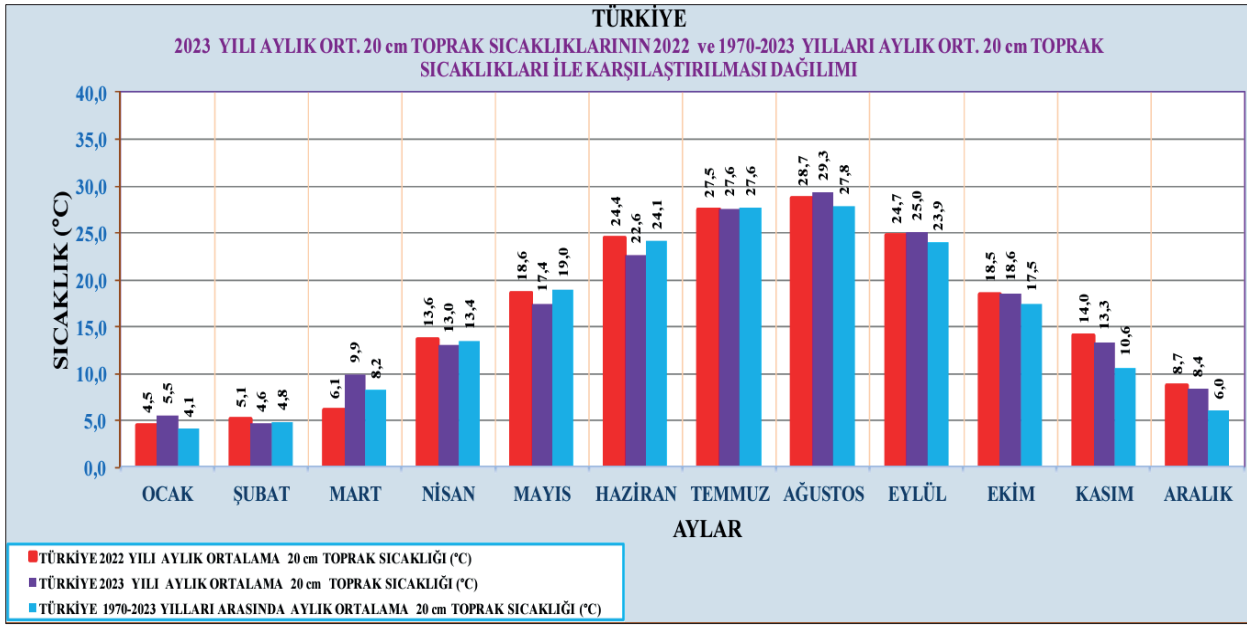
1970-1979 Yılları Türkiye 20 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,2°C

1980-1990 Yılları Türkiye 20 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,0°C

1991-2001 Yılları Türkiye 20 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,5°C

2002-2012 Yılları Türkiye 20 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 16,2°C

2013-2023 Yılları Türkiye 20 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 16,3°C” (MGM, 2024d, s.1).



Grafik.23: Aylık Ortalama 20 cm Toprak Sıcaklıkları Verisinin 2023 Aylık Ortalama Değerlerinin 2022 ve 1970-2023 Aylık Değerlerle Karşılaştırılması (MGM, 2024d, s.3)

“Türkiye 50 Cm Toprak Sıcaklıkları(Grafik.24)

Üzerinde çalışılan istasyon sayısı: 177 1970-2023

Yılları Arasında En Sıcak yıl : 2010 16,8°C

1970-2023 Yılları Arasında En Soğuk yıl: 1992 14,1°C

1970-2023 Yılları Türkiye 50 cm Toprak Sıcaklığı Ortalaması: 15,5°C

1970-2023 Yıllarının Beş Eşit Periyotta Değerlendirilmesi:

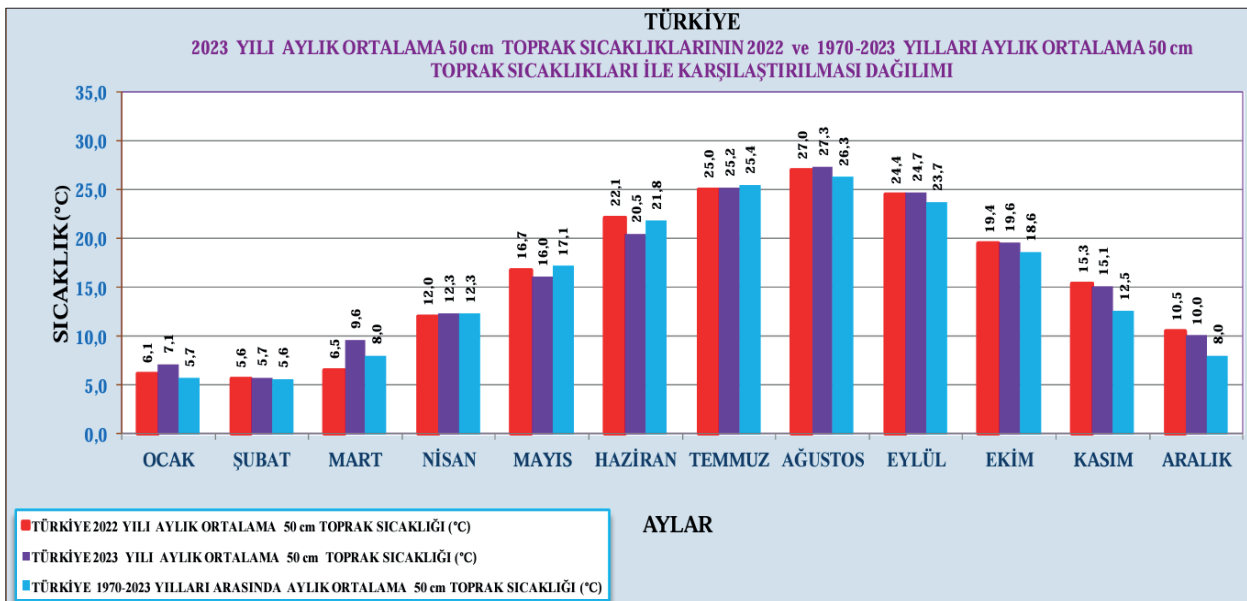
1970-1979 Yılları Arasında Türkiye Ort. 50cm Toprak Sıcaklığı: 15,1°C

1980-1990 Yılları Arasında Türkiye Ort. 50cm Toprak Sıcaklığı: 14,9°C

1991-2001 Yılları Arasında Türkiye Ort. 50cm Toprak Sıcaklığı: 15,3°C

2002-2012 Yılları Arasında Türkiye Ort. 50cm Toprak Sıcaklığı: 15,9°C

2013-2023 Yılları Arasında Türkiye Ort. 50cm Toprak Sıcaklığı: 16,0°C” (MGM, 2024e, s.1).



Grafik.24: Aylık Ortalama 50 cm Toprak Sıcaklıkları Verisinin 2023 Aylık Ortalama Değerlerinin 2022 ve 1970-2023 Aylık Değerlerle Karşılaştırılması (MGM, 2024e, s.3)

5. İLÇEMİZİN TARİHİ VE COĞRAFİ YAPISI

Osmangazi İlçesi, nüfusu yoğunluğu büyük ilçeler arasında yer almaktadır. Nüfusu 885.241 kişi (TÜİK, 2025) ve “71.400 hektar alanıyla ülkemizdeki 56 ilden daha büyüktür” (Osmangazi Belediyesi, t.y.). İlçemiz, 136 mahalleden oluşmaktadır. İlçe doğusunda Gökdere Vadisi ile başlar; batıda Nilüfer Deresi ve Yeni Mudanya Yolu, kuzeyde Samanlı Dağları, Nilüfer Çayı ve Bursa Ovası’nda kapsayan bölgeyi içerir. (T.C. Osmangazi Kaymakamlığı, t.y.)

Osmangazi İlçesi Bursa merkezli eski bir yerleşim bölgesidir. “Osmanlı’nın ilk başkenti olan Bursa’da 14. yüzyılda oluşmaya başlayan ticaret bölgesi; 16. yüzyılda han, bedesten ve çarşıların oluşumuyla gelişimini tamamlamıştır. Erken Osmanlı döneminde yapılan 668 yıllık geçmişliyle Hanlar Bölgesi, Bursa’da çarşı yapısının nasıl oluştuğunu göstermesi açısından önemlidir. Bu bölgedeki hanlar; Balibey Han, Koza Han, Fidan Han, Piriç Han, İpek Han, Emir Han, Geyve Han, Galle Han, Çukur (Kütahya) Han, Kapan Han, Tuz Han’dır.

Osmanlı payitahtı Bursa’da Ulucami, Şahadet Cami, 1. Murat Hüdavendigâr Cami ve Türbesi, Osmangazi ve Orhangazi Türbeleri ve Tophane Saat Kulesi kentin simgeleri arasındadır. Karamustafa Hamamı, Mahkeme Hamamı, Çekirge Hamamı, önemli kaplıca merkezlerindendir. Eski Ördekli Hamamı da Kültür Merkezi olarak hizmet vermektedir. İlçemizde sıklıkla rastlanılan tarihi küçük camiler ve hala suları akan tarihi çeşmelerin kültürel açıdan özel bir yeri vardır.” (T.C. Osmangazi Kaymakamlığı, t.y.)

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan “İlçelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması (SEGE)”ne göre, Osmangazi Türkiye sıralamasında 32. sırada ve 1. Kademe (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, t.y.) gelişmiş ilçeler listesindedir.

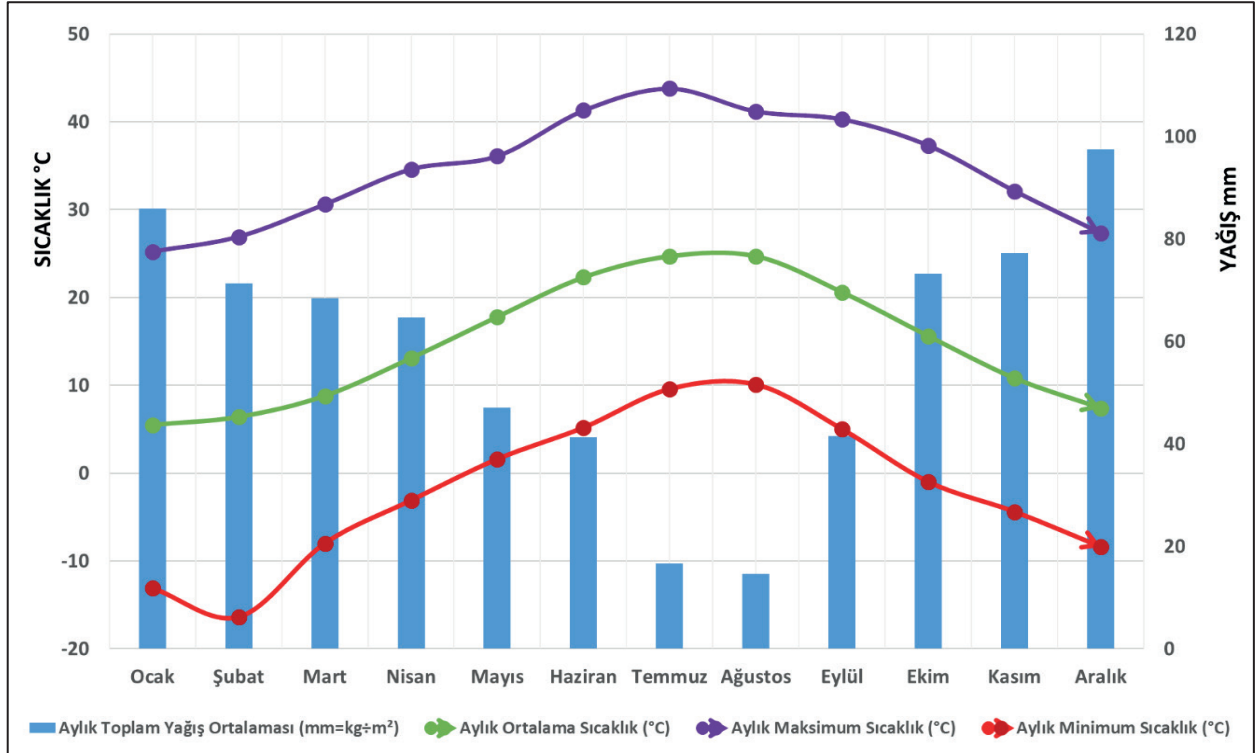


6. KLİMATOLOJİK ANALİZİ

Osmangazi İlçesi'ne kış aylarında yaz aylarına göre çok daha fazla yağış düşmektedir. Köppen-Geiger'e göre iklim Csa' (Peel ve diğerleri, 2007) dir. İklim özellikleri ise kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuraktır. (MGM, 2023b)

6.1. 17116 Numaralı İstasyon Verileri(Bursa/Osmangazi, Enlem:40.2308, Boylam:29.0133, Rakım:100 m)

Toplam yağış, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklıkların aylık değerleri 1975-2023 yılları arasında klimatolojik analiz için kullanılmıştır.(MGM' den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.)(Grafik.25)



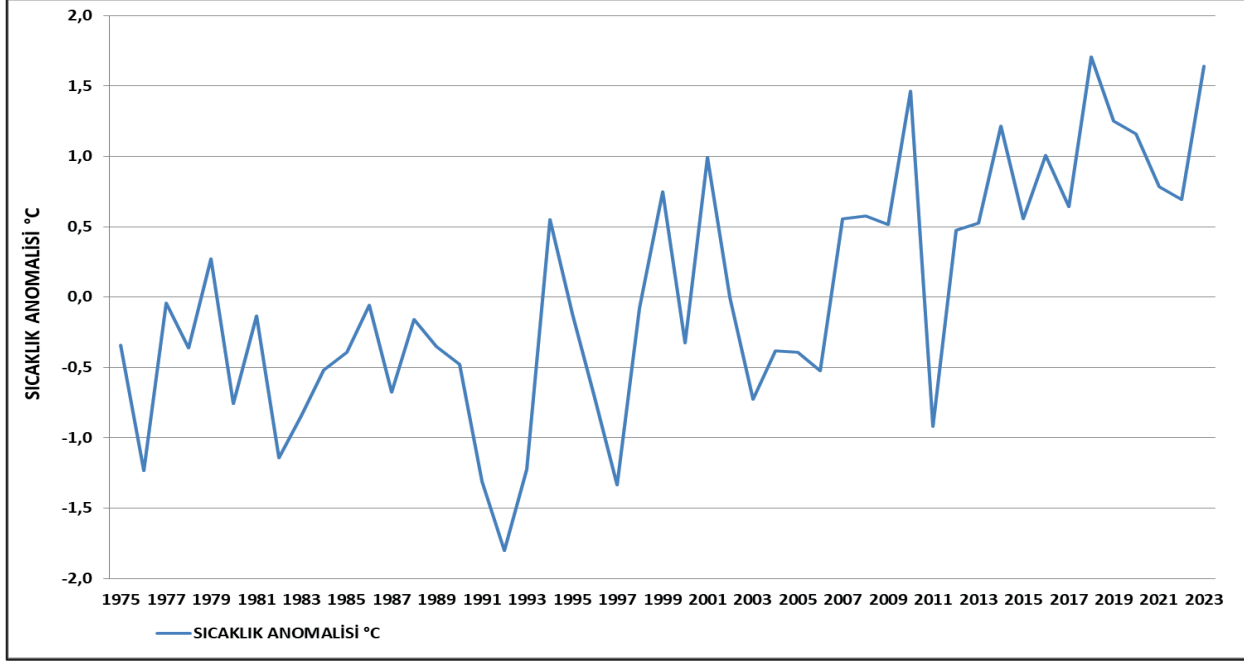
Grafik.25: 17116 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı

- Yıllık ortalama yağış miktarı 699,4 mm'dir. Ortalama 14,6 mm yağışla ağustos ayı yılın en kurak ayıdır. Ortalama 97,5 mm yağış miktarıyla en fazla yağış aralık ayında görülmektedir. Yılın en kurak ve en yağışlı ayı arasındaki yağış miktarı 82,9 mm'dir.
- Yıllık ortalama sıcaklık 14,8 °C'dir. Temmuz ve ağustos ayı 24,7 °C ortalama sıcaklıkla yılın en sıcak aylarıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 5,5 °C olup yılın en düşük ortalamasıdır.
- Kar yağışlı günler ortalama sayısı ise yılda 11 gündür. En yüksek kar kalınlığı 66 cm'dir.
- Kuvvetli rüzgârların görüldüğü aylar kasım ve aralık aylarıdır. Osmangazi'de tespit edilen en yüksek rüzgâr hızı 31,6 m/sn'dir.
- Uzun yıllar boyunca ölçülen değerlere göre Osmangazi'nin ortalama basınç değeri 1004,2 hPa, tespit edilen en yüksek basınç değeri 1029,7 hPa ve en düşük basınç değeri 975,5 hPa'dır.
- Yıllık yağışlı gün sayısı ortalaması 111,34 gün'dür. En yüksek ortalama yağışlı gün sayısı ocak ayında olup 14,2 gün'dür, en düşük ortalama yağışlı gün sayısı ise ağustos ayında 3.12 gün'dür.

6.2. 17116 Numaralı İstasyon Eğilim Analizi

6.2.1. Sıcaklık

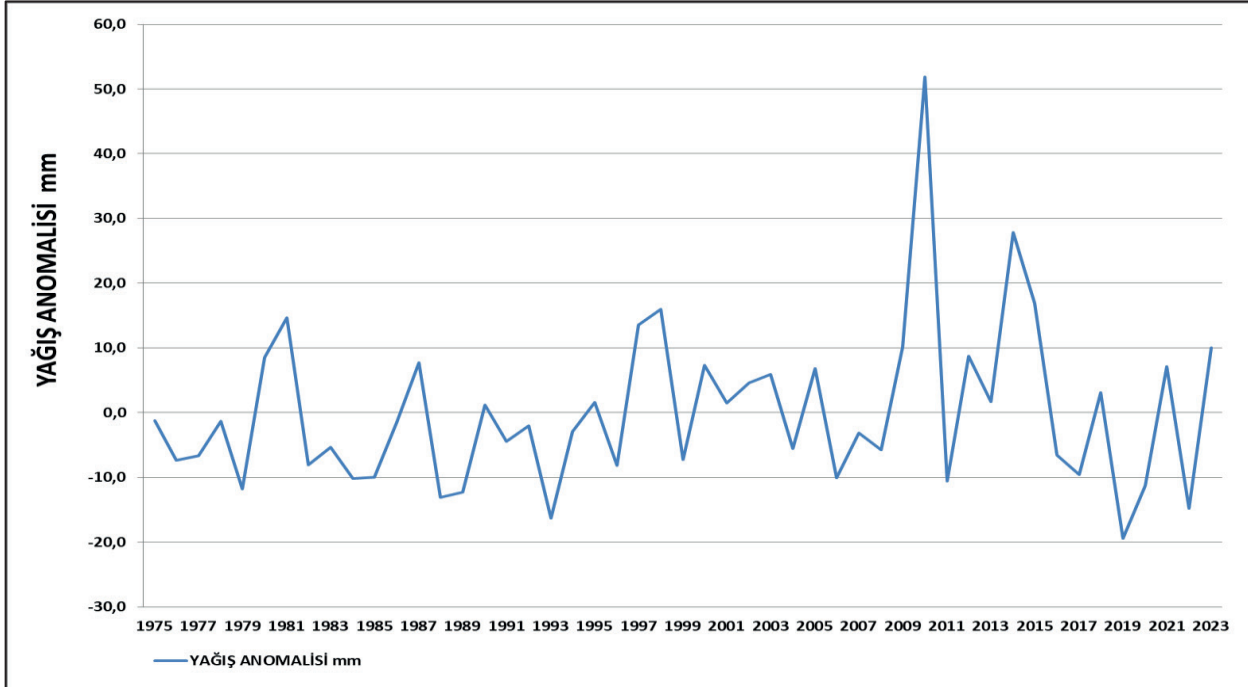
17116 Numaralı İstasyonun yıllık ortalama sıcaklıkları 1975-2023 yılları arasında değerlendirilmiştir.(MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.)(Grafik.26)



Grafik.26: 17116 Numaralı İstasyon Yıllık Sıcaklık Anomalisi (1975- 2023)

6.6.2. Yağış

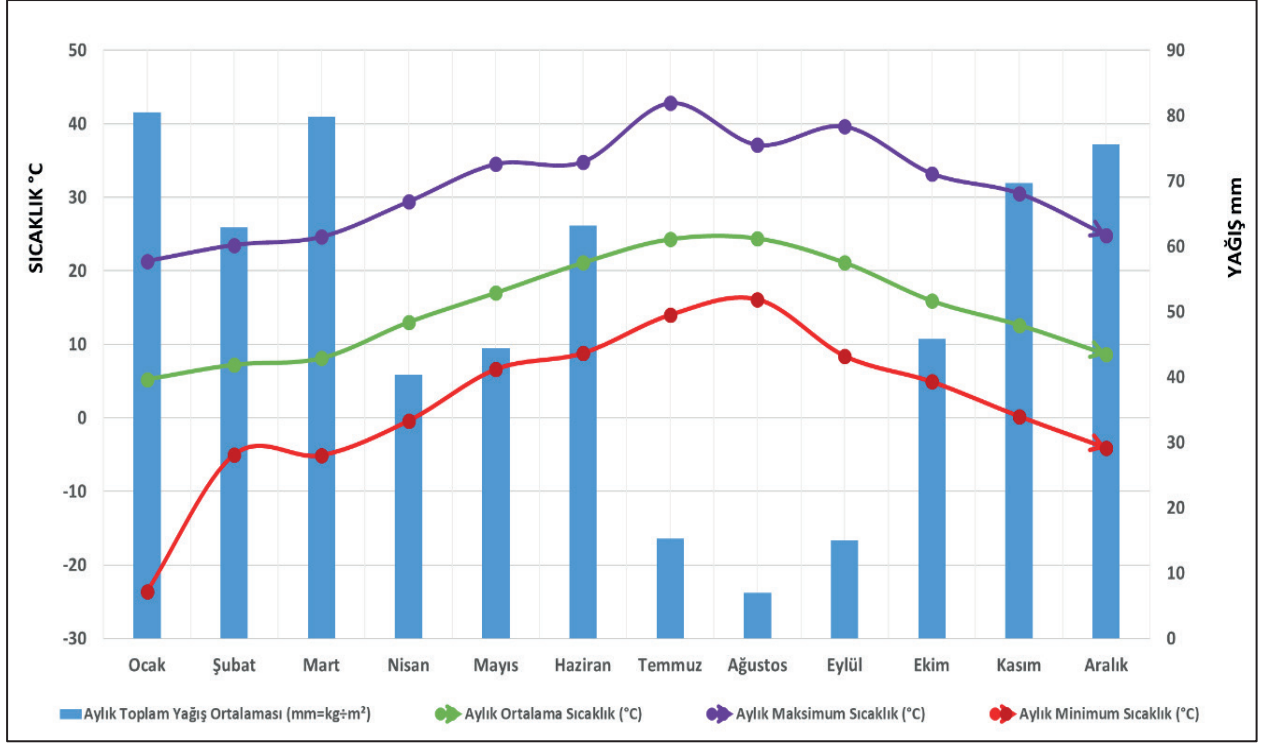
Yıllık yağışlarda da yıldan yıla değişkenliğin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. En yağışlı yıllar 2010 ve 2014 yıllarıdır. En kurak yıllar 1993 ve 2019 yıllarıdır.(MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.)(Grafik.27)



Grafik.27: 17116 Numaralı İstasyon Yıllık Yağış Anomalisi (1975-2023)

6.3. 18741 Numaralı İstasyon Verileri(Osmangazi/Gündoğdu, Enlem:40.3244, Boylam:29.0439, Rakım:439 m)

Toplam yağış, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklıkların aylık değerleri 2016-2023 yılları arasında klimatolojik analiz için kullanılmıştır.(MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.) (Grafik.28)



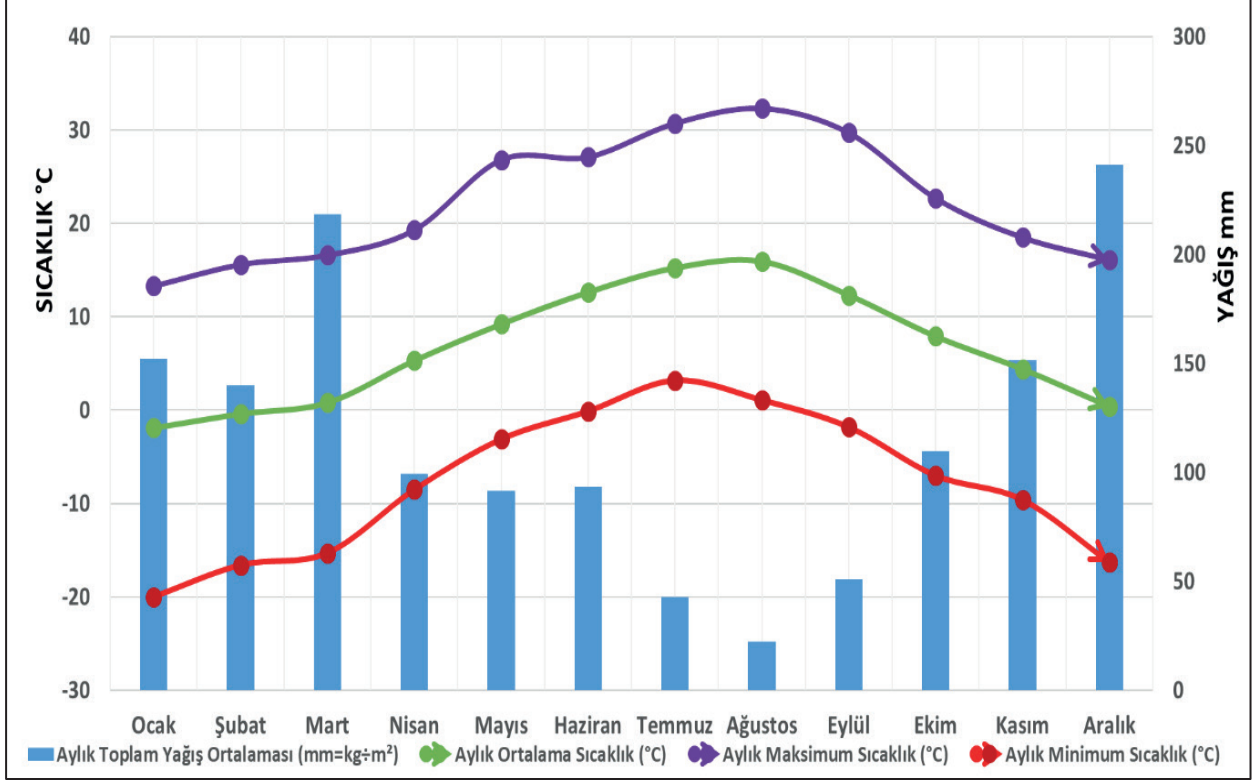
Grafik.28: 18741 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı

- Yıllık ortalama yağış miktarı 589,87 mm'dir. Ortalama 7,00 mm yağışla ağustos ayı yılın en kurak ayıdır. Ortalama 80,47 mm yağış miktarıyla en fazla yağış ocak ayında görülmektedir. Yılın en kurak ve en yağışlı ayı arasındaki yağış miktarı 73,47 mm'dir.
- Yıllık ortalama sıcaklık 14,9 °C'dir. Ağustos ayı 24,4 °C sıcaklıkla, temmuz ayı 24,3 °C sıcaklıkla yıllık ortalama sıcaklığın görüldüğü en sıcak aylardır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 5,2 °C olup yılın en düşük ortalamasıdır.
- Yıllık yağışlı gün sayısı ortalaması 99,40 gün'dür. En yüksek ortalama yağışlı gün sayısı ocak ayında olup 14,75 gün'dür, en düşük ortalama yağışlı gün sayısı ise ağustos ayında 2,75 gün'dür.



6.4. 18756 Numaralı İstasyon Verileri(Osmangazi/Sarıalan, Enlem:40.1353, Boylam:29.1106, Rakım:1626 m)

Toplam yağış, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklıkların aylık değerleri 2016-2023 yılları arasında klimatolojik analiz için kullanılmıştır.(MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.) (Grafik.29)



Grafik.29: 18756 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı

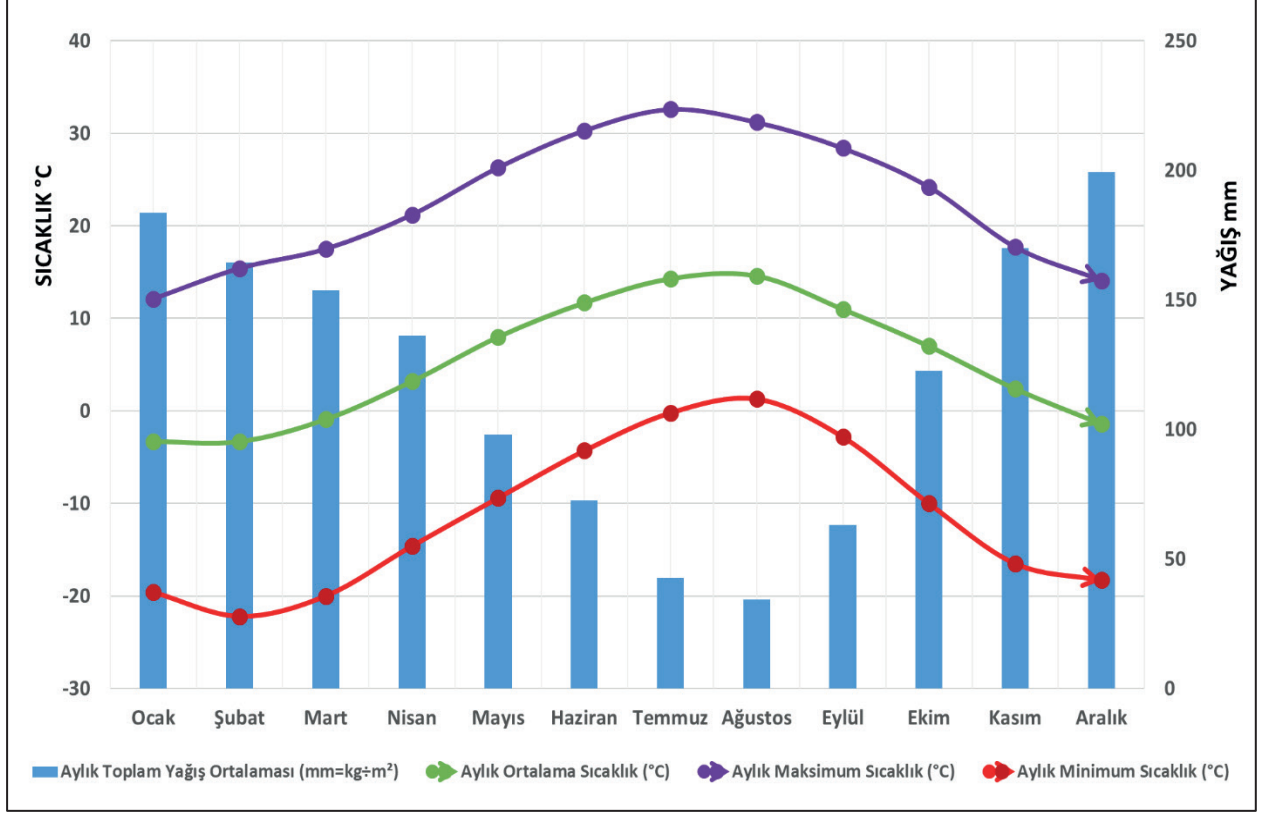
- Yıllık ortalama yağış miktarı 1.413,40 mm'dir. Ortalama 22,16 mm yağışla ağustos ayı yılın en kurak ayıdır. Ortalama 290,94 mm yağış miktarıyla en fazla yağış aralık ayında görülmektedir. Yılın en kurak ve en yağışlı ayı arasındaki yağış miktarı 268,78 mm'dir.
- Yıllık ortalama sıcaklık 6,8 °C'dir. Ağustos ayı 15,9 °C sıcaklıkla, temmuz ayı 15,2 °C sıcaklıkla yıllık ortalama sıcaklığın görüldüğü en sıcak aylardır. Ocak ayında ortalama sıcaklık -1,9 °C olup yılın en düşük ortalamasıdır.
- Yıllık yağışlı gün sayısı ortalaması 147,17 gün'dür. En yüksek ortalama yağışlı gün sayısı aralık ayında olup 19,13 gün'dür, en düşük ortalama yağışlı gün sayısı ise ağustos ayında 4,88 gün'dür.

Grönland'daki Buzul Çökmesi: Grönland'daki buzullar eriyerek deniz seviyelerini artırıyor. Bu, küresel deniz seviyelerinin yükselmesine ve kıyı şehirlerinin suyla dolu olmasına yol açıyor.

Kaynak: (CNN, 2023)

6.5. 17676 Numaralı İstasyon Verileri(Osmangazi/Uludağ, Enlem:40.1075, Boylam:29.129, Rakım:1877 m)

Toplam yağış, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklıkların aylık değerleri 1975-2023 yılları arasında klimatolojik analiz için kullanılmıştır.(MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.) (Grafik.30)



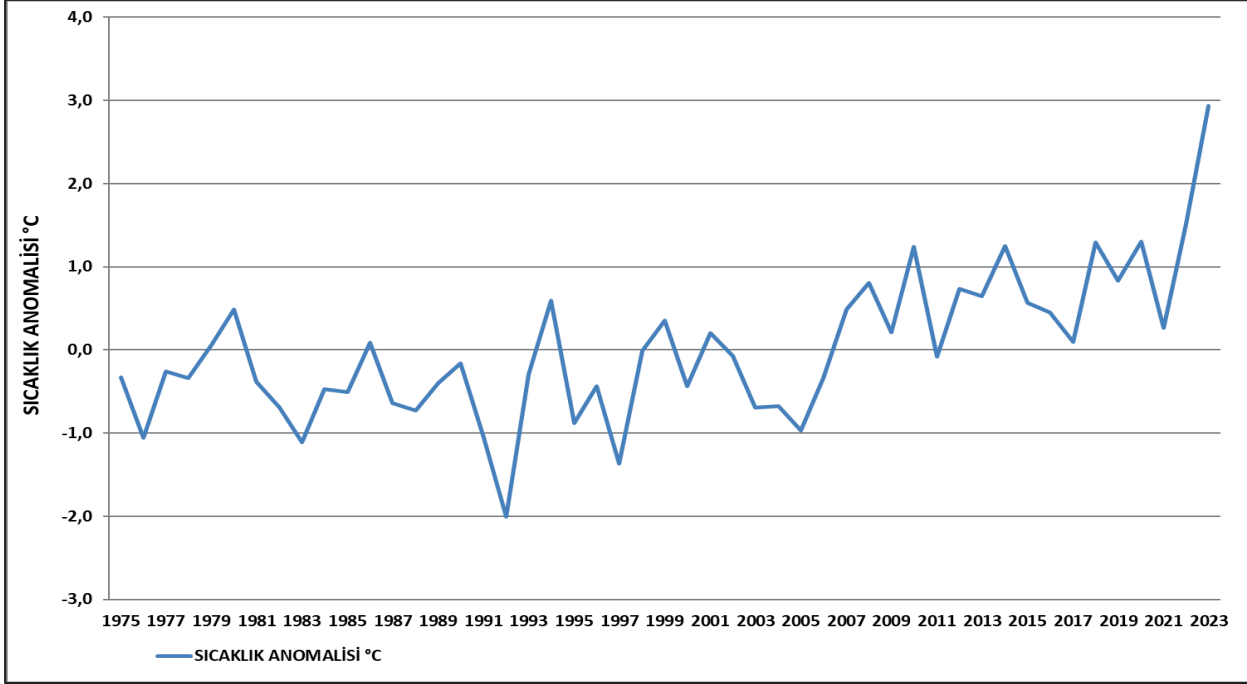
Grafik.30: 17676 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı

- Yıllık ortalama yağış miktarı 1.439,8 mm'dir. Ortalama 34,3 mm yağışla ağustos ayı yılın en kurak ayıdır. Ortalama 199,2 mm yağış miktarıyla en fazla yağış aralık ayında görülmektedir. Yılın en kurak ve en yağışlı ayı arasındaki yağış miktarı 164,9 mm'dir.
- Yıllık ortalama sıcaklık 5,3 °C'dir. Ağustos ayı 14,6 °C sıcaklıkla, temmuz ayı 14,3 °C sıcaklıkla yıllık ortalama sıcaklığın görüldüğü en sıcak aylardır. Ocak ve şubat ayında ortalama sıcaklık -3,3 °C olup yılın en düşük ortalamasıdır.
- Kar yağışlı günler ortalama sayısı ise yılda 55,80 gün'dür. En yüksek kar kalınlığı 430 cm'dir.
- Kuvvetli rüzgârların görüldüğü aylar ocak, şubat, mart ve aralık ayları olup tespit edilen en yüksek rüzgâr hızı 30,1 m/sn'dir.
- Uzun yıllar boyunca ölçülen değerlere göre ortalama basınç değeri 810,9 hPa, tespit edilen en yüksek basınç değeri 826,9 hPa ve en düşük basınç değeri 781,0 hPa'dır.
- Yıllık yağışlı gün sayısı ortalaması 138,80 gün'dür. En yüksek ortalama yağışlı gün sayısı ocak ayında olup 17,11 gün'dür, en düşük ortalama yağışlı gün sayısı ise ağustos ayında 4,16 gün'dür.

6.6. 17676 Numaralı İstasyon Eğilim Analizi

6.6.2. Sıcaklık

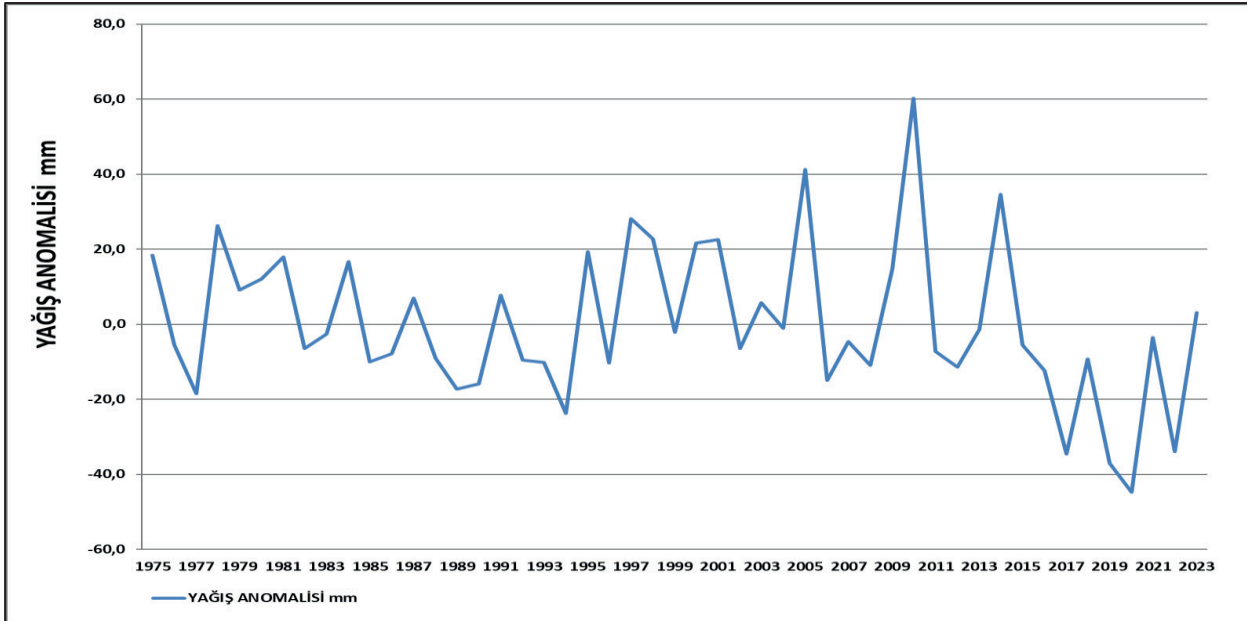
Osmangazi İlçesi yıllık ortalama sıcaklıkları 1975-2023 yılları arasında değerlendirilmiştir.(MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.) (Grafik.31)



Grafik.31: 17676 Numaralı İstasyon Yıllık Sıcaklık Anomalisi (1975- 2023)

6.6.2. Yağış

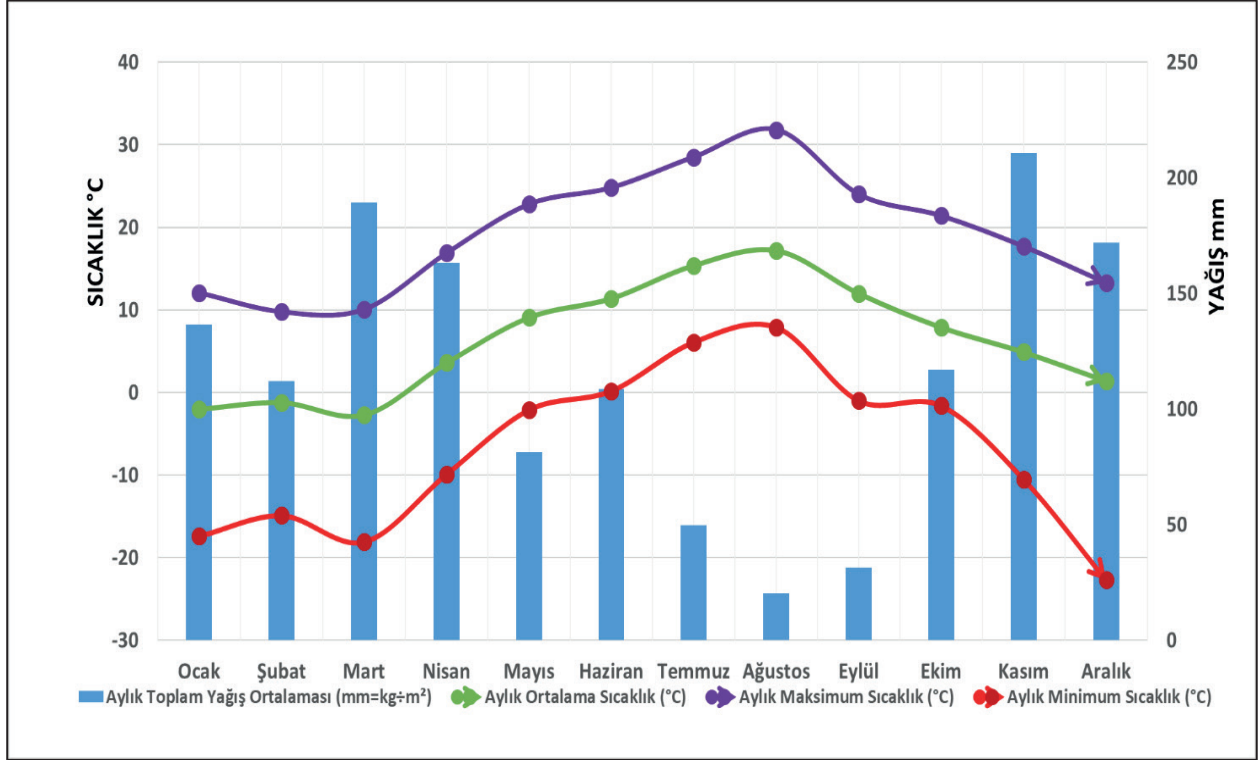
Yıllık yağışlarda da yıldan yıla değişkenliğin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. En yağışlı yıllar 2005, 2010 ve 2014 yıllarıdır. En kurak yıllar 2017, 2019, 2020 ve 2022 yıllarıdır.(MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.) (Grafik.32)



Grafik.32: 17676 Numaralı İstasyon Yıllık Yağış Anomalisi (1975-2023)

6.7. 19915 Numaralı İstasyon Verileri(Osmangazi/Uludağ/Teleferik, Enlem:40.111389, Boylam:29.141944, Rakım:1787m)

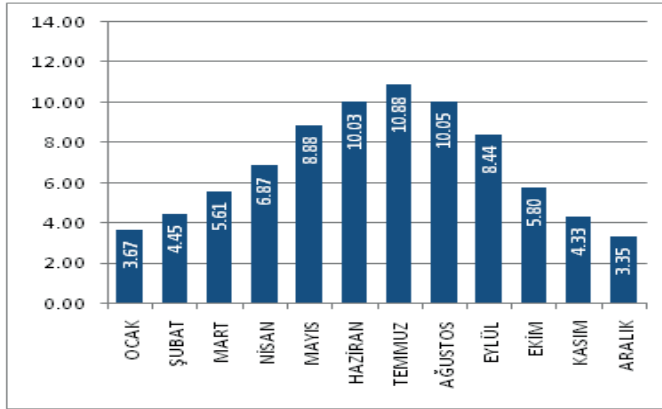
Toplam yağış, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklıkların aylık değerleri 1975-2023 yılları arasında klimatolojik analiz için kullanılmıştır.(MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.) (Grafik.33)



Grafik.33: 19915 Numaralı İstasyon Aylık Sıcaklık (Maksimum, Minimum ve Ortalama) ve Yağış Dağılımı

- Yıllık ortalama yağış miktarı 1.392,4 mm'dir. Ortalama 20,4 mm yağışla ağustos ayı yılın en kurak ayıdır. Ortalama 210,53 mm yağış miktarıyla en fazla yağış kasım ayında görülmektedir. Yılın en kurak ve en yağışlı ayı arasındaki yağış miktarı 190,13 mm'dir.
- Yıllık ortalama sıcaklık 6,4 °C'dir. Ağustos ayı 17,2 °C sıcaklıkla, temmuz ayı 15,4 °C sıcaklıkla yıllık ortalama sıcaklığın görüldüğü en sıcak aylardır. Ocak ayında ortalama sıcaklık -2,7 °C olup yılın en düşük ortalamasıdır.
- Kuvvetli rüzgârların görüldüğü aylar ocak, şubat, nisan, kasım ve aralık ayları olup tespit edilen en yüksek rüzgâr hızı 29,4 m/sn'dir.
- Uzun yıllar boyunca ölçülen değerlere göre ortalama basınç değeri 819,5 hPa, tespit edilen en yüksek basınç değeri 830,5 hPa ve en düşük basınç değeri 799,2 hPa'dır.
- Yıllık yağışlı gün sayısı ortalaması 182,34 gün'dür. En yüksek ortalama yağışlı gün sayısı mart ayında olup 25 gün'dür, en düşük ortalama yağışlı gün sayısı ise ağustos ayında 5,33 gün'dür.

7. GÜNEŞ ENERJİSİ

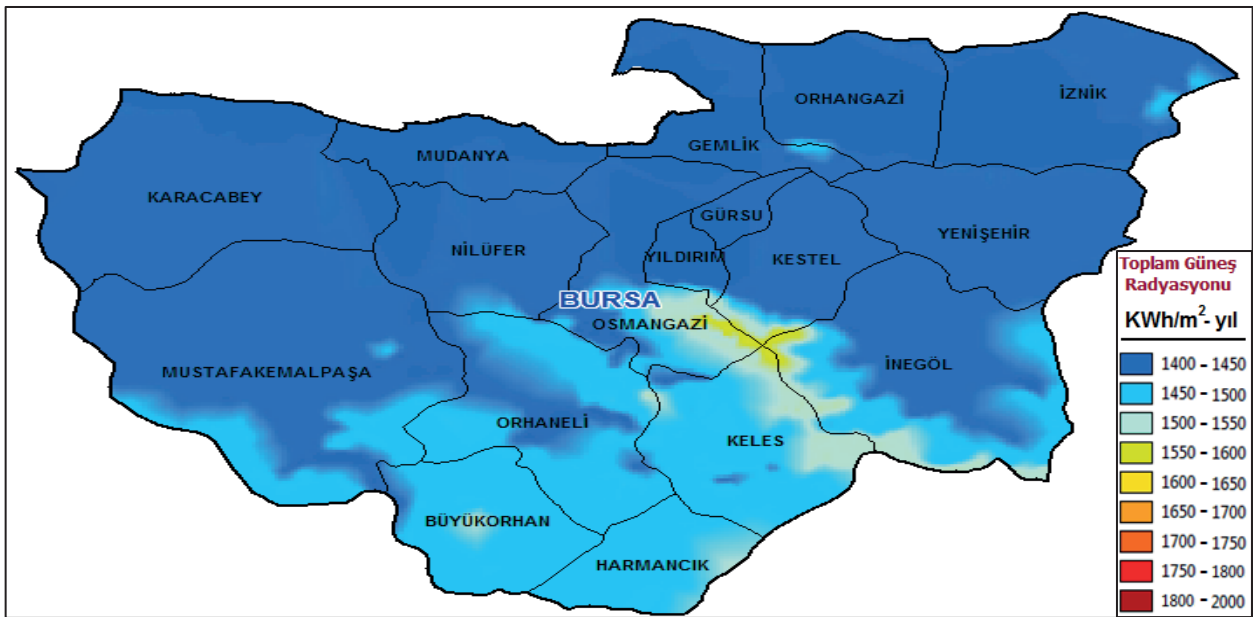


Osmangazi'de günlük en fazla güneşli saatin görüldüğü ay, ortalama 10,88 saat ile temmuzdur.

Osmangazi'de günlük en az güneşli saat olan ay, ortalama 3,35 saat ile aralıktır.

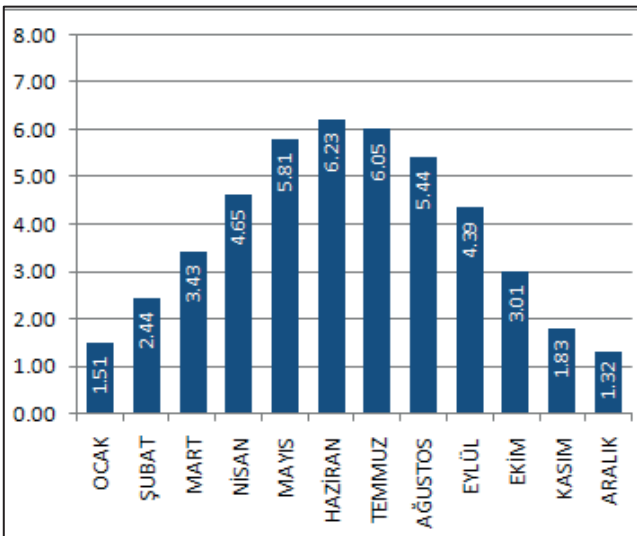
(Grafik.34)

Grafik.34: Osmangazi İlçesinin Ortalama Günlük Güneşlenme Süreleri (Saat) (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.)



Harita.4: Bursa İlinin Yıllık Güneş Işıltımı Değerleri (KWh/m2.y) (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.)

Bursa ilinin yatay modül düzleminde, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından **Güneş Enerji Potansiyeli Atlası (GEPA)** bünyesinde sunulan yıllık güneş ısıtımı bilgisi verilmektedir.(Harita.4)



İklim koşullarına göre ilçede ısınma ve soğutma amaçlı enerji gereksinimi büyük oranda doğalgaz kullanılarak karşılanmaktadır.

Osmangazi'de yıl boyunca yaklaşık 2.505,12 saat güneş ışığı sayılmaktadır. Ayda ortalama 82,36 saat güneş ışığı vardır. (Grafik.35)

Grafik.35: Osmangazi İlçesi Global Radyasyon Değerleri (KWh/m2-gün) (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.)

8. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MODELLENMESİ

Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (CMIP): CMIP, Dünya İklim Araştırma Programı kapsamında oluşturulmuş ve 20 iklim modelleme grubunu bir araya getirerek, atmosfer-okyanus genel dolaşım modelleri için standart protokoller geliştirmiştir. Bu program, iklim modellemesinin analizi, doğrulaması ve karşılaştırması gibi alanlarda destek sağlar; verileri IPCC'nin 5. değerlendirme raporunda kullanılmıştır. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, t.y. , s.84)

Küresel İklim Model Simülasyonu ve RCP'ler:

- **CMIP5:** IPCC 5. Değerlendirme Raporu'nu destekleyen, Dünya genelindeki modelleme grupları tarafından geliştirilen küresel iklim modellerine dayanmaktadır.
- **RCP Senaryoları:** Temsili Konsantrasyon Rotası Senaryoları (RCPs), farklı sera gazı ve emisyon senaryoları ile arazi kullanım değişikliklerini temsil eder. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, t.y. , s.83)
- **Dört Senaryo:** RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 ve RCP 8.5, 2100 yılında Sanayi Devrimi öncesine göre radyatif zorlamanın olası değerlerini göz önüne alarak gelecekteki iklimi öngörür. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, t.y. , s.82)

Bu RCP senaryoları, 2100 yılında atmosferde ne kadar sera gazı olacağını ve bu gazların yeryüzünün radyasyon dengesi üzerindeki etkilerini tahmin eder.(Tablo.1)

Adı (RCP's)	İşinımsal Zorlama	Zaman	İşinımsal Zorlama Değişimi	Konsantrasyonlar (CO ₂ eşdeğer)	Emisyonlar (Kyoto Protokolü Sera Gazları)
RCP 8.5	> 8,5 W/m ²	2100'de	Yükselme	> ~1370 (2100'de)	2100'e kadar artış devam ediyor
RCP 6.0	~6,0 W/m ²	2100 sonrası	Hedefi gecmeden Stabilizasyon	~ 850 ppm (2100'de)	Yuzyılın son çeyreğinde düşüş
RCP 4.5	~4,5 W/m ²	2100 öncesi	Hedefi gecmeden Stabilizasyon	~ 650 ppm (2100'de)	Yuzyılın ortalarından itibaren düşüş
RCP 2.6	~3,0 W/m ²	2100 öncesi	3,0 W/m ² 'e ulaşmadan zirve ve düşüş	Zirve ~ 490 ppm ve düşüş (2100'de)	Yuzyılın ilk çeyreğinde düşüş

Tablo.1: Temsili Konsantrasyon Rotası Senaryoları (Moss ve diğerleri, 2008)

RCP 8.5 senaryosuna göre, 2100 yılında uzun vadede radyatif gücün yaklaşık **8,5 W/m²**'ye ulaşmasını öngören iklim senaryosudur. Bu senaryoya göre nüfus artışı, kişi başına düşen gelirin azalması ve artan enerji talebine bağlı olarak sera gazı emisyonlarının sürekli yükseldiğini öngörmektedir. Bu senaryoya göre, 2100 yılında CO₂e' nin ortalama hacminin yaklaşık **1370 ppm'e** ulaşacağını öngörmektedir. **RCP 4.5** senaryosuna göre, 2100 yılında uzun vadede arazi kullanımı ve sera gazı emisyonlarındaki değişim radyatif gücün yaklaşık **4,5 W/m²** olmasını öngören iklim senaryosudur. Bu senaryoya göre, sera gaz emisyonları ve radyatif enerji 2050'den itibaren azalmaya başlar, CO₂e konsantrasyonları ise 2100 yılında tahmini **650 ppm'e** ulaşmasını öngörmektedir. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, t.y. , s.81)

9. İKLİM PROJEKSİYONLARI

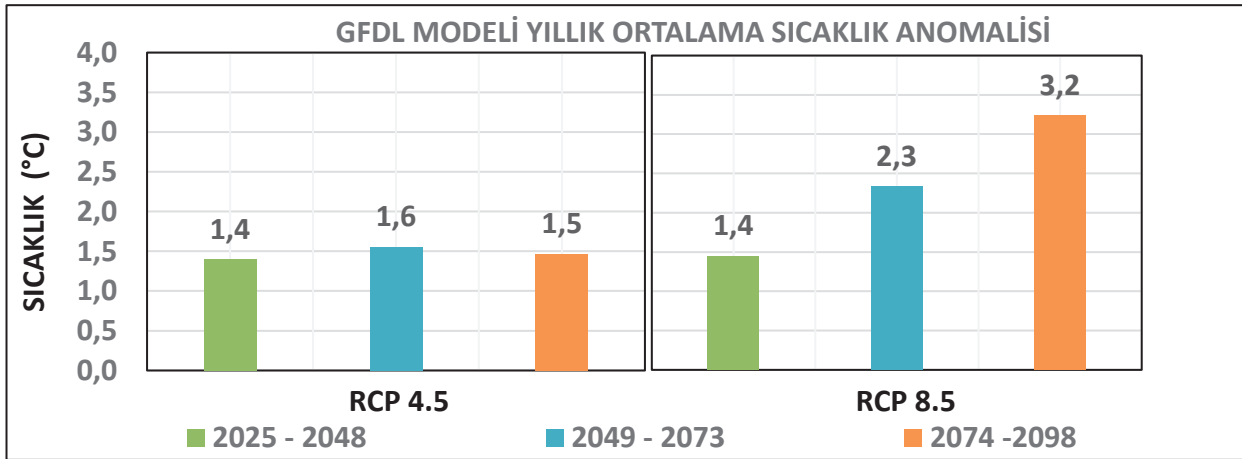
İklim değişikliğinin gelecekte ülkemize nasıl etkileyeceğini ortaya koyabilmek için Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 3 farklı küresel model ile iklim projeksiyonları geliştirmiştir. Çalışmada **HadGEM2-ES**, **MPI-ESM-MR**, **GFDL-ESM2M** küresel model veri setleri kullanarak **RegCM4.3.4 Bölgesel Modeli** ile **dinamik ölçek küçültme yöntemiyle RCP4.5 (iyimser)** ve **RCP8.5 (kötümser)** senaryolarına göre **1971-2000 referans periyotlu 2016-2040, 2041-2070, 2071-2098** gelecek periyotlu Türkiye ve bölgesi için projeksiyon sonuçları elde edilmiştir.(Akçakaya ve diğerleri, 2015, s.82)

Türkiye için yapılan iklim proeksiyonlarının aynısı Osmangazi İlçesi için uygulanmıştır. Meteorolojiden alınan Osmangazi İlçesi enlem-boylam alanına denk gelen grid numaralara göre **yağış ve sıcaklık** parametreleri, **3 model, 2 senaryoya** göre MGM tarafından gönderilen verilerden elde edilmiştir. 3 küresel modelin projeksiyonlarından elde ettiğimiz sonuçlara göre **2025-2098** periyodu için Osmangazi ilçesi sıcaklık ve yağış anomalisi elde edilmiştir. (MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.)

9.1. Sıcaklık

GDFL Modeli RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık ortalama sıcaklık anomalisinin 1,4 – 1,6 °C aralığında artması öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048) 1,4 °C artması, ikinci döneminde (2049-2073) 1,6 °C ve üçüncü döneminde (2074-2098) ise 1,5 °C artması şeklindedir. **(Grafik.36)**

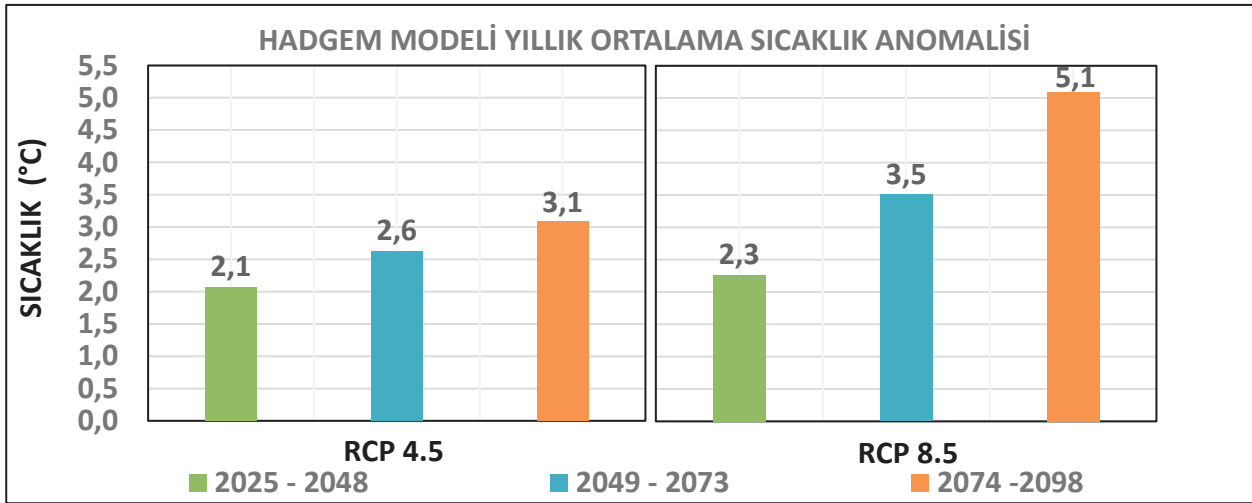
GDFL Modeli RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık ortalama sıcaklık anomalisinin 1,4 – 3,2 °C aralığında artması öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048) 1,4 °C, ikinci döneminde (2049-2073) 2,3 °C, üçüncü döneminde (2074-2098) ise 3,2°C artması şeklindedir. **(Grafik.36)**



Grafik.36: GDFL Modeli Yıllık Ortalama Sıcaklık Anomalisi

HADGEM Modeli RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık ortalama sıcaklık anomalisinin 2,1 – 3,1 °C aralığında artması öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048) 2,1 °C, ikinci döneminde (2049-2073) 2,6 °C, üçüncü döneminde (2074-2098) ise 3,1 °C artması şeklindedir. **(Grafik.37)**

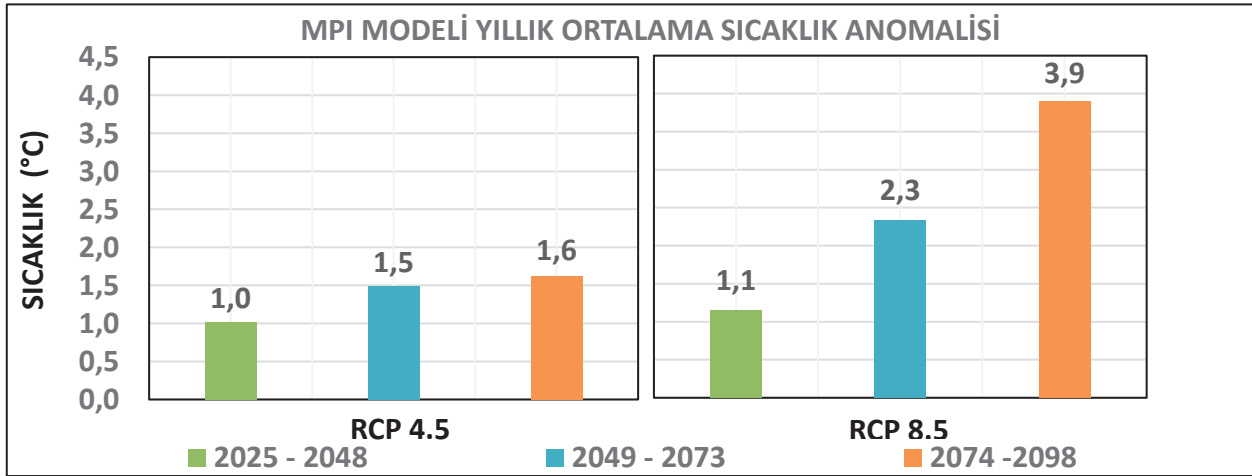
HADGEM Modeli RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık ortalama sıcaklık anomalisinin 2,3 – 5,1 °C aralığında artması öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048) 2,3 °C, ikinci döneminde (2049-2073) 3,5 °C, üçüncü döneminde (2074-2098) ise 5,1 °C artması şeklindedir. **(Grafik.37)**



Grafik.37: Hadgem Modeli Yıllık Ortalama Sıcaklık Anomalisi

MPI Modeli RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık ortalama sıcaklık anomalisinin 1 – 1,6 °C aralığında artması öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048) 1 °C, ikinci döneminde (2049-2073) 1,5 °C, üçüncü döneminde (2074-2098) ise 1,6 °C artması şeklindedir. **(Grafik.38)**

MPI Modeli RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık ortalama sıcaklık anomalisinin 1,1 – 3,9 °C aralığında artması öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048) 1,1 °C, ikinci döneminde (2049-2073) 2,3 °C, üçüncü döneminde (2074-2098) ise 3,9 °C artması şeklindedir. **(Grafik.38)**



Grafik.38: MPI Modeli Yıllık Ortalama Sıcaklık Anomalisi

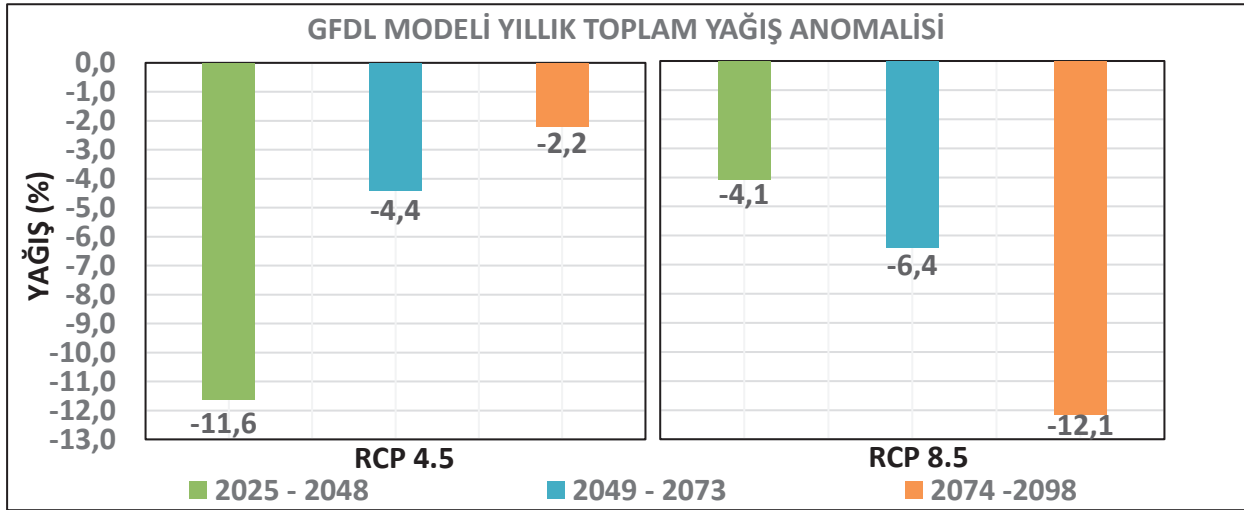
GFDL, HADGEM, MPI modellerine ve RCP 4.5 (iyimser) ve 8.5 (kötümser) senaryolarına göre Osmangazi İlçesi için sıcaklık artışı öngörülmüştür. 2025-2098 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık anomalisinin;

- GFDL modeli; RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre 1,4 – 1,6 °C aralığında, RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre 1,4 – 3,2 °C aralığında,
- HADGEM modeli; RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre 2,1 – 3,1 °C aralığında, RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre 2,3 – 5,1 °C aralığında,
- MPI Modeli; RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre 1 – 1,6 °C aralığında, RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre 1,1 – 3,9 °C aralığında yönünde öngörülmektedir.

9.2. Yağış

GFDL Modeli RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık toplam yağış anomalisinin %11,6 – %2,2 oranında azalması öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048) %11,6 , ikinci döneminde (2049-2073) %4,4 , üçüncü döneminde (2074-2098) ise %2,2 azalması şeklindedir. (Grafik.39)

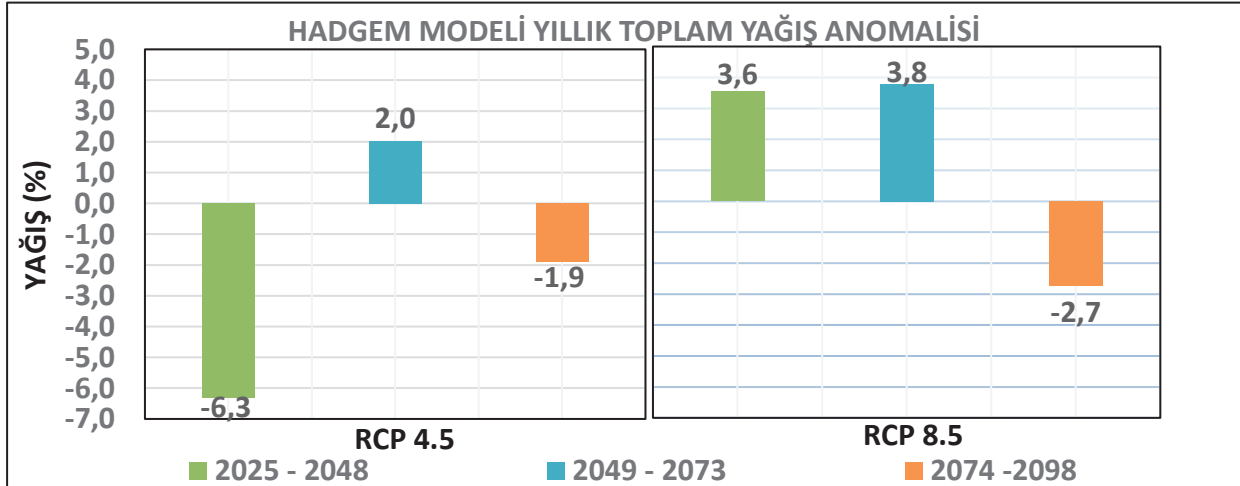
GFDL Modeli RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık toplam yağış anomalisinin %4,1 – %12,1 oranında azalması öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048) %4,1 , ikinci döneminde (2049-2073) %6,4 , üçüncü döneminde (2074-2098) ise %12,1 azalması şeklindedir. (Grafik.39)



Grafik.39: GFDL Modeli Yıllık Toplam Yağış Anomalisi

HADGEM Modeli RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık toplam yağış anomalisine göre yağışlarda düzensizlik göstermesi öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048) %6,3 azalması, ikinci döneminde (2049-2073) %2 artması, üçüncü döneminde (2074-2098) ise %1,9 azalması şeklindedir. (Grafik.40)

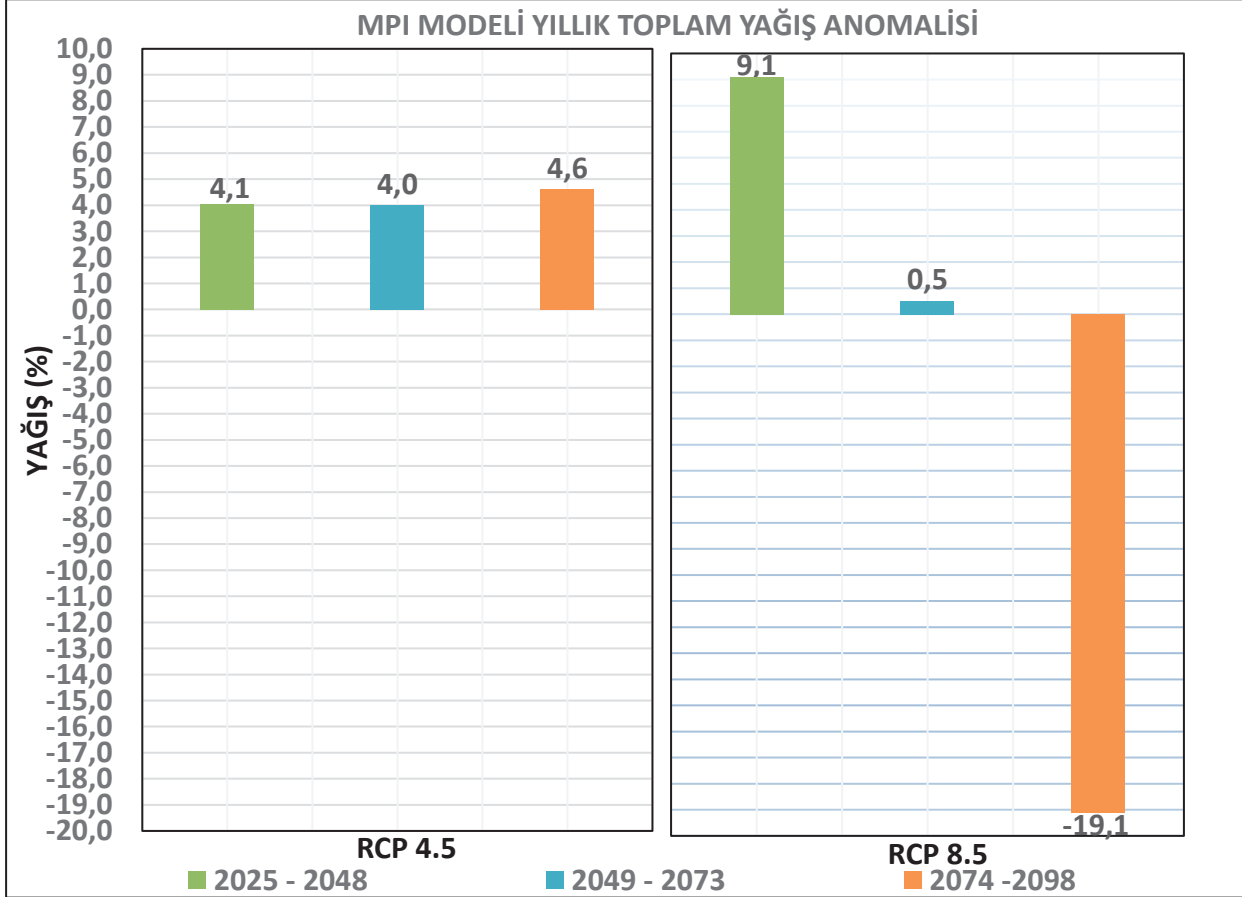
HADGEM Modeli RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık toplam yağış anomalisinin ilk döneminde (2025-2048) %3,6 artması, ikinci döneminde (2049-2073) %3,8 artması, üçüncü döneminde (2074-2098) ise %2,7 azalması öngörülmektedir. (Grafik.40)



Grafik.40: HADGEM Modeli Yıllık Toplam Yağış Anomalisi

MPI Modeli RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık toplam yağış anomalisinin ilk döneminde (2025-2048) %4,1, ikinci döneminde (2049-2073) %4,0 , üçüncü döneminde (2074-2098) ise %4,6 artması öngörülmektedir. (Grafik.41)

MPI Modeli RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre 2025-2098 yılları arasında Osmangazi İlçesi yıllık toplam yağış anomalisine göre yağışlarda düzensizlik göstermesi öngörülmektedir. Bu öngörü ilk döneminde (2025-2048)%9,1 artması, ikinci döneminde (2049-2073) %0,5 artması, üçüncü döneminde (2074-2098) ise %19,1 azalması şeklindedir. (Grafik.41)



Grafik.41: MPI Modeli Yıllık Toplam Yağış Anomalisi

GFDL, HADGEM, MPI modellerine ve RCP 4.5 (iyimser) ve 8.5 (kötümser) senaryolarına göre Osmangazi İlçesi için yağışlarda genel olarak azalma görülebileceği sürekli bir artış yada azalış trendi olmayacağı, bunun yanında yağış düzensizliklerinin artma eğiliminde olabileceği öngörülmüştür. 2025-2098 yılları arasında yıllık toplam yağış anomalisinin;

- **GDFL modeli; RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre** %2,2 - %11,6 oranında azalması, **RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre** %4,1 – %12,1 oranında azalması,

- **HADGEM modeli; RCP 4.5 (iyimser) senaryosuna göre** ilk dönem %6,3 azalması, ikinci dönem %2 artması, üçüncü dönem ise %1,9 azalması, **RCP 8.5 (kötümser) senaryosuna göre** ilk dönem %3,6 artması, ikinci dönem %3,8 artması, üçüncü dönem ise %2,7 azalması,

- **MPI Modeli; RCP4.5 (iyimser) senaryosuna göre** %4 - %4,6 oranında artması, **RCP8.5 (kötümser) senaryosuna göre** ilk dönem %9,1 artması, ikinci dönem %0,5 artması, üçüncü dönem ise %19,1 azalması yönünde öngörülmektedir.

9.3. Analiz

Osmangazi İlçesi özelinde iklim değişikliğinin **GFDL, HADGEM, MPI modelleri** ve **RCP 4.5 ve 8.5 senaryolarının** gelecekteki öngörülleri ve mevcut durumu (**Klimatolojik Analiz**) kapsamlı bir şekilde açıklamaktadır. Öne çıkan başlıklar ve sonuçlar:

1. İklim Projeksiyonları ve Geçmiş Veriler (Klimatolojik Analiz):

Osmangazi'nin geçmiş meteorolojik verileri ve iklim projeksiyonları (**GFDL, HADGEM, MPI modelleri** ve **RCP 4.5 ve 8.5 senaryoları**) ile örtüşmekte, özellikle **sıcaklık artış eğilimi** ve **yağış düzensizliği** dikkat çekmektedir.

2. Sıcaklık Artışları ve Isı Dalgaları:

İklim projeksiyonlarına göre yaz aylarında aşırı sıcakların ve ısı dalgalarının yoğunluğu ve sıklığı artacağı öngörülürken, sıcaklıkların yaz aylarında 40°C'nin üzerine çıkması olasıdır.

Serin gün ve gecelerin azalması, kış aylarında sıcaklıkların nadiren sıfırın altına düşmesi ihtimal dahilindedir. Bu durumların, **kentsel ısı adası etkisi** ile daha fazla hissedilebileceği öngörülmektedir.

3. Kuraklık ve Yağış Dalgalanmaları:

Yağışlardaki düzensizlik ve artan buharlaşma ile uzun süreli kuraklık dönemlerinin yaşanması öngörülmektedir.

Kar yağışlarının azalması öngörülürken ve kar erimelerinin ilkbaharda daha erken tarihlerde gerçekleşmesi olasıdır.

4. Enerji Tüketimi ve Su Kaynakları:

Sıcaklıklardaki artışa bağlı olarak klima kullanımını artması ile **elektrik tüketiminin** yükselmesi beklenmektedir.

Tatlı su kaynaklarının azalması, su arzı problemlerine yol açması öngörülürken sel sonrası su kaynaklarının kirlenmesi nedeniyle salgın hastalıklara neden olabilecektir.

Tarımsal üretimde düşüş, gıda güvenliği sorunlarına ve fahiş fiyat artışlarına yol açabilir.

5. Seller ve Su Baskınları:

Dere yataklarına yakın evler ve su basman seviyesinin altındaki binalar aşırı yağışlardan etkilenerek su baskınlarına maruz kalabilir. Bu durum, özellikle düşük kotlarda bulunan yapılar için ciddi riskler oluşturabilir.

6. Fırtınalar:

İklim değişikliği nedeniyle **fırtınaların sıklığında artış** öngörülmektedir.

7. Yangın Riski:

Yaz aylarında artan sıcaklıklar, **yangın risklerini** artırma olasılığı yüksektir.



İklim Projeksiyonları Genel Sonuç:

Osmangazi İlçesi özelinde iklim değişikliğinin **GFDL, HADGEM, MPI modelleri ve RCP 4.5 ve 8.5 senaryolarının** gelecekteki öngörüler; sıcaklık artışları, yağış düzensizlikleri, uzun süreli kuraklıklar, enerji ve su arzında sorunlar, tarımsal üretimde düşüş ve yangın riski gibi ciddi sorunlardır. Bu öngörüler sonucunda hem toplumsal hem de çevresel açıdan ciddi olumsuz sonuçlar doğurabilir ve bu durumun engellenebilmesi için iklim değişikliğine karşı tedbirlerin alınarak gereğinin yapılması gerekmektedir.

10. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KURAKLIK

Kuraklığın birkaç tanımı vardır bunlardan bazıları şöyledir. Dünya Meteoroloji Örgütü'ne (WMO) göre "uzamış ve aralıksız devam eden yağış azalması" olarak tanımlar (WMO, 2016). Birleşmiş Milletler Kuraklık ve Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi'nde (UNCCD), "yağışların kaydedilen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi ve hidrolojik dengede bozulmalara sebep olan doğal olay" şeklinde tanımlar (BMÇMS, 1997). "Ulusal Kuraklık Yönetimi Strateji Belgesi Ve Eylem Planı (2017-2023)" nda kuraklığın tanımı "yağışların, kaydedilen normal düzeylerin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi, su kaynakları ve üretim sistemlerini olumsuz olarak etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan tabii bir olaydır" şeklinde ifade edilmektedir. (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2017) Kuraklığın etkilerini, başlangıçlarını ve bitimlerini belirlemek zordur çünkü uzun süreli birikimlerle ortaya çıkar ve tahmin edilmesi en zor klimatolojik olaylardan biridir. (Çamalan ve diğerleri, 2017a-b; Çamalan ve diğerleri, 2019a-b)

Kuraklık Türleri:

1. **Meteorolojik Kuraklık:** "Yağışların belirli bir zaman periyoduna ait normallerden (genellikle en az 30 yıllık) meydana gelen sapma olarak ifade edilir" (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı (2017)
2. **Tarımsal Kuraklık:** "Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması tarımsal kuraklığı ifade eder" (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı (2017)
3. **Hidrolojik Kuraklık:** "Uzun süren yağış azlığından dolayı kaynak seviyeleri, yüzey akış, yeraltı suyu ve toprak nemi gibi hidrolojik sistemde meydana gelen azalmalar hidrolojik kuraklığı ifade eder" (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı (2017)
4. **Sosyo-Ekonomik Kuraklık:** Ekonomik ve toplumsal hayatı olumsuz etkileyen boyut (Wilhite ve Glantz, 1985).

İzleme ve Önlem:

· **Kuraklık Göstergeleri ve İndisler:** Bu göstergeler, kuraklık koşullarını belirlemek, sınıflandırmak ve izlemek amacıyla şiddeti, yeri, süresi ve zamanlaması hakkında bilgiler vererek kuraklığın karakterize edilmesini sağlar (WMO, 2016).

· **Kuraklık Yönetimi:** Kuraklığı izlemek, tanımlamak ve değerlendirmek, etkili önlemler almak için kritik öneme sahiptir. (Çamalan ve diğerleri, 2021, s.1)

Su kıtlığı ve kuraklık, tüm iklim bölgelerini etkileyebilen küresel sorunlardır. İklim değişikliği, bu etkileri daha da artırırken, planlama ve yönetim stratejileri bu zorlukların üstesinden gelmek adına önem arz etmektedir.



Sanayi Devrimi ile birlikte karbon salınımı hızla artarken, bu durum küresel iklim üzerinde olumsuz etkide bulunmuştur. 21. yüzyıldaki küresel iklim modelleri, sıcaklıkların belirgin bir şekilde artacağını öngörmekte ve bu durumun gelecekte daha şiddetli kuraklıklara yol açma ihtimalini güçlendirmektedir. (Akın, 2006)

Ülkeler, karbon salınımını azaltmak ve küresel ısınmanın etkilerini hafifletmek için tedbirler alırken, aynı zamanda kuraklık indisleri kullanarak kuraklığın şiddetini ve etkilerini öngörmeye çalışarak da önlemler geliştirmektedirler. (Çamalan ve diğerleri, 2021, s.6)

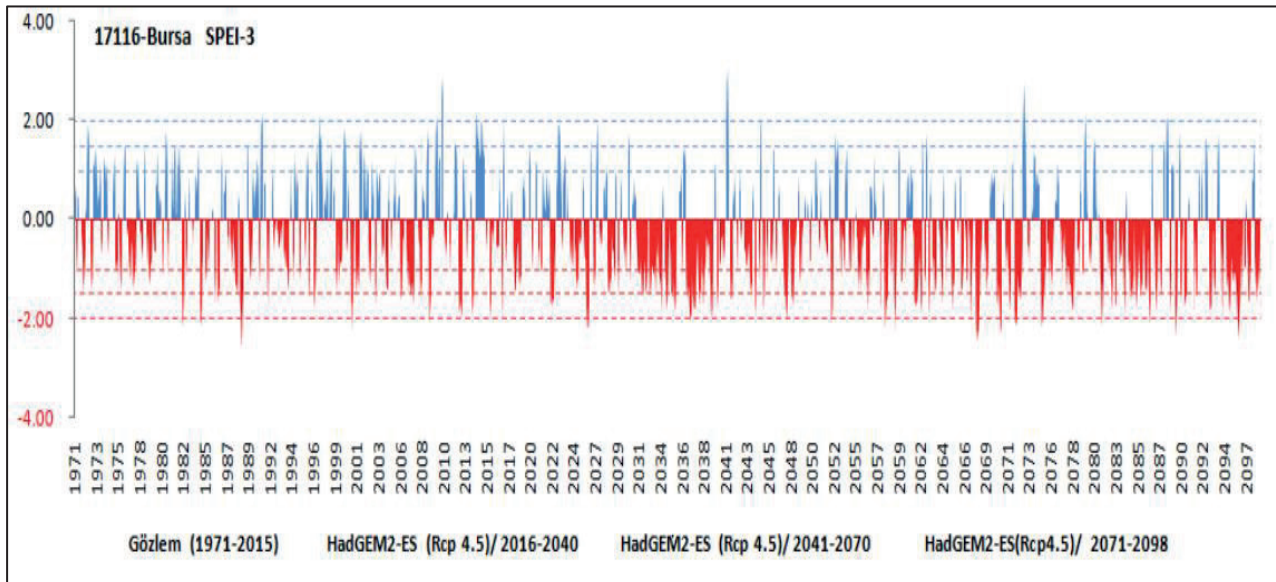
Kuraklık yönetim planlarının başarısında, kuraklığın belirlenmesi, izlenmesi ve değerlendirilmesinin yanı sıra, kuraklık indisi sınıflarının olasılıklarının doğru bir şekilde hesaplanması ve bu bilgilerin etkin bir şekilde kullanılması hayati bir rol oynar. (Türkeş ve Tatlı, 2010).

10.1. SPEI-3 ve SPEI-12 Aylık Ölçeklerde HadGEM2-ES(RCP4.5) Projeksiyonunun Zamana Bağlı Değişimleri

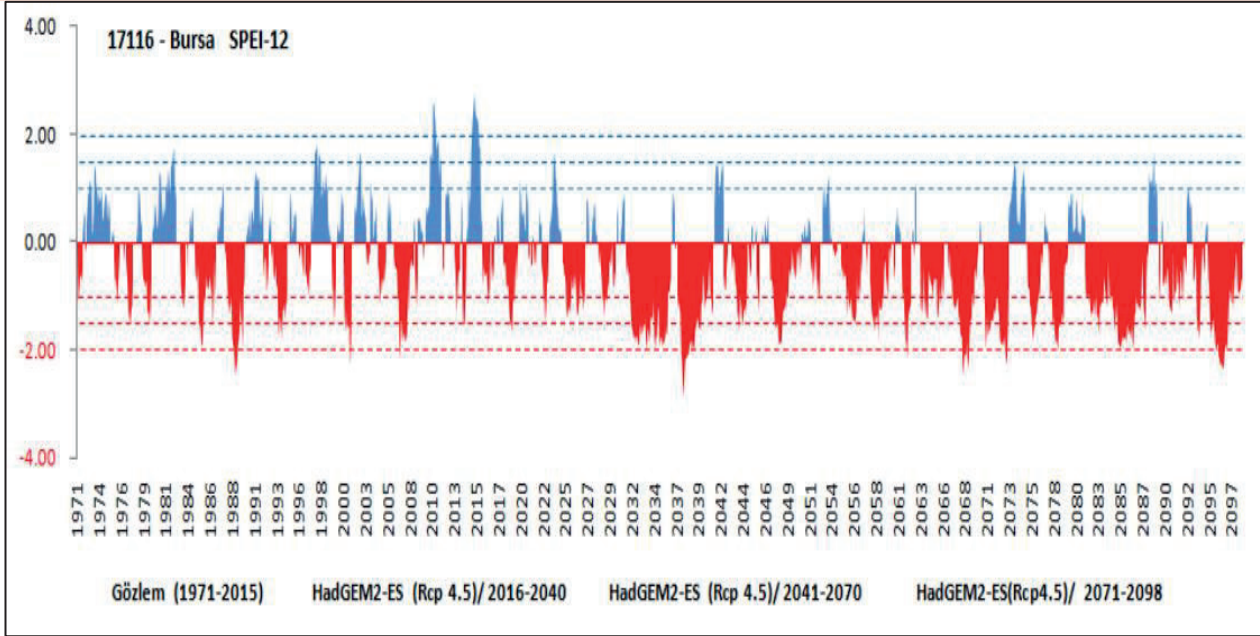
“SPEI kuraklık indis zaman dizisi grafiklerinden, iklim koşulları açısından hangi koşullara ya da evreye (yarı kurak, kurak, yarı-nemli, ya da nemli, vb.) girdiği konusunda bilgiye ulaşılabilir. İstasyonların nemli ve kurak dönemlerin değişimlerini değerlendirmek amacıyla mevcut gözlem ve HadGEM2-ES (RCP4.5) projeksiyonun SPEI-3 ve SPEI-12 aylık ölçeklerde zaman dizisi grafikleri elde edilmiştir.” (Çamalan ve diğerleri, 2021, s.79)

10.2. SPEI-3 ve SPEI-12 Aylık Ölçeklerde Kurak Dönemler

Çalışmada Bursa’ da yaşanmış ortak kurak devrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kurak devrelerin tespiti amacıyla Türkiye geneli incelenen mevcut durum zaman dilimlerinin ortalama sıcaklık ve toplam yağış parametreleri için aylık alansal ağırlıklı ortalaması alınarak SPEI-3 (Grafik.42) ve SPEI-12 (Grafik.43) aylık ölçekte indis hesaplanarak kendi kuraklık sınıflandırması içinde normalüstü ($SPEI \leq -1$) kurak olup olmadığı belirlenmiştir.



Grafik.42: 17116-Bursa İstasyonu SPEI-3 Aylık Ölçeklerde Mevcut Gözlem (1971-2015) ve HadGEM2-ES (RCP4.5) Projeksiyonunun Zamana Bağlı Değişimleri (Çamalan ve diğerleri, 2021, s.96)



Grafik.43: 17116-Bursa İstasyonu SPEI-12 Aylık Ölçeklerde Mevcut Gözlem (1971-2015) ve HadGEM2-ES (RCP4.5) Projeksiyonunun Zamana Bağlı Değişimleri (Çamalan ve diğerleri, 2021: 96)

MGM tarafından yapılan çalışmalarda zaman dönemi arttıkça kuraklığın daha az tekrar ettiği ama daha uzun süreli etkili olduğunu görülmektedir. **SPEI-3** ay zaman döneminde kuraklık daha sık ama daha kısa süreli etkili olmakta fakat zaman dönemi arttıkça özellikle **SPEI-12** ay zaman döneminde kuraklığın etki süresi artmakta ama sıklığı azalmaktadır. Küresel ısınma nedeniyle, sıcaklık ve yağış parametrelerine dayalı **SPEI yöntemiyle** Türkiye için **3 ve 12 aylık** ölçeklerde bölgesel **iklim projeksiyon** verileri kullanılarak **kuraklık projeksiyonları** MGM tarafından çalışılmış ve kuraklaşma eğiliminin analizi incelenmiştir. (Çamalan ve diğerleri, 2021, s.6)

Türkiye'de yağışların düzensiz alansal ve zamansal dağılımı, farklı şiddetlerde kuraklık olaylarına yol açmaktadır. Yer altı ve yer üstü su kaynaklarının devamlılığı için kış ve bahar yağışlarındaki miktar ve şekil değişimleri kritik öneme sahiptir. Küresel iklim değişikliği nedeniyle, Türkiye'deki ortalama sıcaklıklar 1994 yılından itibaren artış göstermiş ve bu trend 2005'lerden itibaren daha belirgin hale gelmiştir (Çamalan ve diğerleri, 2019b).

İncelenen projeksiyonda; sıcaklıklarda beklenen artış ve yağıştaki azalış trendi (yıllar arası ve yıl içindeki düzensiz yağış değişiklikleri) ile birlikte **SPEI-3 (Grafik.42)** ve **SPEI-12 (Grafik.43)** aylık ölçeklerde projeksiyonda kuraklık sınıflarının daha kurak bir üst sınıfa doğru kayma eğilimi göstereceği ve **HadGEM2-ES (RCP4.5)** senaryosunun projeksiyon dönemlerinde uzun süren güçlü kuraklıkların şiddetli olabileceğini öngörmektedir. (Çamalan ve diğerleri, 2021, s.143)

HadGEM2-ES (RCP4.5) projeksiyonuna göre, düzensiz yağış değişiklikleri ve sıcaklık artışının buharlaşmayı artıracakı öngörülmekte, bunun da kuraklığın **şiddeti, süresi, yoğunluğu** ve **sıklığı** üzerinde olumsuz etkiler yaratacağı ve ilçede kuraklık etkilerinin gelecekte daha da artacağını öngörmektedir. (Çamalan ve diğerleri, 2021, s.144)

MGM tarafından yapılan analize göre, zaman dönemi uzadıkça kuraklık daha seyrek ancak daha uzun süreli etkili olmakta; 3 aylık dönemde kuraklık daha sık ve kısa süreli, 12 aylık dönemde ise etkisi daha uzun, ancak sıklığı daha düşük görülmektedir. Şiddetli ve kısa kuraklık

dönemleri ile uzun süreli kuraklıkların neden olduğu sorunlar benzer olsa da, uzun süren kuraklıkların zararları daha büyük ve etkili olur. Bu nedenle, kuraklık önlemleri, **olayların şiddeti, süresi ve alansal tutarlığı** göz önünde bulundurularak planlanmalıdır. (Çamalan ve diğerleri, 2021, s.144)

11. KENTLER VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM

Kentler, hem küresel enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarının büyük bir kısmına neden olmakta, hem de iklim değişikliğinin etkilerini yoğun bir şekilde yaşamaktadır. Artan nüfus ve ekonomik faaliyetler bu durumun temel nedenlerindendir. Çözüm için ise, şehirleşme ve altyapı planlamasının sürdürülebilir ve düşük karbonlu yöntemlerle yapılması gerekmektedir. Bu, hem kentlerin çevresel etkilerini azaltmada hem de gelecek için daha dirençli yapılar oluşturmada kilit öneme sahiptir. Bu konuda atılacak adımlar, şehirlerin hem çevresel etkilerini azaltacak hem de gelecekteki iklim değişikliğine karşı daha dirençli hale gelmelerini sağlayacaktır.

Bu konuda dikkat edilmesi gereken bazı noktalar:

- **Enerji Verimliliği:** Binaların enerji tüketimini azaltarak, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak.
- **Ulaşım:** Toplu taşıma sistemlerini güçlendirmek, bisiklet ve yaya yollarını artırmak.
- **Yeşil Alanlar:** Şehir içindeki yeşil alanları artırmak, kentsel ısı adası etkisini azaltmak.
- **Atık Yönetimi:** Geri dönüşüm ve atık azaltma politikalarını geliştirmek.

Gelecek nesiller için daha yaşanabilir şehirler inşa etmek elimizde.



Hava Olayları	Yaşama Etkileri	Çalışma Ortamına Etkileri	Ulaşım Üzerindeki Etkileri
Sıcaklık	- Komforda düşüş - Sağlık riskleri - Soğutma enerji tüketiminde artış - Isıtma enerji tüketiminde düşüş	- Çalışma veriminde düşüş - Soğutma enerji tüketiminde artış - Isıtma enerji tüketiminde düşüş	- Toplu taşıma konforunun düşmesi - Raylarda bükülme - Soğutma enerji tüketiminde artış - Isıtma enerji tüketiminde düşüş
Sel	- Sağlık riskleri ve rahatsızlıklar - Konutlarda maddi zarar - Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	- Erişilebilirlikte aksamalar - Ekonomik varlıkların zarar görmesi - Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	Raylı sistemlerin ve karayollarının kapanması
Su Baskını	- Komforda düşüş - Sağlık ve güvenlik riskleri	- Çalışma veriminde düşüş - Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	Ulaşım kesinti ve aksama
Yangın	- Sağlık ve güvenlik riskleri - Konutlarda maddi zarar	Ekonomik varlıkların zarar görmesi	Ulaşım kesinti ve aksama
Fırtına	- Sağlık riskleri ve rahatsızlıklar - Konutlarda maddi zarar - Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	- Ekonomik varlıkların zarar görmesi - Erişilebilirlikte aksamalar - Elektrik ve su şebekelerinde kesinti	Raylı sistemlerin ve karayollarının kapanması

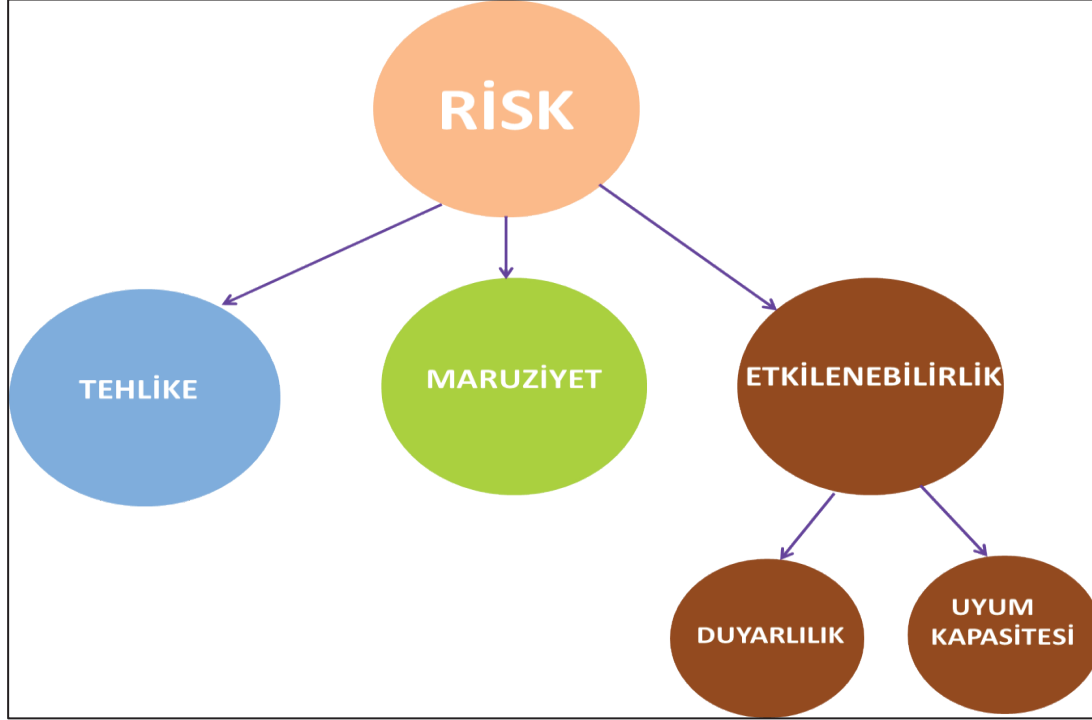
Tablo.2: Kentlerde Beklenen Temel İklim Değişikliği Etkileri

Artan kuraklık, su kıtlığı ve hava kirliliği, iklim değişikliğiyle ilişkilendirilmekte; bu olumsuz etkiler, günlük yaşamı ve kentlerin ekonomik faaliyetlerini giderek daha fazla etkilemektedir.(Tablo.2)

12. ETKİLENEBİLİRLİK, RİSK, KIRILGANLIK ANALİZİ VE METODOLOJİSİ

Etkilenebilirlik ve riski oluşturan bazı unsurlar bulunmaktadır. Bu unsurları insan kaynaklı olanlar, doğal iklim değişkenliğine bağlı olanlar ve sosyo-ekonomik kalkınma gibi çok çeşitli faktörlere bağlı unsurlar olarak açıklayabiliriz (IPCC, 2012). İklim değişikliğine bağlı etkiler şiddet derecesine göre toplumların işleyişinde önemli değişikliklere yol açabilir. Bu değişimlerin etkileri sektörler üzerinde büyük zararlara yol açabileceği gibi veya işlev kayıplarına neden olabilir (Aydın ve diğerleri, 2023, s.503).

Riski kısaca tanımlamak istediğimizde; insan, ekosistem, kültür ve fiziksel varlıklar gibi değerlerin tehlikede olduğu bir potansiyel şeklinde tanımlayabiliriz. **IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporu**'nda ise risk şu şekilde tanımlanmaktadır. Etkilenebilirlik, maruziyet ve tehlike unsurlarının birleşimi olarak tanımlanmıştır (**Şekil.7**). İklim riskini açıklamak gerekirse belirtilen değerlerin, iklim tehlikelerine maruziyetinden kaynaklanan olası sonuçları ifade eder. Sistemler, tek bir iklim riskine maruz kalabileceği gibi birden fazla iklim riskine de aynı anda maruz kalabilirler (IPCC, 2014).



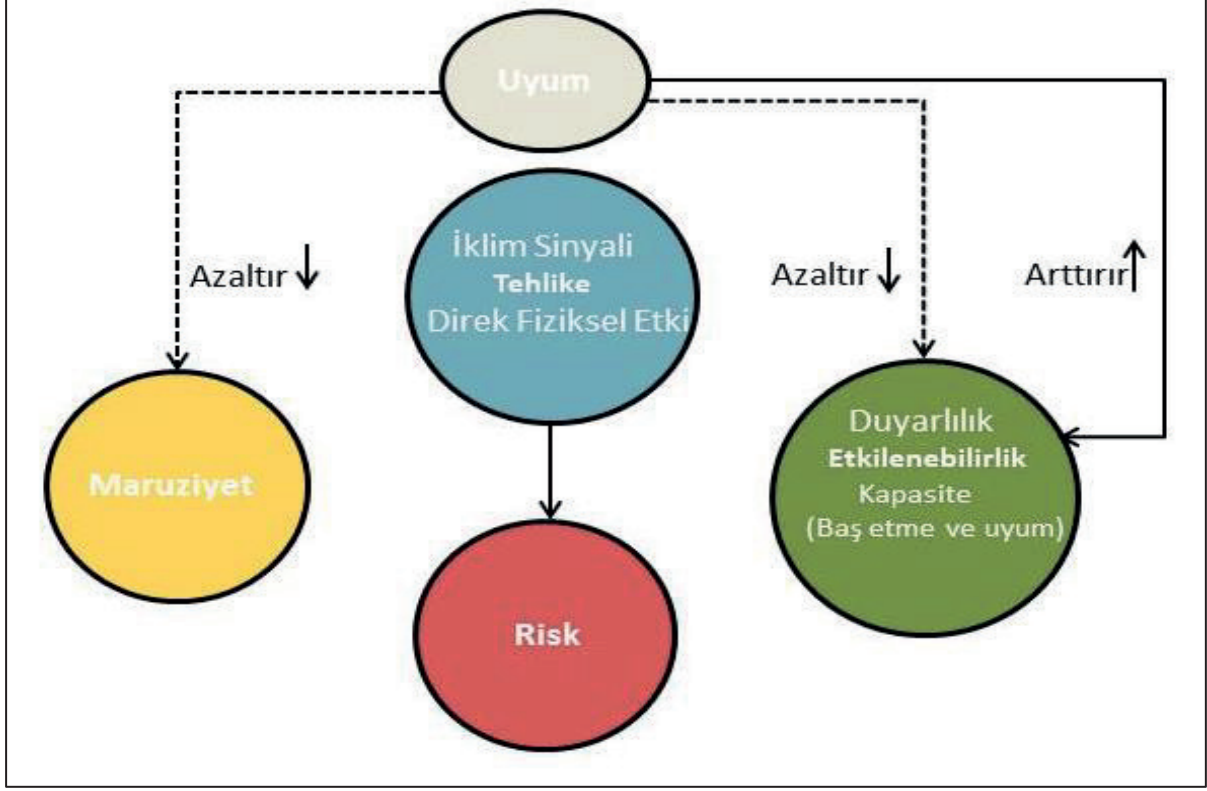
Şekil.7: IPCC AR5 Yaklaşımına Göre Risk Bileşenleri (IPCC, 2014)

Tehlike; insan kaynaklı veya doğal fiziksel olaylar sonucunda, can kaybı, yaralanma, sağlık sorunları, mal kaybı, ekosistem ve doğal kaynaklarda zarar gibi risklerin ortaya çıkma potansiyelidir. Ayrıca bu fiziksel olaylar, belirli bir trend veya fiziksel etkinin potansiyelini ifade eder. Kısaca, hem olaylar hem de eğilimlerle ilişkili riskleri içeren bir kavramdır (Aydın ve diğerleri, 2023, s.503).

Maruziyet; iklim değişikliğinden etkilenme potansiyeli olan canlılar, ekosistemler, toplumsal ve doğal kaynaklar ile kültürel ve ekonomik varlıkları kapsar. Ayrıca, korunmasız veya riske açık unsurlar olarak da ifade edilir. Kısaca, zarar görme olasılığı bulunan değerlerin toplamıdır. (IPCC, 2014)

Etkilenebilirlik; IPCC raporunda "etkiler" terimi, ekstrem hava olayları ve iklim değişikliğinin doğal ve beşerî sistemler üzerindeki etkilerini ifade eder. Bu terim, belirli bir zaman aralığında iklim değişikliği veya ekstrem olayların; yaşam, sağlık, ekosistemler, ekonomi, toplum, kültür, hizmetler ve yapılar üzerindeki etkilerini ve sistemlerin bu etkilere karşı duyarlılığını kapsar. Etkilenebilirlik ise, olumsuz etkilenebilirliğe yatkınlık olarak tanımlanır ve duyarlılık, zarar görme olasılığı ile başa çıkma ve uyum kapasitesine bağlı bir fonksiyon olarak ele alınır. (IPCC, 2014)

Risk tamamen ortadan kaldırılamadığı için, duyarlılık ve maruziyeti azaltmak, uyum kapasitesini artırmak ve riski paylaşmak gibi yöntemlerle risk daha iyi yönetilebilir (Şekil.8). Bu süreçte, sektörlere özel hazırlanan eylem planları, risk yönetiminin etkinliği açısından büyük bir öneme sahiptir. (Ayдын ve diğerleri, 2023, s.504)



Şekil.8: Risk ve Uyum, Kaynak: (GIZ & EURAC, 2017)

Etkilenebilirlik ve risk analizi yöntemi, IPCC raporlarında belirtilen kavramsal çerçeveye dayanmaktadır. IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporu'na göre **risk**, **tehlike**, **maruziyet** ve **etkilenebilirliğin** bir fonksiyonu olarak tanımlanır (IPCC, 2014). Bu tanım, bilimsel çerçevede ilişkilendirilerek **Denklem 1**'de ifade edilmektedir.

$$R=f(T,M,E) \quad \text{Denklem.1 (Nguyen, Horne, Fien, & Cheong, 2017)}$$

R riski, **T** tehlikeyi, **M** maruziyeti ve **E** etkilenebilirliği ifade eder. **Etkilenebilirlik**, **duyarlılık (D)** ve **kapasite (K)** olmak üzere iki temel unsura ayrılır. “Potansiyel etkilenebilir grup,” hem maruziyete açık hem de iklim değişikliğine duyarlı olan gruplardır. Bu gruplar, başa çıkma veya uyum kapasitesine sahip olanlar ve olmayanlar olarak ikiye ayrılır. Başa çıkma veya uyum kapasitesi olmayanlar, iklim değişikliğinin etkileriyle mücadele edemedikleri için doğrudan etkilenebilir grup olarak tanımlanır (Nguyen, 2015). Kısaca, risk unsurları, etkilenebilirlik, duyarlılık ve kapasite etrafında şekillenerek gruplar üzerinde farklı etkiler oluşturur. Bir bölgenin kapasitesinin çok düşük ya da hiç olmaması, o bölgenin etkilenebilirliğinin ciddi şekilde artmasına yol açar. Bu durum bazı çalışmalarda “**baş etme kapasitesinin eksikliği (BKE)**” olarak da adlandırılmakta ve uyum kapasitesinin (UK) 1’den farkı ile şeklinde gösterilmektedir [(Das ve diğerleri, 2020), (Johnson, Depietri, & Breil, 2016)]. Bu nedenle **etkilenebilirlik Denklem 2’** deki gibi ifade edilebilmektedir:

$$E=Dx(1-UK) \quad \text{Denklem.2 (Nguyen, Horne, Fien, & Cheong, 2017)}$$

Risk formülünün son hali, tehlike, maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesinin eksikliğinin çarpımı olarak ifade edilir. Bu yaklaşım, risk analizi süreçlerinde risk bileşenlerini bir arada değerlendirmeye olanak tanır ve **Denklem 3** ile gösterilir. Kısaca, bu formül, risk unsurlarının birbiriyle etkileşimini matematiksel bir modelle açıklamaktadır.

$$R=T \times M \times D(1-UK)$$

Denklem.3 (Nguyen, Horne, Fien, & Cheong, 2017)

İklim değişikliği kaynaklı risklerin hesabı için kullanılan metodoloji sekiz aşamadan oluşmaktadır. Çalışmanın başlangıcında, her sektör için ön hazırlık yapılır. Bu adım, risk çalışmalarında kritik öneme sahiptir, çünkü sonraki tüm adımlar, burada cevaplanan sorulara dayanılarak şekillenir. Ön hazırlık aşamasında, analizin kapsamı ve hedeflenen sonuçlar tanımlanır. Bu aşamanın ardından, sektörlerle özgü etki zinciri oluşturulur. Etki zinciri, risk analizinde kullanılan ve sisteme etki eden faktörlerin analitik olarak belirlendiği bir aşamadır. Daha sonra, iklim risklerini en iyi şekilde yansıtacak göstergeler tanımlanır. Kısaca, bu metodoloji kapsamlı ve yapılandırılmış bir süreci takip ederek risk değerlendirmesini mümkün kılar (Aydın ve diğerleri, 2023, s.505).



Şekil.9: Risk Analizinde İzlenen Adımlar

Etki zincirindeki bileşenlerin göstergeleri belirlendikten sonra, kurum ve kaynaklardan veri talep edilmiş ve toplanmıştır. Toplanan veriler, farklı birimlerde veya birimsiz oldukları için normalize edilip standartlaştırılmış, böylece karşılaştırılabilir hale getirilmiştir. Standartlaştırma sonrası, Temel Bileşen Analizi (PCA) kullanılarak risk bileşenlerine ait göstergeler ağırlıklandırılmıştır. Maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenleri için seçilen göstergeler, PCA ile analiz edilerek ağırlıklandırılmış, ardından kendi ağırlıklarıyla çarpılarak risk bileşen değerleri hesaplanmıştır. Kısaca, veri standardizasyonu ve ağırlıklandırma süreçleri, risk hesaplamalarının temelini oluşturmuştur. (**Denklem 4**).

$$M, D, K = \sum_{i=1}^n X_i \times A_i \quad \text{Denklem.4 (Nguyen, Horne, Fien, & Cheong, 2017)}$$

A_i , i'nci göstergenin ağırlık değerini, X_i ise i'nci göstergenin kendi değerini temsil etmektedir. PCA analizi yardımıyla elde edilen maruziyet, duyarlılık ve kapasite bileşenlerinin ve sektör özelinde seçilmiş olan tehlike değişkenlerinin normalize edilmiş değerleri risk formülüne girdi olarak verilmeden önce (Das, ve diğerleri, 2020) ile benzer şekilde 1 ile 5 arasında sınıflandırılmıştır. Belirtilen **sınıflandırmada** kullanılan eşik değerler **Tablo 3**'de gösterilmektedir. (Aydın ve diğerleri, 2023 s.506).

Alt Eşik (>)	Üst Eşik (<=)	Risk Sınıfları	Sınıf
0	0,2	1	Çok Düşük
0,2	0,4	2	Düşük
0,4	0,6	3	Orta
0,6	0,8	4	Yüksek
0,8	1	5	Çok Yüksek

Tablo.3: Risk ve Bileşenlerinin Kantillere göre Sınıflandırılmasında Kullanılan Eşik Değerler ve Sınıf Karşılıkları (GIZ & EURAC, 2017)

Kantillere dayalı yapılan bu sınıflandırma, verinin belirli yüzdeliklere göre gruplandırılması anlamına gelir. Bu yöntem, verinin gerçek sayısal değerlerinden ziyade dağılımına dayalı yüzdeliklerle gerçekleştirilir. Sınıflandırma sırasında eşik sınırlarında kalan veriler, bir üst ya da alt sınıfa taşınabilir. Ayrıca, her sınıfa eşit sayıda veri atanmaması olasıdır. **Sektörel risk hesabı Denklem 3’te** gösterildiği gibi yapılmıştır. Risk analizi tamamlandıktan sonra sonuçlar tekrar normalize edilip sınıflandırılmışlardır. (Aydın ve diğerleri, 2023, s.505).

Risk bileşenlerinden ilki olan tehlike bileşeni iklim tehlikeleri olarak belirlenmiştir. Sektörel olarak seçilen bu tehlikeler mevcut dönem (1971-2000) ve gelecek dönem (2025-2098) periyotları için analiz edilmişlerdir. Çalışmada gelecek dönem projeksiyonları için RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları ile elde edilen iklim tehlikeleri 2025-2048, 2049- 2073 2074-2098 olmak üzere üç döneme ayrılarak incelenmiştir.

Çalışma kapsamında 6 ana iklim tehlikesi tanımlanmıştır: Sıcak Hava Dalgası, Kuraklık, Şiddetli Yağış, Orman Yangını, Soğuk Hava Dalgası ve Şiddetli Rüzgâr. Bu tehlikelerin analizi için her biri için ekstrem iklim indeksleri belirlenmiş ve mevcut ile gelecek dönemler için ön görülerde bulunulmuştur. Risk analizi, mevcut dönem koşullarına göre belirlenen sektörel göstergeler ile iklim tehlikelerinin projeksiyonlarına dayanılarak gerçekleştirilmiştir. İyimser (RCP4.5) ve kötümser (RCP8.5) senaryolara göre sektörlerin gelecek dönem olabilecek riskler gösterilmiştir.

İlçemizde yapılan Risk ve Etkilenebilirlik Değerlendirmesi çalışması, iklim koşullarına bağlı tehlikelerin yaratabileceği riskleri belirlemeyi sağlamaktadır. Bu kapsamda MGM tarafından kaydedilen **şiddet, zarar, yağış miktarı ve periyotları** istasyon verileri incelenerek **su yönetimi, halk sağlığı, afet yönetimi, biyoçeşitlilik, tarım sektörü, üretim, sanayi, atık yönetimi, ulaşım çeşitliliği ve altyapı gibi alanlara, sıcak ve soğuk hava dalgaları, aşırı yağışlar, fırtınalar, dolu, kuraklık, sel, taşkınlar vb. ekstrem meteorolojik olayların** ilçemiz üzerine etkilerinin araştırılması yapılmıştır.(Tablo.4)

	Tarih	Olay	Zarar	Kaydedilen Toplam Yağış Miktarı	Yağış Periyodu	Kaydedilen Rüzgar Hızı (m_san.)	Şiddet
1	04.02.2010	17-Fırtına _ Hortum	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü			20,40	04- Çok kuvvetli
2	26.02.2010	17- Fırtına _ Hortum	05- Yerleşim yerleri zarar gördü			19,90	03- Kuvvetli
3	02.05.2010	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
4	01.06.2010	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				03- Kuvvetli
5	03.06.2010	72- Yıldırım düşmesi	07- Hayvanlar zarar gördü				02- Orta
6	03.06.2010	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	20,20	1 Saat		03- Kuvvetli
7	03.06.2010	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
8	10.06.2010	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
9	10.06.2010	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	59,90	6 Saat		03- Kuvvetli
10	11.06.2010	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	28,60	1 Saat		03- Kuvvetli
11	12.06.2010	17- Fırtına _ Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			18,10	03- Kuvvetli
12	12.06.2010	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				03- Kuvvetli
13	15.06.2010	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	18,80	24 Saat		02- Orta
14	18.06.2010	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	19,20	6 Saat		03- Kuvvetli
15	21.06.2010	22- Dolu	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü				03- Kuvvetli
16	21.06.2010	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	06- İnsanlar zarar gördü(Ölüm/Yaralanma)	14,40	1 Saat		03- Kuvvetli
17	23.06.2010	22- Dolu	04- Seralar zarar gördü				02- Orta
18	08.07.2010	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta

19	27.09.2010	48- Şiddetli yağış nedeniyle akarsularda taşma	44- İnsan - hayvan - ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	129,20			
20	29.09.2010	22- Dolu	12- Ulaşım araçları zarar gördü				02- Orta
21	29.09.2010	17- Fırtına - Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			0,00	03- Kuvvetli
22	08.10.2010	43- Şiddetli yağış - Sel - Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	19,80	6 Saat		03- Kuvvetli
23	09.10.2010	22- Dolu	12- Ulaşım araçları zarar gördü				03- Kuvvetli
24	13.10.2010	48- Şiddetli yağış nedeniyle akarsularda taşma	44- İnsan - hayvan - ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	114,40			
25	18.10.2010	43- Şiddetli yağış - Sel - Su baskını	11- Haberleşme ve enerji nakil hatları zarar gördü	15,50	6 Saat		03- Kuvvetli
26	12.01.2011	17- Fırtına- Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			18,40	03- Kuvvetli
27	12.01.2011	43- Şiddetli yağış- Sel-Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	55,00	6 Saat		03- Kuvvetli
28	12.01.2011	43- Şiddetli yağış- Sel-Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	88,90	6 Saat		03- Kuvvetli
29	24.01.2011	17- Fırtına- Hortum	06- İnsanlar zarar gördü(Ölüm/Yaralanma)			20,70	03- Kuvvetli
30	01.02.2011	17- Fırtına- Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			18,00	03- Kuvvetli
31	08.02.2011	17- Fırtına- Hortum	05- Yerleşim yerleri zarar gördü			21,30	04- Çok kuvvetli
32	14.02.2011	56- Kar	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
33	18.04.2012	18- Kuvvetli fırtına(20.8-24.4 m/sn)	32- Seralar zarar gördü	7,60		23,80	
34	12.08.2012	24- Fındık büyüklüğünde dolu	16- Ağaçlarda meyveler döküldü				
35	08.10.2012	44- Şiddetli yağış nedeniyle yerleşim alanlarında sel	34- Yerleşim yerleri zarar gördü	55,80		0,00	
36	30.05.2014	22- Dolu	02- Ağaçlarda dallar kırıldı				03- Kuvvetli

37	16.06.2014	43- Şiddetli yağış _ Sel-Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	65,80	1 Saat		04- Çok kuvvetli
38	19.06.2014	22- Dolu	12- Ulaşım araçları zarar gördü				04- Çok kuvvetli
39	29.12.2014	56- Kar	06- İnsanlar zarar gördü(Ölüm/Yaralanma)				03- Kuvvetli
40	30.01.2015	17- Fırtına _ Hortum	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü			30,50	04- Çok kuvvetli
41	07.06.2015	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	12- Ulaşım araçları zarar gördü				03- Kuvvetli
42	09.06.2015	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	37,90	6 Saat		03- Kuvvetli
43	10.06.2015	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	20,80	1 Saat		03- Kuvvetli
44	25.06.2015	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				03- Kuvvetli
45	21.11.2015	17- Fırtına _ Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
46	06.01.2016	17- Fırtına _ Hortum	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü			21,70	04- Çok kuvvetli
47	11.01.2016	17- Fırtına _ Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı			20,30	03- Kuvvetli
48	10.04.2016	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
49	03.05.2016	22- Dolu	12- Ulaşım araçları zarar gördü				02- Orta
50	04.06.2016	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
51	11.01.2017	17- Fırtına _ Hortum	05- Yerleşim yerleri zarar gördü			24,10	03- Kuvvetli
52	27.05.2017	22- Dolu	02- Ağaçlarda dallar kırıldı				03- Kuvvetli
53	03.06.2017	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	23,80	6 Saat		03- Kuvvetli



54	04.06.2017	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	31,00	6 Saat		03- Kuvvetli
55	09.06.2017	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	27,60	1 Saat		03- Kuvvetli
56	18.07.2017	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
57	22.08.2017	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	55,10	6 Saat		03- Kuvvetli
58	04.12.2017	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	65,90	24 Saat		03- Kuvvetli
59	09.12.2017	17- Fırtına _ Hortum	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü			21,10	03- Kuvvetli
60	03.03.2018	17- Fırtına _ Hortum	08- Karayolu ulaşımı aksadı			27,70	03- Kuvvetli
61	27.03.2018	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				03- Kuvvetli
62	24.05.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü				04- Çok kuvvetli
63	27.05.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	38,40	6 Saat		03- Kuvvetli
64	06.06.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	18,70	6 Saat		02- Orta
65	27.06.2018	22- Dolu	12- Ulaşım araçları zarar gördü				03- Kuvvetli
66	27.06.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	15,20	1 Saat		03- Kuvvetli
67	26.07.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
68	27.08.2018	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
69	05.09.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	12- Ulaşım araçları zarar gördü	36,60	6 Saat		02- Orta
70	13.09.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü				04- Çok kuvvetli
71	13.09.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				04- Çok kuvvetli
72	20.10.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü				03- Kuvvetli

73	20.10.2018	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	50,00	24 Saat		03- Kuvvetli
74	10.12.2018	17- Fırtına _ Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı			18,50	02- Orta
75	25.12.2018	56- Kar	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
76	09.01.2019	17- Fırtına _ Hortum	03- Ağaçlar yerinden söküldü			23,90	03- Kuvvetli
77	11.01.2019	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	18,40	24 Saat		02- Orta
78	11.05.2019	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
79	02.06.2019	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				03- Kuvvetli
80	17.06.2019	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
81	18.06.2019	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
82	19.06.2019	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	20,00	1 Saat		03- Kuvvetli
83	17.08.2019	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	24,60	6 Saat		03- Kuvvetli
84	21.12.2019	17- Fırtına _ Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı			19,10	03- Kuvvetli
85	30.12.2019	17- Fırtına _ Hortum	03- Ağaçlar yerinden söküldü			22,80	01- Hafif
86	04.02.2020	17- Fırtına _ Hortum	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü			20,40	04- Çok kuvvetli
87	26.02.2020	17- Fırtına _ Hortum	05- Yerleşim yerleri zarar gördü			19,90	03- Kuvvetli
88	02.05.2020	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
89	01.06.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				03- Kuvvetli
90	03.06.2020	72- Yıldırım düşmesi	07- Hayvanlar zarar gördü				02- Orta
91	03.06.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	20,20	1 Saat		03- Kuvvetli
92	03.06.2020	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
93	10.06.2020	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta

94	10.06.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	59,90	6 Saat		03- Kuvvetli
95	11.06.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	28,60	1 Saat		03- Kuvvetli
96	12.06.2020	17- Fırtına _ Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			18,10	03- Kuvvetli
97	12.06.2020	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				03- Kuvvetli
98	15.06.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	18,80	24 Saat		02- Orta
99	18.06.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	19,20	6 Saat		03- Kuvvetli
100	21.06.2020	22- Dolu	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü				03- Kuvvetli
101	21.06.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	06- İnsanlar zarar gördü(Ölüm/Yaralanma)	14,40	1 Saat		03- Kuvvetli
102	23.06.2020	22- Dolu	04- Seralar zarar gördü				02- Orta
103	08.07.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
104	29.09.2020	22- Dolu	12- Ulaşım araçları zarar gördü				02- Orta
105	29.09.2020	17- Fırtına _ Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			0,00	03- Kuvvetli
106	08.10.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	19,80	6 Saat		03- Kuvvetli
107	09.10.2020	22- Dolu	12- Ulaşım araçları zarar gördü				03- Kuvvetli
108	18.10.2020	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	11- Haberleşme ve enerji nakil hatları zarar gördü	15,50	6 Saat		03- Kuvvetli
109	12.01.2021	17- Fırtına _ Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			18,40	03- Kuvvetli
110	12.01.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	55,00	6 Saat		03- Kuvvetli
111	12.01.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	88,90	6 Saat		03- Kuvvetli
112	24.01.2021	17- Fırtına _ Hortum	06- İnsanlar zarar gördü(Ölüm/Yaralanma)			20,70	03- Kuvvetli
113	01.02.2021	17- Fırtına _ Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			18,00	03- Kuvvetli

114	08.02.2021	17- Fırtına _ Hortum	05- Yerleşim yerleri zarar gördü			21,30	04- Çok kuvvetli
115	14.02.2021	56- Kar	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
116	05.04.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	17,50	24 Saat		03- Kuvvetli
117	05.04.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	0,00	6 Saat		03- Kuvvetli
118	05.04.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	16,40	6 Saat		03- Kuvvetli
119	06.04.2021	17- Fırtına _ Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			0,00	03- Kuvvetli
120	16.05.2021	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
121	21.05.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	16,20	24 Saat		03- Kuvvetli
122	21.05.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	23,00	1 Saat		03- Kuvvetli
123	21.05.2021	22- Dolu	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
124	21.05.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	3,80	1 Saat		03- Kuvvetli
125	21.05.2021	22- Dolu	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
126	02.06.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	18,40	6 Saat		03- Kuvvetli
127	02.06.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	19,20	6 Saat		03- Kuvvetli
128	08.06.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	16,10	6 Saat		02- Orta
129	08.06.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
130	12.06.2021	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
131	12.06.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	9,50	1 Saat		03- Kuvvetli
132	13.06.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	55,20	6 Saat		03- Kuvvetli
133	14.06.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	30,00	6 Saat		03- Kuvvetli

134	20.06.2021	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
135	21.06.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
136	03.07.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	34,00	6 Saat		03- Kuvvetli
137	03.07.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	34,60	6 Saat		03- Kuvvetli
138	06.07.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	44,50	6 Saat		03- Kuvvetli
139	06.07.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	44,50	6 Saat		03- Kuvvetli
140	07.08.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	86,60	6 Saat		03- Kuvvetli
141	15.10.2021	17- Fırtına _ Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			0,00	03- Kuvvetli
142	15.10.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	8,30	1 Saat		02- Orta
143	15.10.2021	17- Fırtına _ Hortum	01- Ekili tarım alanları zarar gördü			0,00	02- Orta
144	15.10.2021	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	8,30	1 Saat		02- Orta
145	15.10.2021	17- Fırtına _ Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			0,00	03- Kuvvetli
146	15.10.2021	22- Dolu	02- Ağaçlarda dallar kırıldı				02- Orta
147	26.11.2021	17- Fırtına _ Hortum	02- Ağaçlarda dallar kırıldı			17,80	02- Orta
148	28.11.2021	17- Fırtına _ Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı			19,40	03- Kuvvetli
149	28.11.2021	17- Fırtına _ Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı			23,90	03- Kuvvetli
150	29.11.2021	17- Fırtına _ Hortum	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü			23,10	03- Kuvvetli
151	10.03.2022	56- Kar	08- Karayolu ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
152	29.05.2022	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				01- Hafif
153	09.06.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta

154	12.06.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	41,00	24 Saat		03- Kuvvetli
155	12.06.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü	42,50	24 Saat		03- Kuvvetli
156	21.06.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
157	09.07.2022	17- Fırtına _ Hortum	03- Ağaçlar yerinden söküldü				03- Kuvvetli
158	09.07.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü				03- Kuvvetli
159	15.08.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü				04- Çok kuvvetli
160	22.08.2022	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				01- Hafif
161	24.08.2022	22- Dolu	02- Ağaçlarda dallar kırıldı				03- Kuvvetli
162	24.08.2022	72- Yıldırım düşmesi	02- Ağaçlarda dallar kırıldı				02- Orta
163	24.08.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü				03- Kuvvetli
164	29.08.2022	22- Dolu	02- Ağaçlarda dallar kırıldı				03- Kuvvetli
165	29.08.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
166	29.08.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
167	31.08.2022	22- Dolu	08- Karayolu ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
168	31.08.2022	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	27,50	1 Saat		04- Çok kuvvetli



169	31.08.2022	17- Fırtına – Hortum	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü			18,90	03- Kuvvetli
170	17.11.2022	17- Fırtına – Hortum	03- Ağaçlar yerinden söküldü			17,20	03- Kuvvetli
171	18.11.2022	17- Fırtına – Hortum	03- Ağaçlar yerinden söküldü			18,50	03- Kuvvetli
172	19.11.2022	17- Fırtına – Hortum	12- Ulaşım araçları zarar gördü			23,20	03- Kuvvetli
173	19.11.2022	17- Fırtına – Hortum	12- Ulaşım araçları zarar gördü			23,20	03- Kuvvetli
174	11.12.2022	17- Fırtına – Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı			0,00	03- Kuvvetli
175	19.12.2022	17- Fırtına – Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
176	17.01.2023	17- Fırtına – Hortum	05- Yerleşim yerleri zarar gördü				02- Orta
177	17.01.2023	17- Fırtına – Hortum	05- Yerleşim yerleri zarar gördü			18,50	03- Kuvvetli
178	18.01.2023	17- Fırtına – Hortum	03- Ağaçlar yerinden söküldü			18,20	03- Kuvvetli
179	05.02.2023	17- Fırtına – Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
180	05.02.2023	56- Kar	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
181	11.03.2023	17- Fırtına – Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı			19,80	03- Kuvvetli
182	18.04.2023	22- Dolu	12- Ulaşım araçları zarar gördü				02- Orta
183	26.04.2023	72- Yıldırım düşmesi	03- Ağaçlar yerinden söküldü				02- Orta
184	27.04.2023	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
185	31.05.2023	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				03- Kuvvetli
186	31.05.2023	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
187	31.05.2023	22- Dolu	01- Ekili tarım alanları zarar gördü				02- Orta
188	31.05.2023	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
189	17.06.2023	72- Yıldırım düşmesi	06- İnsanlar zarar gördü(Ölüm/Yaralanma)				03- Kuvvetli
190	17.06.2023	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü	28,20	6 Saat		03- Kuvvetli
191	17.06.2023	22- Dolu	02- Ağaçlarda dallar kırıldı				02- Orta

192	08.07.2023	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
193	01.09.2023	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	01- Ekili tarım alanları zarar gördü	40,00	1 Saat		03- Kuvvetli
194	06.09.2023	72- Yıldırım düşmesi	15- Orman yangını çıktı				02- Orta
195	02.11.2023	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	39,50	6 Saat		03- Kuvvetli
196	04.11.2023	17- Fırtına _ Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
197	05.11.2023	17- Fırtına _ Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı			0,00	03- Kuvvetli
198	11.11.2023	17- Fırtına _ Hortum	12- Ulaşım araçları zarar gördü			18,60	04- Çok kuvvetli
199	11.11.2023	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	08- Karayolu ulaşımı aksadı	22,90	24 Saat		03- Kuvvetli
200	12.11.2023	22- Dolu	02- Ağaçlarda dallar kırıldı				02- Orta
201	18.11.2023	72- Yıldırım düşmesi	05- Yerleşim yerleri zarar gördü				03- Kuvvetli
202	18.11.2023	17- Fırtına _ Hortum	12- Ulaşım araçları zarar gördü				03- Kuvvetli
203	18.11.2023	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	12- Ulaşım araçları zarar gördü	82,60	24 Saat		03- Kuvvetli
204	19.11.2023	56- Kar	08- Karayolu ulaşımı aksadı				02- Orta
205	25.11.2023	17- Fırtına _ Hortum	10- Deniz ulaşımı aksadı				03- Kuvvetli
206	28.11.2023	17- Fırtına _ Hortum	13- İnsan _ hayvan _ ulaşım ve yerleşim yerleri zarar gördü			26,50	04- Çok kuvvetli
207	29.11.2023	43- Şiddetli yağış _ Sel _ Su baskını	05- Yerleşim yerleri zarar gördü				03- Kuvvetli

Tablo.4: Bursa İstasyonunda Fevk (Olağanüstü Olay) Hadiseleri (MGM) (MGM'den 23 Eylül 2024 tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.)



12.1. İklim Değişikliği Risk ve Etkilenebilirlik Analizi

İklimsel Etkiler	Sıcak Hava Dalgası	Soğuk Hava Dalgası	Aşırı Yağış ve Fırtınalar	Dolu	Kuraklık	Sel ve Taşkınlar	Orman Yangınları
Halk Sağlığı	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta	Çok Düşük	Orta	Orta	Yüksek
Su Yönetimi	Çok Yüksek	Çok Düşük	Orta	Orta	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta
Afet Yönetimi	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta
Biyo-çeşitlilik	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta	Orta	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
Tarım	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
Sanayi	Orta	Orta	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Atık Yönetimi	Çok Yüksek	Orta	Orta	Orta	Düşük	Çok Yüksek	Düşük
Ulaşım	Orta	Orta	Çok Yüksek	Orta	Orta	Çok Yüksek	Düşük
Kentsel Altyapı	Orta	Orta	Çok Yüksek	Orta	Orta	Orta	Düşük

Tablo.5: Osmangazi İklim Değişikliği Risk ve Etkilenebilirlik Analizi

Tablo.5'ü daha detaylı olarak analiz edersek, her bir iklimsel etkinin sektörler üzerindeki farklı etkilerini görebiliriz. Bu analiz, her sektörün belirli iklimsel olaylara karşı kırılganlığını ve uyum ihtiyacını ortaya koymaktadır. Sektörlerin maruz kaldığı risklerin derecesi aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır:

a. Halk Sağlığı

- **Sıcak Hava Dalgaları ve Soğuk Hava Dalgaları:** Halk sağlığı üzerinde "Çok Yüksek" etkiye sahiptir. Bu, aşırı sıcakların ve soğukların özellikle hassas gruplar (yaşlılar, çocuklar, kronik hastalığı olanlar) üzerinde ciddi sağlık sorunlarına yol açabileceğini gösterir.
- **Kuraklık:** Orta seviyede bir etkiye sahiptir, kuraklık süresince suya erişim sınırlı hale gelebilir, bu da hijyen ve sağlık koşullarını zorlaştırabilir.
- **Sel ve Taşkınlar:** Orta düzeyde risk oluşturmaktadır. Sel ve taşkınlar su kaynaklarının kirlenmesine, bulaşıcı hastalık risklerinin artmasına ve fiziksel yaralanmalara neden olabilir.
- **Orman Yangınları:** Halk sağlığı üzerinde "Yüksek" etkiye sahiptir. Yangınlardan çıkan duman hava kirliliğini artırır ve solunum yolları hastalıklarına sebep olabilir.

b. Su Yönetimi

- **Sıcak Hava Dalgaları:** Su yönetimi üzerinde "Çok Yüksek" etkiye sahiptir, sıcak hava dalgaları su talebini artırırken su kaynaklarını azaltabilir.



- **Kuraklık:** Su yönetimi için yine "Çok Yüksek" risk taşır, kuraklık su kaynaklarının azalmasına ve suyun kullanımının kısıtlanmasına neden olabilir.
- **Sel ve Taşkınlar:** "Çok Yüksek" etkiye sahiptir, ancak taşkınlar altyapıya zarar vererek su kalitesini düşürebilir.

c. Afet Yönetimi

- **Aşırı Yağış ve Fırtınalar, Sel ve Taşkınlar ve Orman Yangınları** gibi olaylar "Orta" etkiye sahiptir. Afet yönetimi bu olaylara hazırlıklı olmalıdır.
- **Soğuk Hava Dalgaları** gibi olayların etkisi ise "Düşük" seviyededir.

d. Biyo-çeşitlilik

- **Sıcak ve Soğuk Hava Dalgaları:** Biyo-çeşitlilik üzerinde "Çok Yüksek" etkiye sahiptir. Aşırı sıcaklıklar ve soğuklar birçok canlı türü için ölümcül olabilir.
- **Kuraklık ve Orman Yangınları:** Biyo-çeşitlilik üzerinde yine "Çok Yüksek" risk taşır. Su kaynaklarının azalması, kuraklık dönemlerinde bitki örtüsünün zarar görmesi ve yangınların doğal habitatları yok etmesi sonucu birçok tür olumsuz etkileyebilir.
- **Sel ve Taşkınlar:** Orta seviyede etki yapar, taşkınlar ekosistemlerde baskı oluşturabilir.

e. Tarım

- **Sıcak Hava Dalgaları ve Kuraklık:** Tarım için "Çok Yüksek" risk oluşturur, çünkü aşırı sıcaklıklar ve su kıtlığı ürün verimini azaltabilir.
- **Soğuk Hava Dalgaları:** Yine "Çok Yüksek" etkiye sahiptir. Soğuklar bitkilerin donmasına yol açabilir.
- **Orman Yangınları:** Tarım üzerinde de "Çok Yüksek" etkiye sahip olup yangınlar tarım alanlarını tahrip edebilir.
- **Aşırı Yağış ve Fırtınalar:** "Yüksek" risk taşır, şiddetli yağışlar tarım arazilerinde erozyon ve su baskınlarına yol açabilir.

f. Sanayi

- **Sıcak Hava Dalgaları:** Sanayi üzerinde "Orta" etkiye sahiptir. Aşırı sıcaklar sanayi süreçlerinde verim kaybına yol açabilir, iş güvenliğini tehlikeye atabilir.
- **Aşırı Yağış ve Fırtınalar ve Kuraklık:** "Orta" etkiye sahip olsa da bu olaylar üretim süreçlerini olumsuz etkileyebilir.

g. Atık Yönetimi

- **Sıcak Hava Dalgaları:** Atık yönetimi üzerinde "Çok Yüksek" etkiye sahiptir. Sıcak hava dalgaları atıkların çürüme sürecini hızlandırır, bu da kötü koku ve hastalık riskini artırabilir.
- **Soğuk Hava Dalgaları:** Orta seviyede risk oluşturur. Soğuk hava atık toplama hizmetlerini yavaşlatabilir, bertaraf süreçlerini olumsuz etkileyebilir.

h. Ulaşım

- **Sıcak- Soğuk Hava Dalgaları, Dolu ve Kuraklık:** "Orta" etkiye sahiptir. Sıcaklık artışı yollarda erimeye yol açabilir, kuraklık ise altyapının dayanıklılığını azaltabilir. Soğuk Hava Dalgaları ve Dolu ulaşımında aksamalara sebep olabilir.
- **Aşırı Yağış ve Fırtınalar, Sel ve Taşkınlar:** "Çok Yüksek" etkiye sahiptir. Ulaşımın kesintiye uğramasına ve maddi hasarlı kazalara sebep olabilir.



1. Kentsel Altyapı

- **Sıcak-Soğuk Hava Dalgaları ve Kuraklık:** Kentsel altyapı üzerinde "Orta" etkiye sahiptir. Sıcaklık artışı, elektrik ve su gibi altyapı sistemleri üzerinde baskı yaratabilir.
- **Sel ve Taşkınlar:** Altyapı üzerinde "Orta" etkiye sahip olmasına rağmen, su baskınları altyapının zarar görmesine neden olabilir.

Genel Değerlendirme

- Tablo, her sektörün belirli iklim olaylarına karşı nasıl etkilendiğini göstererek, özellikle **Halk Sağlığı, Su Yönetimi, Tarım ve Biyo-çeşitlilik** gibi sektörlerin iklim değişikliğine karşı en hassas sektörler olduğunu ortaya koymaktadır. **Sıcak Hava Dalgaları ve Kuraklık** gibi olaylar birçok sektörü önemli ölçüde etkilemektedir. Bu tablo, bu sektörlerde iklim değişikliğine uyum stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması gerektiğini vurgulamakta ve kaynakların hangi alanlarda önceliklendirilmesi gerektiğine dair yol gösterici olmaktadır.

12.2. Mevcut ve Gelecekte Beklenen Meteorolojik Ekstrem Olayların Analizi

Aşırı İklim Olayları	Mevcut Risk		Gelecekte Beklenen Risk		
	Olasılık	Etkisi	Şiddetinde Beklenen Değişiklik	Frekansında Değişiklik	Zaman Dilimi
Aşırı Sıcak	Yüksek	Yüksek	Artış	Artış	Orta
Aşırı Soğuk	Orta	Orta	Azalış	Azalış	Kısa
Aşırı Yağış	Orta	Yüksek	Artış	Artış	Orta
Sağanak Yağış	Orta	Yüksek	Artış	Artış	Orta
Yoğun Kar Yağışı	Düşük	Orta	Azalış	Azalış	Orta
Kuraklık - Su Kıtlığı	Yüksek	Yüksek	Artış	Artış	Uzun
Seller ve Taşkın	Orta	Yüksek	Artış	Artış	Uzun
Fırtına	Orta	Yüksek	Artış	Artış	Kısa

Tablo.6: Mevcut ve Gelecekte Beklenen Meteorolojik Ekstrem Olayların Analizi

Tablo.6' ün özeti aşağıdaki gibidir;

a.Aşırı Sıcaklar

- **Mevcut Durum:** Aşırı sıcakların yaşanma olasılığı yüksek ve bu durumun insan sağlığı ve tarım üzerinde ciddi etkileri var.
- **Gelecek Beklentisi:** Aşırı sıcakların sıklığının ve şiddetinin artması beklenmektedir. Bu, daha fazla sıcak hava dalgası ve daha uzun süreli yüksek sıcaklıklar anlamına gelmektedir.

b.Aşırı Soğuklar

- **Mevcut Durum:** Orta düzeyde bir risk oluşturuyor. Genellikle kısa süreli soğuk hava dalgaları olarak görülüyor.
- **Gelecek Beklentisi:** Bu olayların sıklığı ve şiddeti azalması beklenmektedir.

c.Aşırı Yağış ve Sağanak Yağışlar

- **Mevcut Durum:** Orta olasılık ve yüksek etkiye sahip. Sel ve toprak kayması gibi olaylara neden olabiliyor.

- **Gelecek Beklentisi:** Sıklık ve şiddetin artması bekleniyor, ileride daha sık ve yoğun yağışlar gerçekleşeceği anlamına geliyor.

d.Yoğun Kar Yağışı

- **Mevcut Durum:** Düşük olasılık ve orta etki gösteriyor. Kış mevsiminde ulaşım sorunları yaratabiliyor.
- **Gelecek Beklentisi:** Sıklık ve şiddetin azalacağı öngörülüyor, kar yağışı daha nadir olması beklenmekte.

e.Kuraklık ve Su Kıtlığı

- **Mevcut Durum:** Yüksek olasılık ve yüksek etki gösteriyor. Tarımın, su kaynakları ve enerji üretimi üzerinde ciddi etkileri mevcut.
- **Gelecek Beklentisi:** Sıklık ve şiddetin artması bekleniyor, bu da daha uzun ve şiddetli kuraklık dönemleri anlamına geliyor.

f.Seller ve Taşkın

- **Mevcut Durum:** Orta olasılık ve yüksek etki. Ani ve aşırı yağışlarda alt yapı sistemleri olumsuz etkilenmektedir.
- **Gelecek Beklentisi:** Sıklık ve şiddetin artması beklentisi, daha sık sel ve taşkın anlamına gelmektedir.

g.Fırtınalar

- **Mevcut Durum:** Orta olasılık ve yüksek etki. Kuvvetli rüzgarlar ve yağışlarla can ve mal kaybına neden olabiliyor.
- **Gelecek Beklentisi:** Fırtınaların sıklık ve şiddetinin artması bekleniyor.

13. TAŞKIN/SEL SU BASKINI TEHLİKE VE RİSK ANALİZİ

Taşkın, genellikle suyun belirli bir sınırı aşarak taşması ve civar alanlara yayılması durumudur. Bu genellikle **yoğun yağışlar**, **ani kar erimeleri** veya **dere ve nehir yataklarının taşması** sonucu oluşur. Taşkınlar, tarım alanlarını, yerleşim yerlerini ve altyapıyı olumsuz etkiler, bu nedenle ciddi bir doğal afet olarak kabul edilir.

Taşkınların afete dönüşmesi, birkaç faktörün bir araya gelmesiyle gerçekleşir:

- **Yoğun Yağışlar veya Kar Erimeleri:** Ani ve yoğun yağışlar ya da hızlı kar erimeleri, su seviyelerinin hızla yükselmesine neden olur.
- **Altyapı Eksiklikleri:** Yetersiz drenaj sistemleri, taşkın sularının hızla çekilmesini engelleyebilir.
- **Topografik Şartlar:** Düz veya alçak alanlar, taşkın sularının birikmesi için uygun zemin oluşturur.
- **İklim Değişikliği:** Artan sıcaklıklar ve iklim değişiklikleri, aşırı hava olaylarının sıklığını ve şiddetini artırır.
- **İnsan Etkisi:** Ağaçların kesilmesi, betonlaşma ve doğal su yollarının değiştirilmesi gibi insan aktiviteleri, taşkın riskini artırabilir.

Taşkınlar, çeşitli alanlarda hem kısa vadeli hem de uzun vadeli etkiler yaratabilir. Taşkınların başlıca etkileri:

➤ Çevresel Etkiler

- **Erozyon ve Sedimentasyon:** Taşkın suları, toprak erozyonuna neden olabilir ve tarım arazilerinin verimliliğini azaltabilir. Aynı zamanda sedimentasyonla birlikte nehir yataklarının dolmasına yol açabilir.



- **Ekosistem Üzerindeki Etkiler:** Su altındaki bitkiler ve hayvanlar zarar görebilir, su ekosistemleri bozulabilir ve biyolojik çeşitlilik azalabilir.
- **Su Kirliliği:** Taşkınlar, kanalizasyon sistemlerinin taşmasına neden olarak su kaynaklarının kirlenmesine ve su kalitesinin düşmesine yol açabilir.

➤ **Ekonomik Etkiler**

- **Altyapı Hasarları:** Yollar, köprüler, binalar ve diğer altyapı elemanları zarar görebilir, onarım ve yeniden inşa maliyetleri yüksek olabilir.
- **Tarım ve Hayvancılık:** Tarım arazileri, mahsuller ve hayvanlar zarar görebilir, bu da gıda arzında azalmaya ve ekonomik kayıplara yol açabilir.
- **İş ve Ticaret:** Taşkınlar, iş yerlerinin kapanmasına neden olabilir, bu da işsizlik ve gelir kaybına sebep olabilir.

➤ **Sosyal Etkiler**

- **İnsan Sağlığı:** Kirli su, hastalıkların yayılmasına neden olabilir. Ayrıca, taşkın sonrası temizlik ve onarım çalışmaları sırasında kazalar ve yaralanmalar meydana gelebilir.
- **Yer Değiştirme:** Taşkınlar, insanların evlerini terk etmesine neden olabilir ve geçici veya kalıcı yer değiştirmeye zorlayabilir.
- **Psikolojik Etkiler:** Taşkınlar, stres, kaygı ve travma gibi psikolojik sorunlara yol açabilir.

Taşkınların önlenmesi ve etkilerinin azaltılması için çeşitli strateji ve önlemler almak mümkündür. Taşkınların önlenmesinde etkili yöntemler:

➤ **Yapısal Önlemler**

- **Baraj ve Gölet İnşası:** Nehirlerin akışını kontrol ederek taşkın riskini azaltır.
- **Taşkın Setleri ve Savaklar:** Nehir yataklarını yükselterek taşkın sularının yerleşim alanlarına ulaşmasını engeller.
- **Drenaj Sistemleri:** Yağmur suyu ve taşkın sularının hızlıca tahliye edilmesini sağlar.
- **Depolama Havzaları:** Taşkın sularını geçici olarak depolayarak akış hızını azaltır.

➤ **Yapısal Olmayan Önlemler**

- **Erken Uyarı Sistemleri:** Hava durumu ve taşkın riski hakkında önceden bilgi vererek insanların hazırlıklı olmasını sağlar.
- **Planlama ve Zonlama:** Yüksek riskli alanlarda yerleşim ve yapılaşmanın önlenmesi, taşkın riskini azaltır.
- **Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü:** Ağaçlar ve bitki örtüsü, suyun yüzeydeki akışını yavaşlatarak taşkın riskini azaltır.
- **Toplum Eğitimi ve Bilinçlendirme:** Halkın taşkın riskleri ve alınacak önlemler konusunda bilinçlendirilmesi.

➤ **Doğa Tabanlı Çözümler**

- **Doğal Akarsu Yataklarının Korunması:** Nehirlerin doğal akış yollarını koruyarak taşkınları önleme.
- **Sulak Alanların Yeniden Kazandırılması:** Sulak alanlar, taşkın sularını emerek doğal bir tampon işlevi görür.

Bu önlemler, taşkın riskini azaltmak ve taşkınların neden olabileceği zararları en aza indirmek için birlikte kullanılabilir. Özellikle toplumun bilinçlenmesi ve hazırlıklı olması, taşkınlarla başa çıkmada büyük bir fark yaratabilir.



13.1. Osmangazi İlçesinde ve Yakın Çevresinde Gerçekleşen Sel ve Su Baskını Verileri

Sel Felaketleri				
	Mevki	Yıl	Ölü	Hasar
1	Bursa Ovası Yıldırım ilçesi (Kaplıkaya+Delicay), Osmangazi ilçesi (Gökdere+ Balıklı Dere)	1984	-	Yıldırım ve Osmangazi ilçelerini gerçekleştiren taşkın sonrasında 1 tersip bendi, 1 adet köprü, 648 dekar arazi etkilenmiştir.
2	Bursa-Merkez-Gökdere	1989	-	Seki ve şutlar, kıyı koruma duvarları, 1 adet garaj, 2 lojman, 2 eski ev, 4 apartman dairesi ve 14 araç etkilenmiştir.
3	Bursa-Geçit-Armutköy	2000	-	2 ev ve 800 dönüm arazi etkilenmiştir.
4	Bursa- Nilüfer Çayı	11.02.2006		Tarım arazileri zarar görmüştür.
5	Osmangazi	14.10.2010	1	Ev su baskını

Tablo.7: Osmangazi İlçesinde ve Yakın Çevresinde Gerçekleşen Sel ve Su Baskını Verileri (AFAD, 2022, s.90)

13.2. Taşkın/Sel Su Baskını Tehlike ve Risk Analizi

Nilüfer Çayı, Anakanal Bursaovası, Ayvalı, Çağrısan, Bademli 2, Bademli 1, Yolçatı, Kurtkaya, Ayazatma, Karaoğlan, Uluçak, Nilüfer İlçe İçi 1, Çukurtarla, Fidanlı, Yayaca, Dürdane, Kargalı, Burhan, Baş, Taşlı, Delicay, İsmetiye, Cilimboz, Akçaalan, Karınca, Yeşil, Osmangazi İlçe içi dereleri; 50 (Harita.5-8-11-14-17-20-23-26-29-32-35-38), 100 (Harita.6-9-12-15-18-21-24-27-30-33-36-39) ve 500 (Harita.7-10-13-16-19-22-25-28-31-34-37-40) yıllık yinelemeli taşkın pik debileri kullanılarak Taşkın Tehlike Haritaları Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmıştır. 1 ve 2 boyutlu hidrolik modellerin entegre olarak çalıştırılması sonucunda derenin içinde çalışan bir boyutlu model içerisinde tüm sanat yapıları gerçeğe uygun şekilde tanımlanmış ve derenin dışına çıkan suyun 2 boyutlu olarak modellenmesi sağlanmıştır.(T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanarak 28 Şubat 2025 tarih ve E-72995521-605.01-18199046 sayılı yazı ile gönderilmiştir.)

13.3. Taşkın Risk ve Tehlike Haritaları

Taşkın Su Derinliği (m)

0,00 - 0,50
0,50 - 1,00
1,00 - 1,50
1,50 - 2,00
2,00 - 2,50
> 2,50

Risk Sınıfı

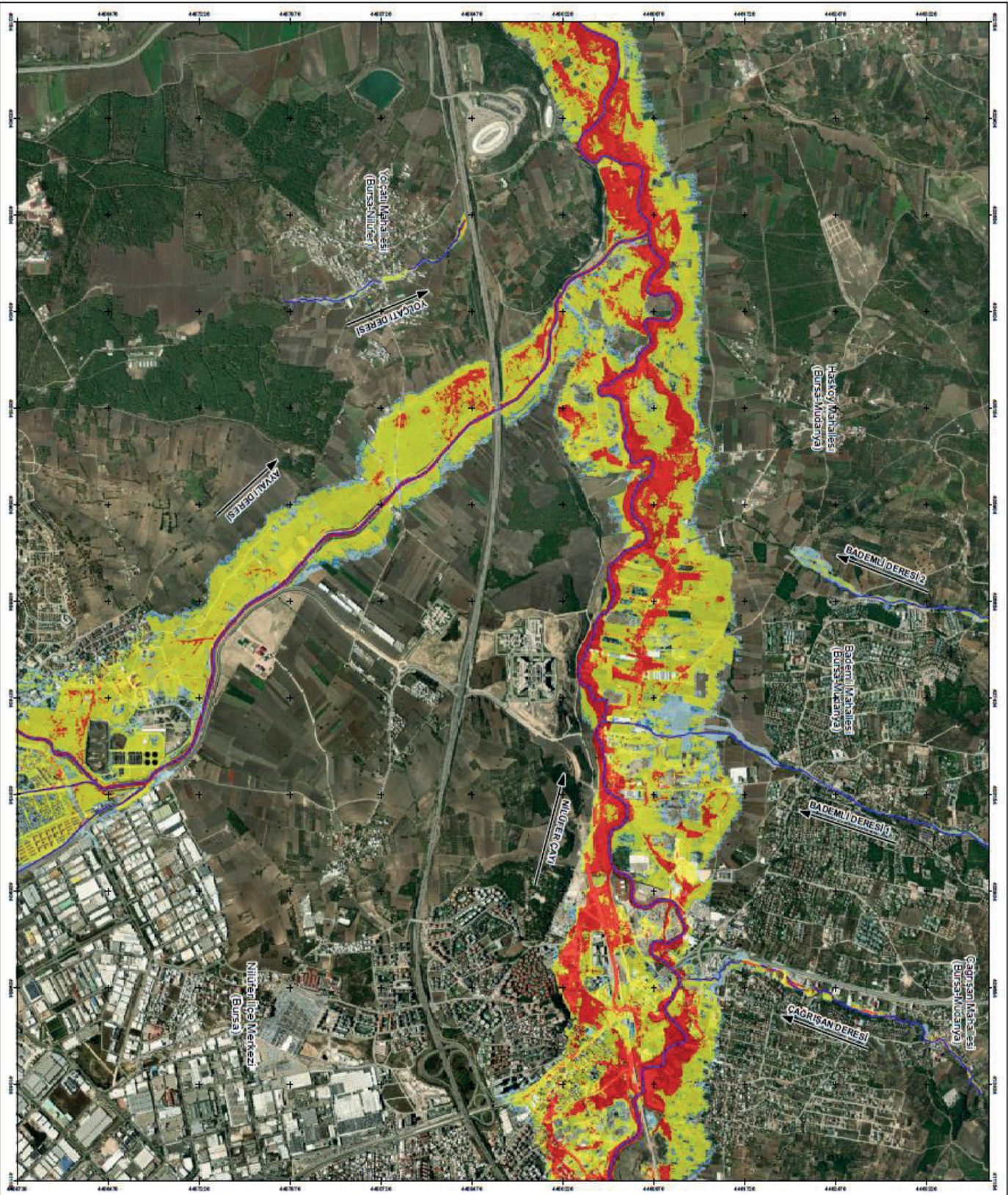
Çok Düşük Risk
Düşük Risk
Orta Risk
Yüksek Risk
Çok Yüksek Risk

Tehlike Dereceleri

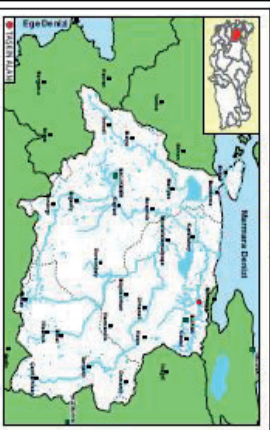
Düşük (0 - 0,75)
Orta (0,75 - 1,25)
Yüksek (1,25 - 2,50)
Çok Yüksek (> 2,50)

Taşkın risk haritalarında mavi renk tonları ile olası taşkın durumunda su derinliklerini ifade etmektedir. Risk sınıfı ise sarıdan kahve rengine geçiş tonlarıyla ifade edilmiştir.

Taşkın tehlike haritalarında tehlike dereceleri 4 farklı renk ile gösterim yapılmıştır.



AMAÇTAR PLAN



Kullanılan Hidrolojik PİK Değerleri

	Q_{50} (m ³ /sn)
Nilelir Çayı	1128,79
Avrül Deresi	449,88
Çağırısın Deresi	39,01
Bademli Deresi 2	16,18
Bademli Deresi 1	13,24
Yorcalı Deresi	9,26

GÖSTERİM

- Akış Yönü
- Drenaj
- Tesisler
- Drenaj (0 - 0,75)
- Orta (0,75 - 1,25)
- Yüksek (1,25 - 2,50)
- Çok Yüksek (> 2,50)

TÜRETTİLMİŞ (EPS8: 5254)	Yerleşim Alanlarının Sınırı
ÖLÇEK: 1:15.000 (A1)	Köy/Mahalle (İlçe)



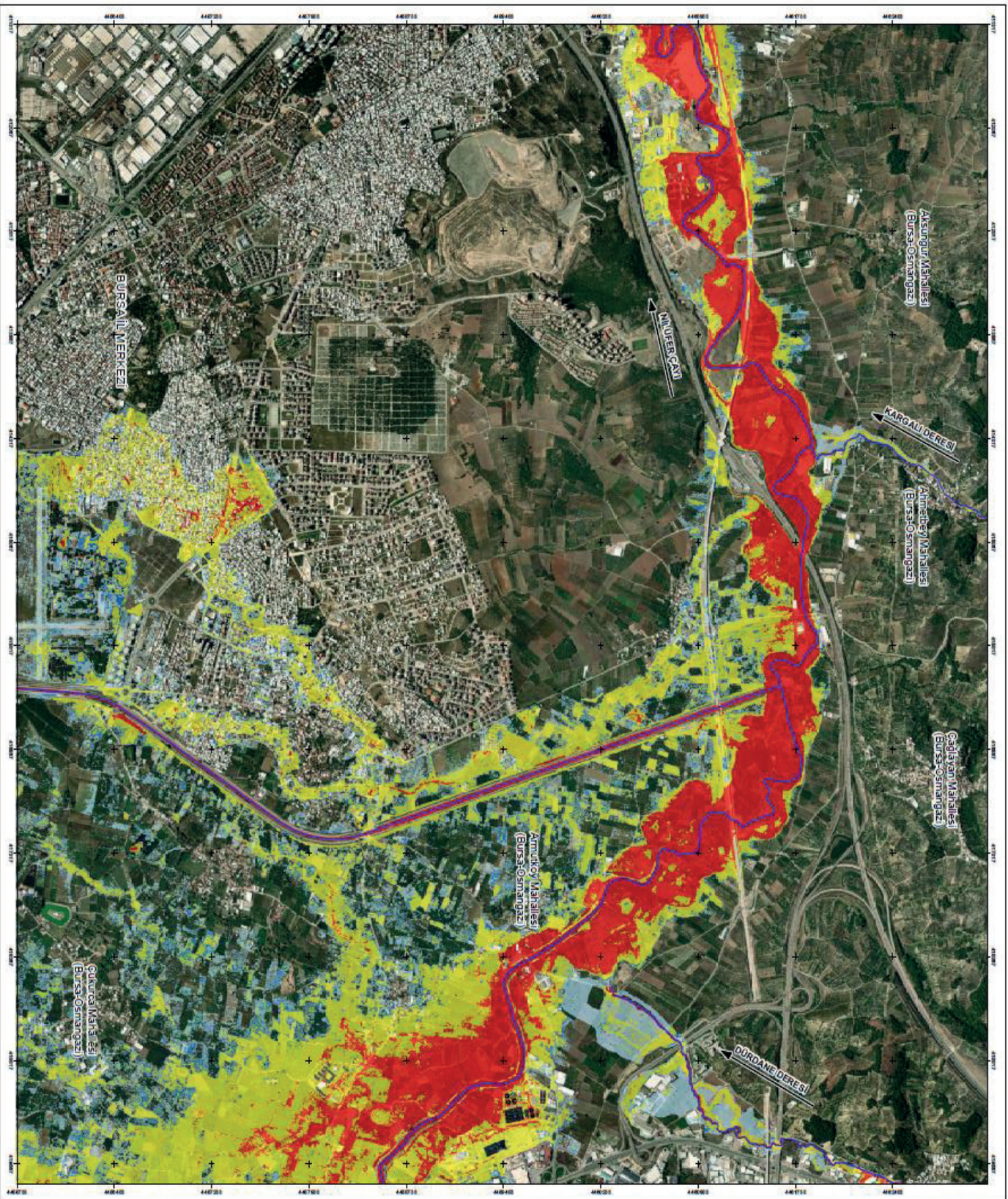
YATIRIM VE ÇEVRE BAKANLIĞI
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

YATIRIM VE ÇEVRE BAKANLIĞI	TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
YATIRIM VE ÇEVRE BAKANLIĞI	TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

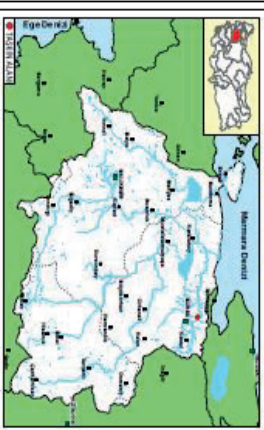
TARIM VE ÇEVRE BAKANLIĞI
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

YATIRIM VE ÇEVRE BAKANLIĞI	TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
YATIRIM VE ÇEVRE BAKANLIĞI	TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

YATIRIM VE ÇEVRE BAKANLIĞI
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI



AMAÇTAR PLAN



Kullanılan Hidrografik Piki Değerleri

Nispetiye Çayı	1384.65
Durdane Deresi	103.94
Kargali Deresi	38.77

GÖSTERİM

- Akış Yolu
- Dene
- Tehlike Derecesi (Dm)
- Düşük (0 - 0.75)
- Orta (0.75 - 1.25)
- Yüksek (1.25 - 2.50)
- Çok Yüksek (> 2.50)

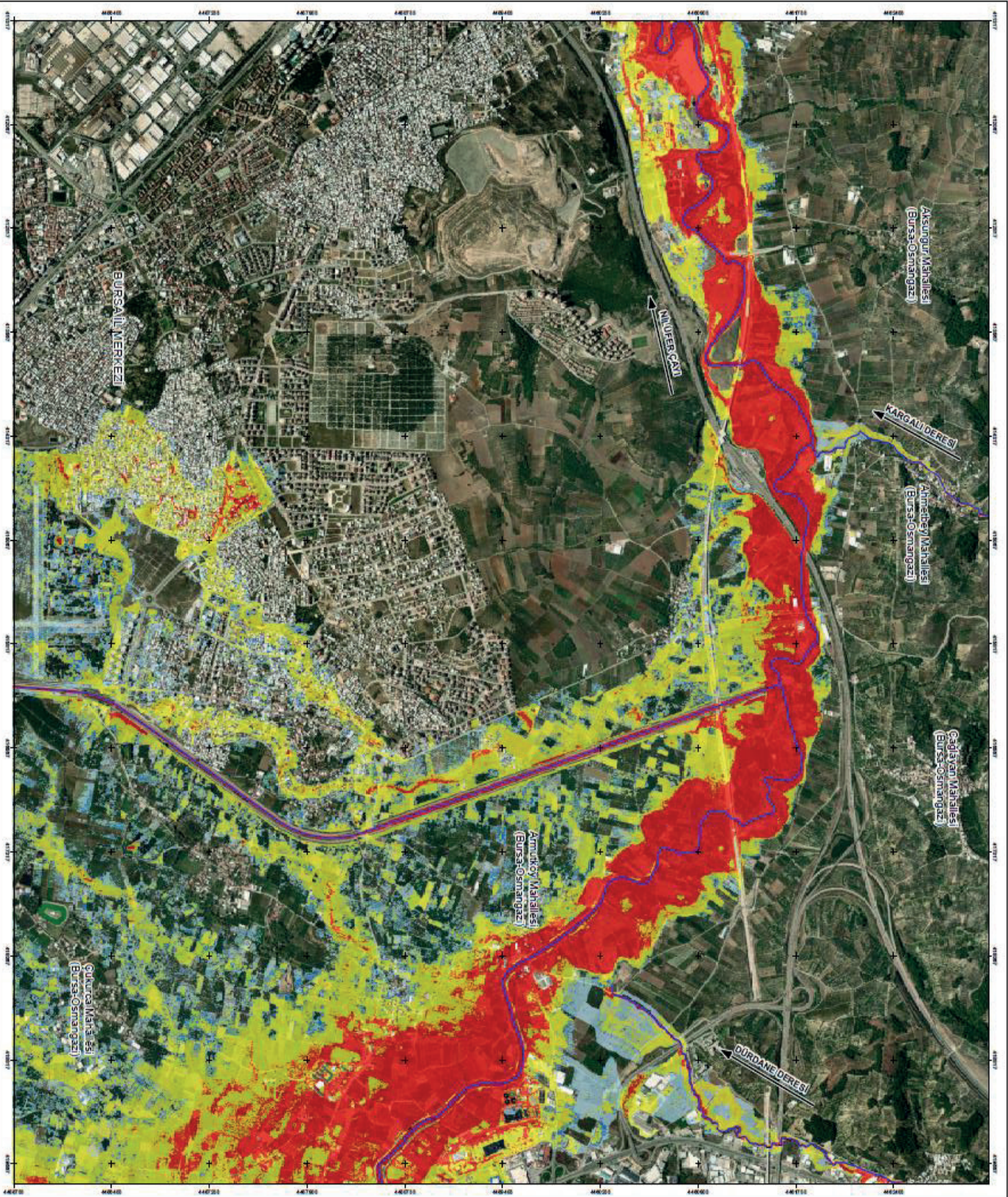
TURFİYAD (EFSO 5254)	Yerleşim Alanlarının Sınırları
ÖLÇEK: 1:14.000 (A1)	Köy/Mahalle
	İlçe



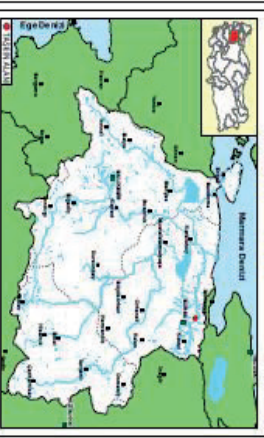
YEREL YETKİLİ	YEREL YETKİLİ
YEREL YETKİLİ	YEREL YETKİLİ
YEREL YETKİLİ	YEREL YETKİLİ

YEREL YETKİLİ	YEREL YETKİLİ
YEREL YETKİLİ	YEREL YETKİLİ
YEREL YETKİLİ	YEREL YETKİLİ

YEREL YETKİLİ	YEREL YETKİLİ
YEREL YETKİLİ	YEREL YETKİLİ
YEREL YETKİLİ	YEREL YETKİLİ



ANALİZ PLAN



Kullanılan Hidrografi Piki Değerleri

Nüfus	1896.05
Dünya	157.74
Kargali Deresi	57.63

GÖSTERİM

- Çizim
- Alan Yolu
- Teknik Değerleri (Gm)
- Dünya (0 - 0.15)
- Orta (0.15 - 1.25)
- Yüksek (1.25 - 2.50)
- Çok Yüksek (> 2.50)

TURKİYE TİCARİ (EFSUS SSK)	Yatırım Adı: Bursa Şişli
ÖLÇEK: 1:14.000 (A1)	Konut Alanı (m²)
0 0.5 1 1.5 2	0 0.5 1 1.5 2



YATIRIM VE GİRİŞİM BAKANLIĞI
T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE KLİMA BAKANLIĞI

KONTROL

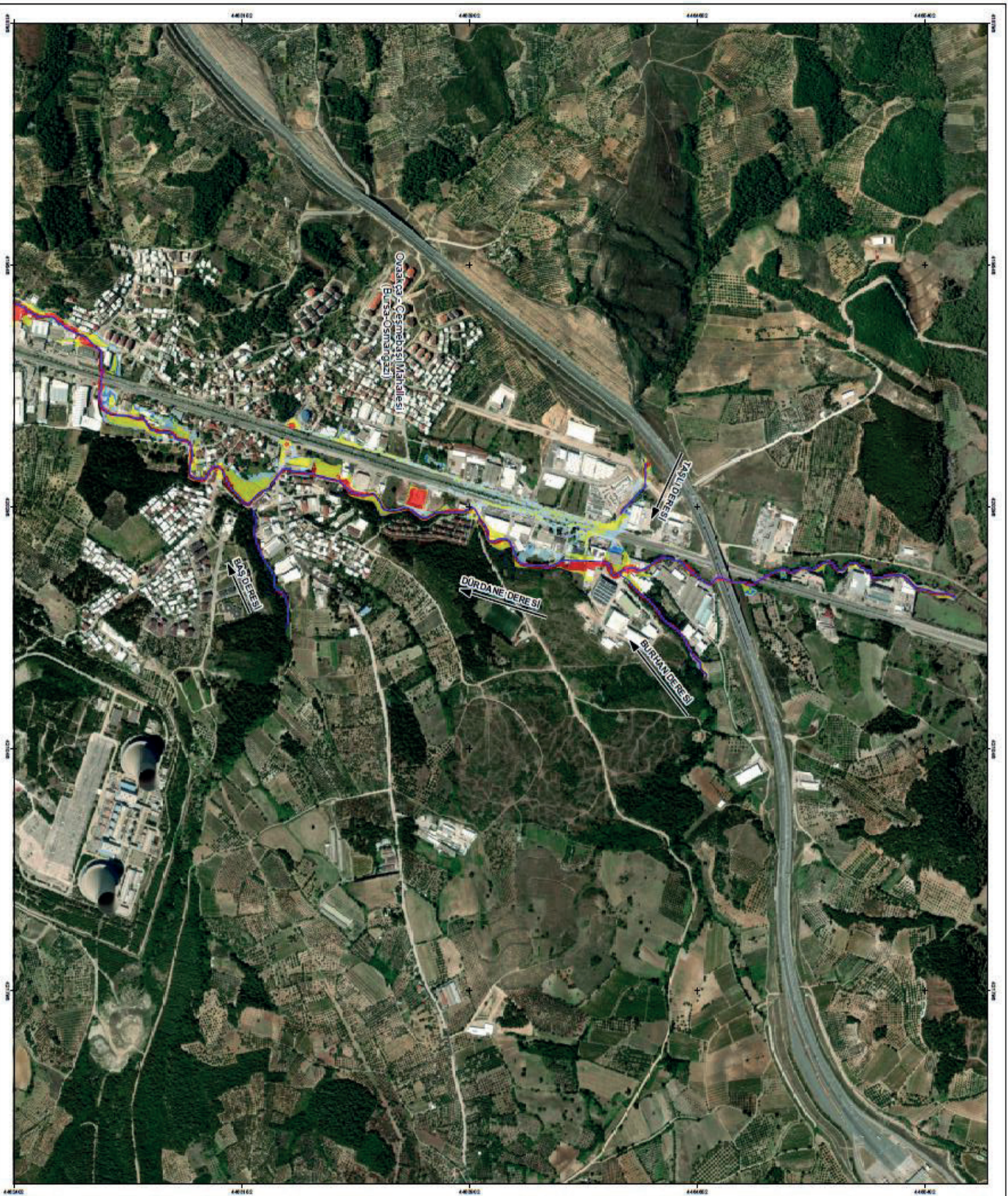
YATIRIM VE GİRİŞİM BAKANLIĞI	T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE KLİMA BAKANLIĞI
YATIRIM VE GİRİŞİM BAKANLIĞI	T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE KLİMA BAKANLIĞI
YATIRIM VE GİRİŞİM BAKANLIĞI	T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE KLİMA BAKANLIĞI

TAŞINIR YÖNETİM PLANI (T.Y.P.) PROJESİ

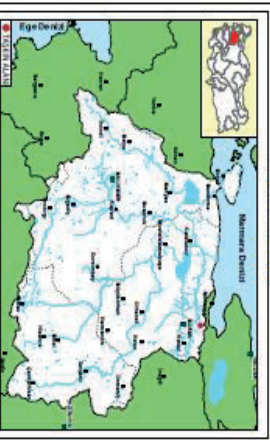
OSMANLI (BURSA) ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE KLİMA BAKANLIĞI
TAŞINIR YÖNETİM PLANI (T.Y.P.) PROJESİ
TAŞINIR YÖNETİM PLANI (T.Y.P.) PROJESİ

Harita 13:

YATIRIM VE GİRİŞİM BAKANLIĞI	T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE KLİMA BAKANLIĞI
YATIRIM VE GİRİŞİM BAKANLIĞI	T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE KLİMA BAKANLIĞI
YATIRIM VE GİRİŞİM BAKANLIĞI	T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE KLİMA BAKANLIĞI



ANAHTAR PLAN



Kullanılan Hidrogral PİK Değerleri

	Q_{50} (m ³ /sn)
Durdane Deresi	103.94
Burhan Deresi	24.87
Baş Deresi	12.61
Taşlı Deresi	10.40

GÖSTERİM

- Çizgi
- Alın Yolu
- Taahhüt Dereceleri (Q₅₀)
- Dışık (0 - 0.75)
- Orta (0.75 - 1.25)
- Yüksek (1.25 - 2.50)
- Çok Yüksek (> 2.50)

TURF TAHI (EFSÖS SİSİ)	Yatay Akışlı Sistem
ÖLÇEK: 1:5.000 (A1)	Kaynaklılık (1/100)
KONTROL: 0.1 0.2 0.3 0.4	

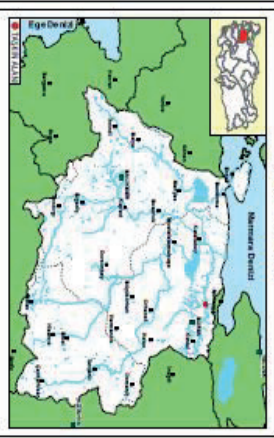
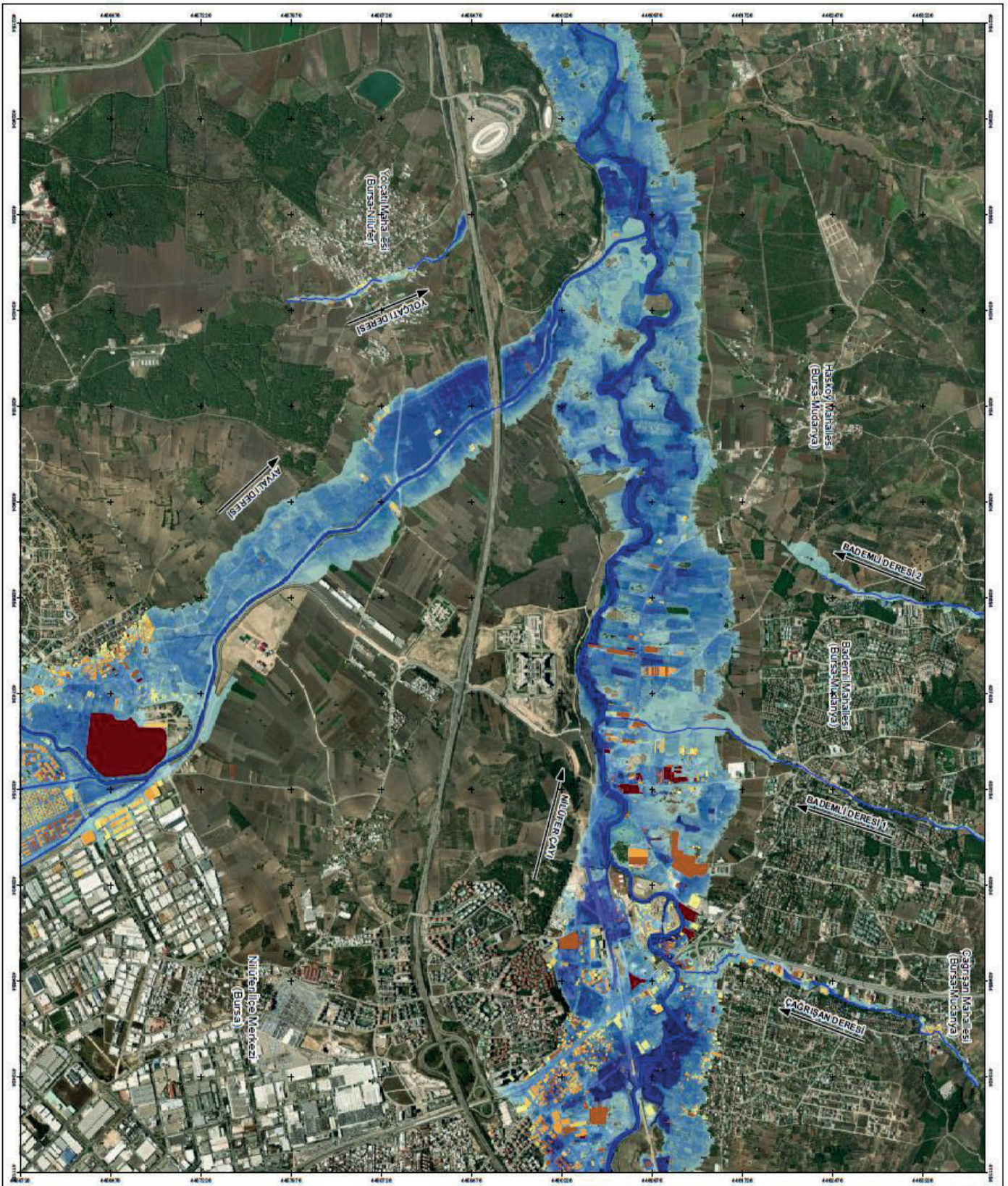


YEREL YEREL YEREL	YEREL YEREL YEREL
YEREL YEREL YEREL	YEREL YEREL YEREL
YEREL YEREL YEREL	YEREL YEREL YEREL

TAŞIN YONETİM PLANININ GÜNCELLENMESİ PROJESİ
BURSA İLİ OSMANCI İÇİŞİ OSMANCI ÇEMREŞİMİ YERİNE
DURDANE DERESİ BAŞ VE TAŞLI DERESİ
(2 BOYUTLU MODELLEME ÇALIŞMASI)

Harita.15:

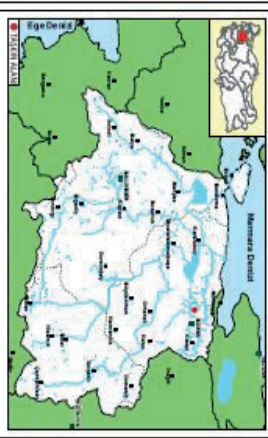
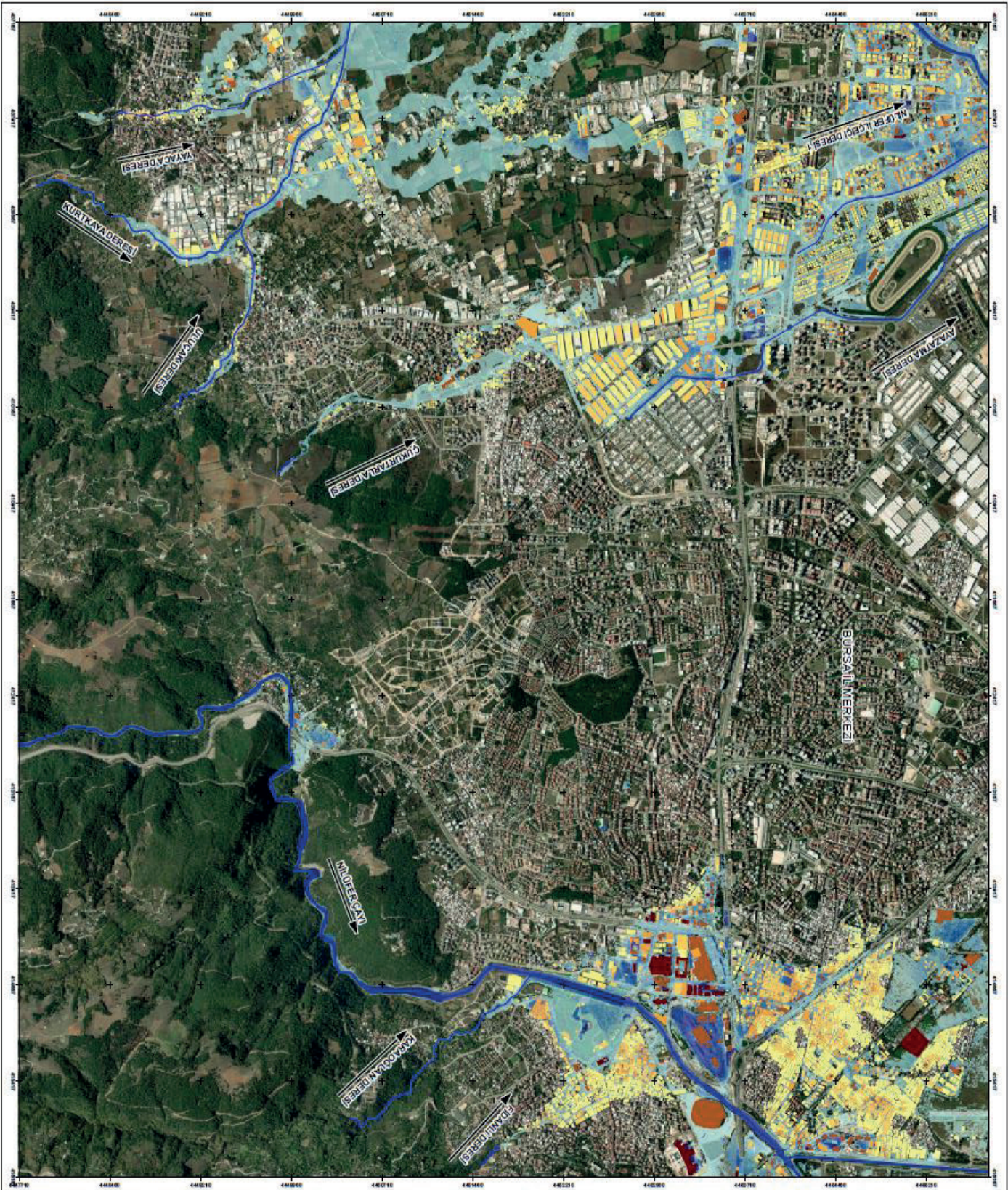
ARSU	MFB
YEREL YEREL YEREL	YEREL YEREL YEREL
YEREL YEREL YEREL	YEREL YEREL YEREL
YEREL YEREL YEREL	YEREL YEREL YEREL



Kullanılan Hidrografi Pik Değerleri	Q_{100} (m ³ /sn)
Nilüfer Çayı	1364.65
Avvalı Deresi	619.40
Çağırışan Deresi	52.73
Bademli Deresi 2	20.55
Bademli Deresi 1	18.12
Yolcu Deresi	13.10

GÖSTERİM	Risk Sınıfı
→ Akış Yönü	
→ Çıkış	
→ Taşkın su Derinliği (m) (Ortalama)	
0.00 - 0.50	Çok Düşük Risk
0.50 - 1.00	Düşük Risk
1.00 - 1.50	Orta Risk
1.50 - 2.00	Yüksek Risk
2.00 - 2.50	Çok Yüksek Risk
> 2.50	





ANAHAR PLANI

Kullanılan Hidrografi Piki Değerleri	Q ₅₀ (m ³ /sn)
Nilüfer Çayı	505.45
Kurbanlı Deresi	115.66
Ayazama Deresi	75.66
Kuruçay Deresi	60.47
Nilüfer Çayı Deresi 1	52.72
Çukurtarla Deresi	22.31
Fıratlı Deresi	15.24
Yavacık Deresi	13.77

GÖSTERİM	Çizim
Yay Yöresi	
Yayın su Derinliği (m) (h ₅₀)	
0.00 - 0.50	Çok Düşük Risk
0.50 - 1.00	Düşük Risk
1.00 - 1.50	Orta Risk
1.50 - 2.00	Yüksek Risk
2.00 - 2.50	Çok Yüksek Risk
> 2.50	

TURKİYE TİCARET (EFTS) SİSİ	Yatırım Adı: Bursa Şehiri
ÖLÇÜ: 1:10,000 (A1)	Konut Alanı (m ²)
0 50 100 150 200	1:10,000



KONTROL	TAKİP OLUNAN
İmarat Yönetimi	İmarat Yönetimi
İmarat Yönetimi	İmarat Yönetimi
İmarat Yönetimi	İmarat Yönetimi

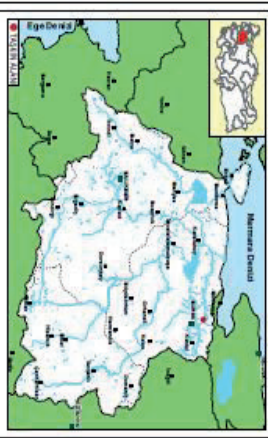
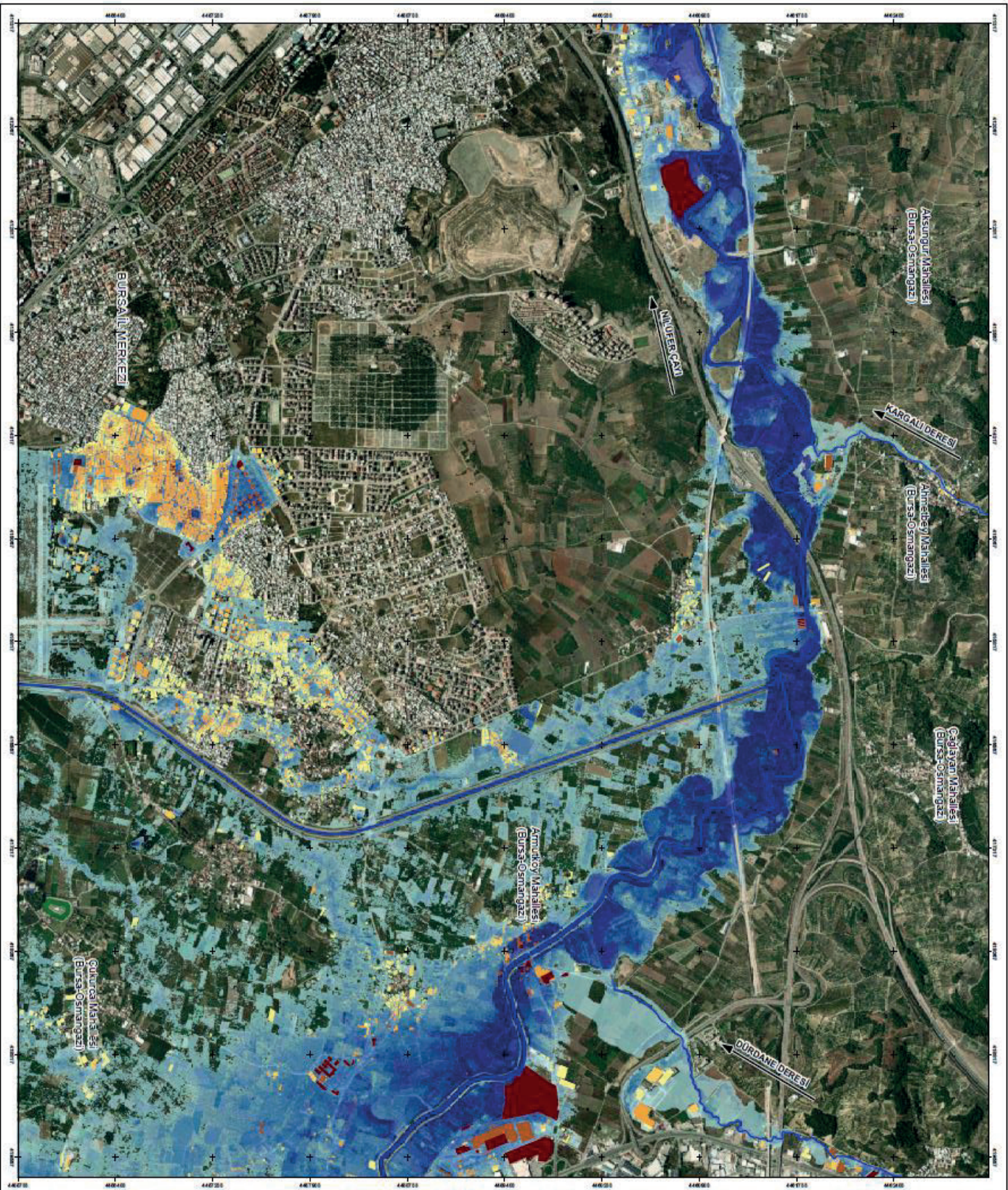
TAŞINIM YÖNETİM PLANININ GÜNCELLENME PROJESİ

TAŞINIM YÖNETİM PLANININ GÜNCELLENME PROJESİ

TAŞINIM YÖNETİM PLANININ GÜNCELLENME PROJESİ

TAŞINIM YÖNETİM PLANININ GÜNCELLENME PROJESİ

YATIRIM	YATIRIM	YATIRIM	YATIRIM
YATIRIM	YATIRIM	YATIRIM	YATIRIM
YATIRIM	YATIRIM	YATIRIM	YATIRIM
YATIRIM	YATIRIM	YATIRIM	YATIRIM



Kullanılan Hidrograf Pık Değerleri	
Nilüfer Çayı	1384.65
Durdane Deresi	103.84
Kargal Deresi	38.77

GÖSTERİM	
Çizim	Yayın
Taşkın su derinliği (m) (Bina)	Risk sınıfı
0.00 - 0.50	Çok Düşük Risk
0.50 - 1.00	Düşük Risk
1.00 - 1.50	Orta Risk
1.50 - 2.00	Yüksek Risk
2.00 - 2.50	Çok Yüksek Risk
> 2.50	

TÜRKİYE TİCARET (EFTS) SİSİ	Yatay Yatay Sistem
ÖLÇEK: 1:14.000 (A1)	Kıymetli
0 0.5 1 1.5 2	0 0.5 1 1.5 2



YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM

YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM

YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM

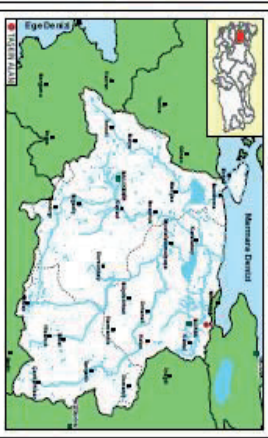
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM

YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM

YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM
YATAY YATAY SİSTEM	YATAY YATAY SİSTEM

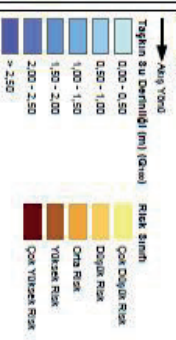


ANAHTAR PLAN



Kullanılan Hidrogral Piki Değerleri	
	Q_{100} (m ³ /sn)
Durdane Deresi	103.84
Burdane Deresi	24.87
Bası Deresi	12.61
Taşlı Deresi	10.40

GÖSTERİM

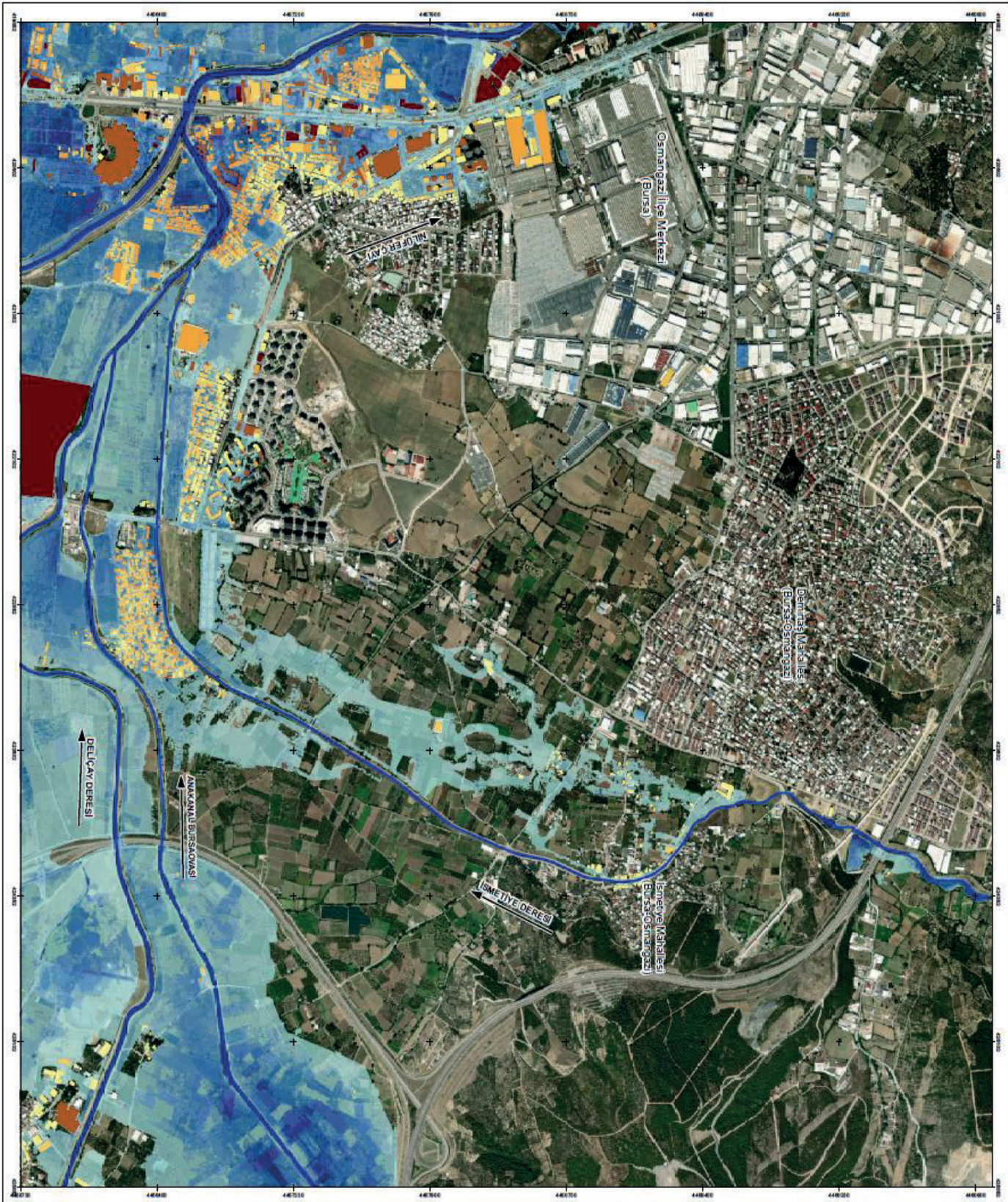


KONTROL	
İmarat Şifre	İmarat Şifre
İmarat Şifre	İmarat Şifre
İmarat Şifre	İmarat Şifre
İmarat Şifre	İmarat Şifre

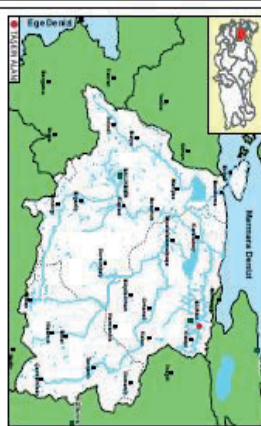
TAŞKIN YÖNETİM PLANININ GÜNCELLENME PROJESİ
BURSA İLÇESİ ÇORUMCA LİCESİ ÇORUMCA ÇEVRESEL YERLEŞİMİ
DURDANE, BURDANE, BASI VE TAŞLI DERELERİ
TAŞKIN RİSK HARİTASI (Rms)

Harita.33:

YAPILAN	İNCELEME	YAPILAN	YAPILAN
İNCELEME	İNCELEME	İNCELEME	İNCELEME
İNCELEME	İNCELEME	İNCELEME	İNCELEME
İNCELEME	İNCELEME	İNCELEME	İNCELEME



ANAKART PLAN

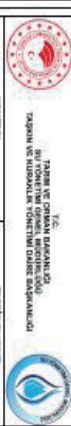


Kullanılan Hidrografi Piki Değerleri	
Nilüfer Çayı	0,00 (m³/sn)
Delicay Deresi	313,95
Anakart Bursasması	226,40
İsmetpaşa Deresi	126,95

GÖSTERİM



TURKİYE HARİTASI (EĞİTİM, EĞİTİM)	Yerleşim Alanlarının Sınırları
ÖLÇEK: 1:10.000 (A1)	KONTROL: 1:10.000
0 0,2 0,4 0,6 0,8	0 0,2 0,4 0,6 0,8

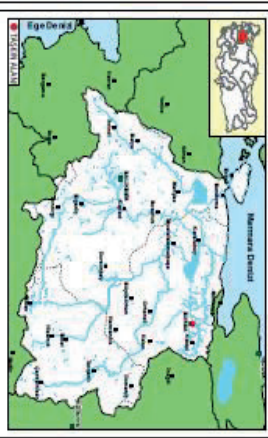
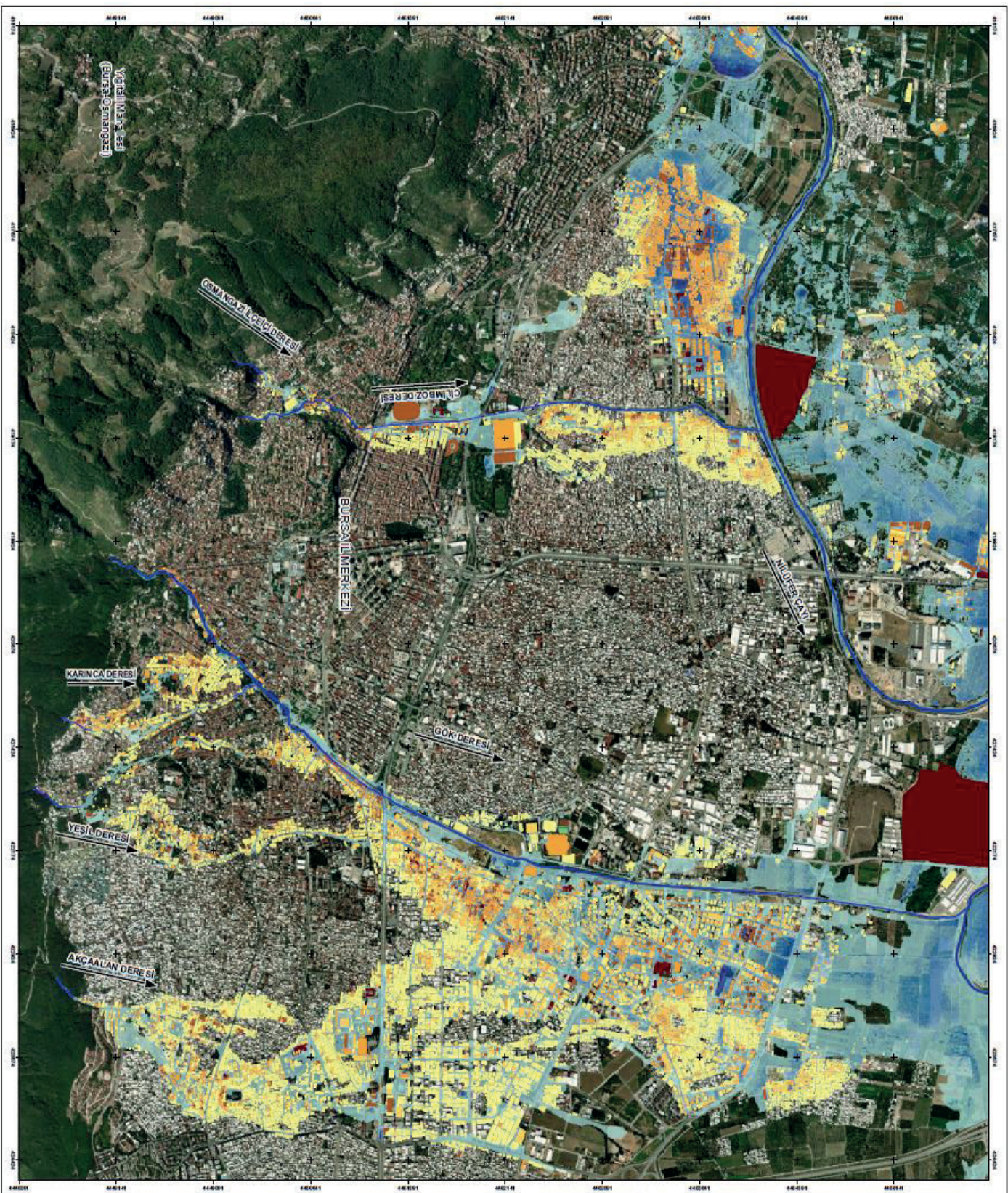


KONTROL	YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI
YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI	YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI
YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI	YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI

TAŞINIR YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI PROJESİ
BURSA İLİ OSMAĞAZI İLÇE MERKEZİ VE İSMETPAŞA MAHALLESİ
ANKAKUL BÜS SAĞIRMASI
TAŞINIR RİBER HARİTASI (A1)

Harita.37:

YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI	YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI
YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI	YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI
YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI	YERLEŞİM ALANLARININ SINIRLARI



Kullanılan Hidrogral Piki Değerleri	Q ₅₀ (m ³ /sn)
Nilüfer Çayı	544.53
Gök Deresi	149.39
Çimboz Deresi	39.08
Akcaalan Deresi	20.72
Karınca Deresi	17.72
Yeşil Deresi	15.13
Osmanpaşa İpeçli Deresi	6.79

GÖSTERİM	Risk Sınıfı
Çay	Çay
Yayın	Yayın
Yayın su derinliği (m) (h ₅₀)	Çay su derinliği
0.00 - 0.50	Çay su derinliği
0.50 - 1.00	Çay su derinliği
1.00 - 1.50	Çay su derinliği
1.50 - 2.00	Çay su derinliği
2.00 - 2.50	Çay su derinliği
> 2.50	Çay su derinliği

TURKİYE TİCARİ (EFSÖS SİSİ)	Yatırım Adı: Bursa İl Merkezi
ÖLÇÜ: 1:14.000 (A1)	Konut Alanı: 14.000 (A1)
0 2.5 5 7.5 10	0 2.5 5 7.5 10



YATIRIM ADI	YATIRIM ADI
YATIRIM ADI	YATIRIM ADI
YATIRIM ADI	YATIRIM ADI

YATIRIM ADI	YATIRIM ADI
YATIRIM ADI	YATIRIM ADI
YATIRIM ADI	YATIRIM ADI

YATIRIM ADI	YATIRIM ADI
YATIRIM ADI	YATIRIM ADI
YATIRIM ADI	YATIRIM ADI

13.4 Bursa İrap Raporuna (AFAD, 2022) Göre Sel/Taşkın, Kent İçi Su Baskınları Risklerini Azaltmak ve Afetlere Karşı Daha Dayanıklı Hale Gelebilmek Hususunda Güçlü ve Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler

➤ Güçlü Yönler:

- Veri tabanlarının geliştirilmesi ve tahmin edilebilirlik çalışmaları.
- Dere ıslah çalışmaları ve altyapı sistemlerinin ayrılması.
- Baraj ve dere ıslah projelerinin uygulanması (Mihraplı Park, Alman Kanalı gibi).
- Taşkın koruma yapılarının inşa edilmesi ve güvenli hale getirilmesi.
- Riskli yapıların tespiti ve meteorolojik radar ağı.
- Havza planlarının oluşturulması ve kurumsal hafıza.
- Toplum farkındalığının artırılması için yapılan faaliyetler.
- Bu çalışmalara ek olarak, Nilüfer Çayı ıslah projesinin DSİ tarafından uygun görülerek imar planlarına işlenmesi gibi planlar da güçlü yönler arasında yer alıyor.

➤ Zayıf Yönler:

- Risk Haritaları Eksikliği: İlçedeki akarsuların taşkın tehlikesi risk haritalarının olmaması.
- Sınırlı Alanlar: Sadece ilçe merkezine odaklanılması, köyler ve tarım alanlarının ihmal edilmesi.
- Planlama Eksiklikleri: Taşkın sahalarını belirleyen çalışma yataklarının planlara işlenmemiş olması.
- Kaçak Yapılaşma: Kaçak yapılaşmanın tarımsal alanlar ve sulak alanlarda yoğunlaşması.
- Kentsel Dönüşüm Sorunları: Kentsel dönüşüm projelerinin yeterli düzeyde gerçekleşmemesi.
- Doğal Alanların Yanlış Kullanımı: Orman, mera ve tarım alanlarının bilinçsiz kullanılması.
- Yüksek Maliyetler: Dere ıslah projelerinin yüksek maliyetli olması ve uzun zaman çalışma gerektirmesi.
- Kamulaştırma Sorunları: Dere ıslah kesitlerinde kamulaştırmanın kimin tarafından yapılacağına net olmaması sürecin zaman alması.
- Yapılaşma İzinleri: Taşkın alanlarının imar planlarında yapılaşmaya açılması.
- Altyapı Eksiklikleri: Kentsel alanların ani sel ve taşkınlara uygun altyapıya sahip olmaması.
- Uzmanlık Eksikliği: Konusunda uzman insan gücünün teminindeki zorluklar.
- Bilgi ve Arşiv Sistemleri: Bilgilerin değerlendirilmesi ve güncellenmesi konusunda arşiv sistemlerinde yaşanan eksiklikler.

➤ Fırsatlar:

- Kurumlarda eğitimli personellerin bulunması.
- Meteorolojik tahminlerde gelişmiş teknoloji altyapısı.
- Kurumların işbirlikçi çalışması.
- Islah projesi hazır olan derelerin varlığı.
- Taşkın kontrol sürelerinin teknolojik imkanlarla daha kaliteli, verimli ve izlenebilir hale getirilmesi.
- Yerleşime açılacak alanların taşkın riski göz önünde bulundurularak tasarlanması.
- Şehirdeki üniversitelerin taşkınlar ve önleme konusunda bilimsel katkı sağlaması.

- Mevzuatın iyileştirilmesi ve yeşil alanların, parkların artırılması.
- Toplumda taşkınlara karşı farkındalığın artırılması.

➤ **Tehditler:**

- Dere yataklarının çokluğu.
- Yağmur suyu ve kanalizasyon sistemlerinin ayrı olmaması.
- Dere yataklarına yakın yerlerin cazibe merkezi haline getirilmesi.
- Bitki örtüsünün riski önlemeye yönelik güçlendirilmemesi.
- Yüksek eğime sahip yamaçlarda yerleşim yerlerinin kurulması.
- Çarpık kentleşme ve kaçak yapılaşma.
- İklim değişikliği sonucu ani sel ve taşkın olaylarının artışı.
- Akarsu yataklarının değiştirilmeleri ve dere yataklarının kapatılması.

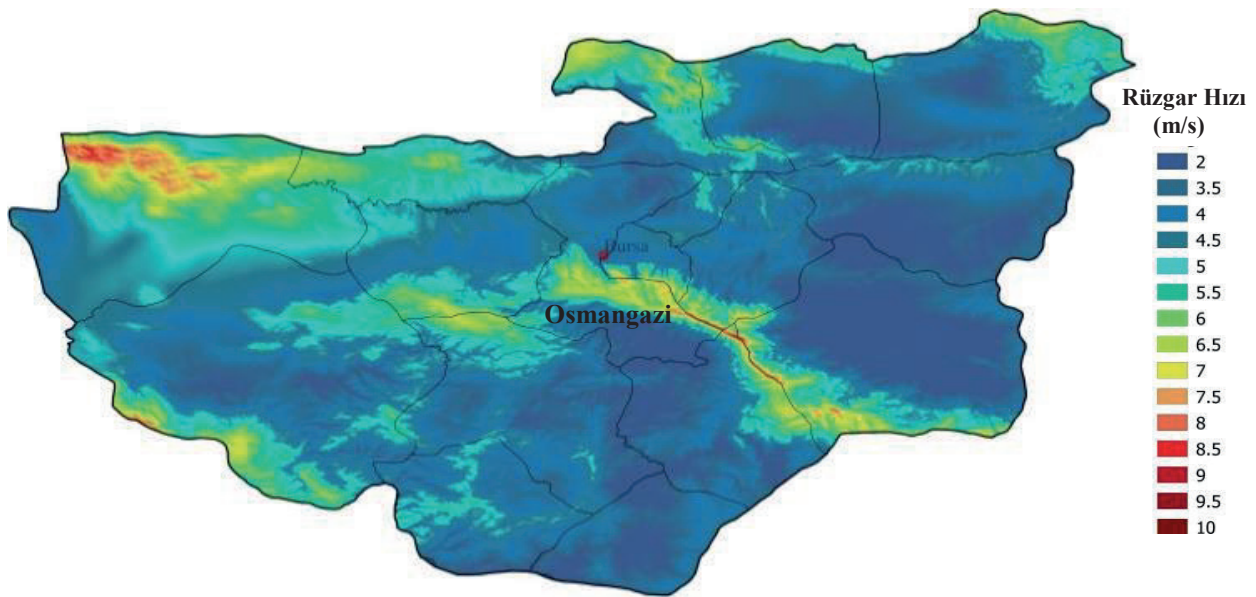
Bu faktörler, hem can hem de mal kaybına neden olan ve giderek daha yıkıcı hale gelen taşkın risklerini artırmaktadır. Özellikle büyük bir depremin Doğancı Barajına zarar vermesi durumunda büyük bir su baskını riski oluşabilir. (AFAD, 2022).



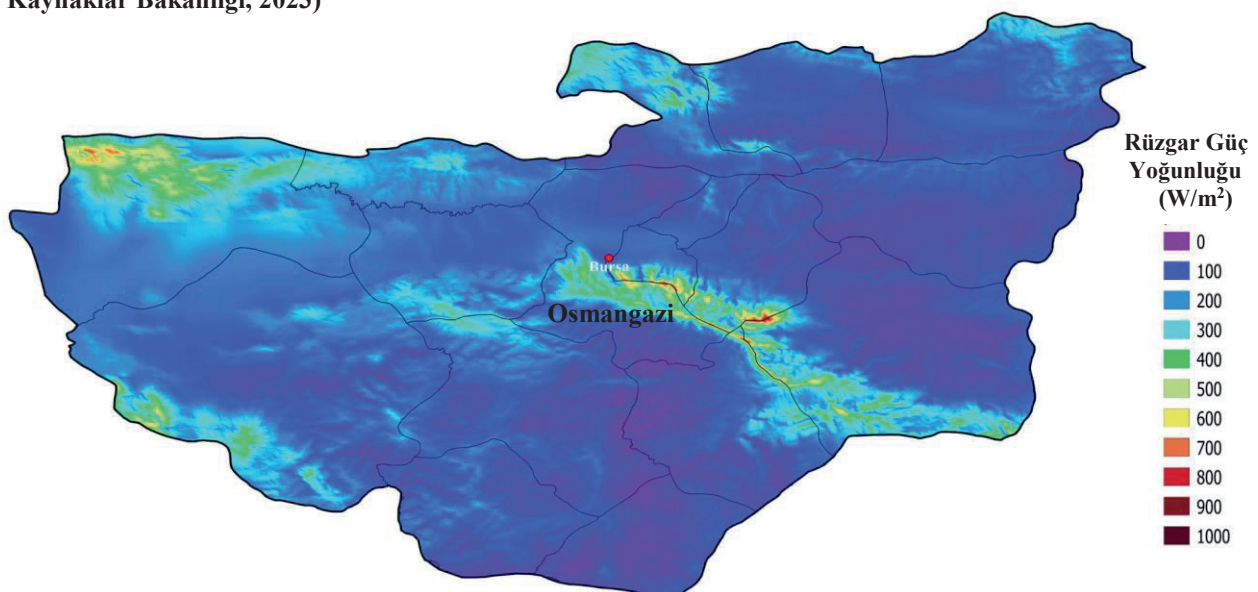
14. RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar enerjisi sistemlerinde, tasarımda dikkate alınması gereken en önemli iklim verisi, rüzgar hızı (m/s) değerleridir. Bu değerlere **Enerji İşleri Genel Müdürlüğü** tarafından sunulan **Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA)** kullanılarak ulaşılmıştır. Bursa'nın 100 m yükseklikteki yıllık ortalama rüzgar hızı dağılımı şekilde görülmektedir.

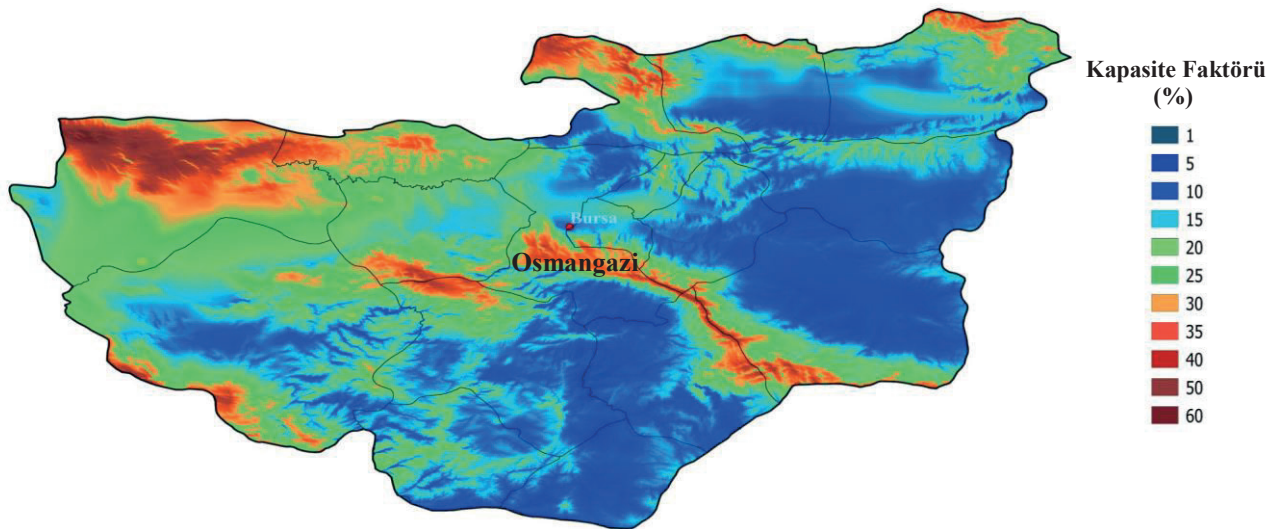
Rüzgar hızı değişkendir ve rüzgar türbini bir yıl boyunca (8.766 saat), nominal gücünde çalışmaz. Dolayısıyla herhangi bir bir alandaki rüzgar santralının ne kadar verimli çalışabileceği, santralin belli bir periyotta ürettiği toplam enerjinin tam kapasitede üretilebileceği enerjiye oranı ile hesaplanan ve **Kapasite Faktörü (KF)** denilen parametre ile açıklanır. Bursa'nın 100 m yükseklikteki; rüzgar hızı dağılımı **Harita.41**'de, rüzgar güç yoğunluğu dağılımı **Harita.42**'de, kapasite fakörü dağılımı **Harita.43**'de ve değerleri **Tablo.8**'de görülmektedir.



Harita.41: Bursa İlının 100 m Yükseklikte Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı Dağılımı (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023)



Harita.42: Bursa İlinin 100 m Yükseklikte Yıllık Ortalama Rüzgar Güç Yoğunluğu Dağılımı (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023)



Harita.43: Bursa İlinin 100 m Yükseklikte Kapasite Faktörü Dağılımı (Kapasite faktörü dağılımı haritası 3 MW gücündeki bir rüzgar türbininin teknik değerleri dikkate alınarak hazırlanmıştır.) (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023)

Minimum rüzgar hızı (m/s)	1,96
Maksimum rüzgar hızı (m/s)	8,88
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	4,30
Variyans	1,06
Standart Sapma	1,03

Minimum kapasite faktörü (%)	1,4	Minimum güç yoğunluğu (W/m²)	12,45
Maksimum kapasite faktörü (%)	55,7	Maksimum güç yoğunluğu (W/m²)	838,19
Ortalama kapasite faktörü (%)	17,9	Ortalama güç yoğunluğu (W/m²)	145,58
Variyans	75,69	Variyans	8.511,54
Standart Sapma	8,70	Standart Sapma	92,258

Tablo.8: Bursa İlının 100 m Yükseklikte Rüzgarın Kapasite Faktörü (%), Güç Yoğunluğu ve Hız Değerleri (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023)

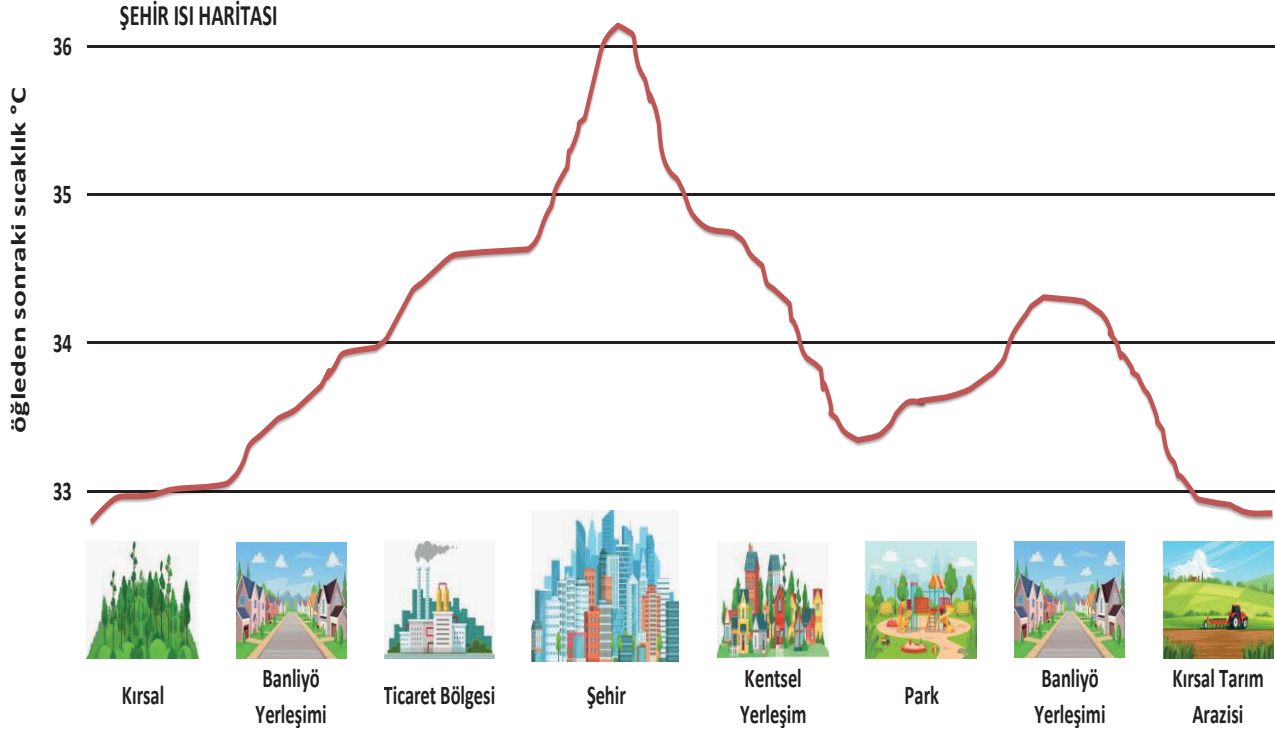
15. KENTSEL ISI ADASI

Kentsel Isı Adası (KIA), şehirlerin kırsal alanlara göre daha sıcak olmasına neden olan bir olgudur. Bu durum, beton ve asfalt yüzeylerin güneş ışığını emip ısıyı tutması ve bitki örtüsünün yetersizliği gibi sebeplerle ortaya çıkar. KIA'nın sonuçları arasında artan enerji tüketimi, sağlık sorunları ve yaşam kalitesindeki düşüş sayılabilir. Şehirleşme, 21. yüzyılda iklim değişikliğini ağırlaştıran ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyen önemli bir sorundur. Bunun bir yansıması olarak, şehirlerdeki sıcaklıklar kırsal alanlara kıyasla ortalama 3-4°C daha yüksektir. Bu sıcaklık farkı, sosyo-ekolojik sorunları derinleştirmekte ve şehirlerdeki her alanda etkisini hissettirmektedir. (Oke, 1982; Santamouris, 2020)

15.1 Kentsel Isı Adaları Nasıl Oluşur?



Kentsel alanlarda, bina malzemeleri, asfalt ve çatılar, güneş ışığını daha fazla emerek ortam sıcaklıklarını artırır. Gece boyunca bu ısı atmosfere yayılır, bu da sıcaklık farkının gün boyunca sürmesine neden olur. Ayrıca, geçirimsiz yüzeyler yağış sularını hızla drene ederek buharlaşmayı (evapotranspirasyon) azaltır, ısı kaybını kısıtlar ve şehirlerde hava sıcaklıklarının artışına katkıda bulunur. Kısaca, bu faktörler şehirlerdeki sıcaklık artışını sürekli kılmaktadır. (Rizwan, Dennis, & Liu, 2008)



Şekil.10: Şehirlerdeki Öğleden Sonraki Sıcaklıkların Yerleşim Alanlarına Göre Değişimi

Sera gazı salınımı, küresel ve yerel düzeyde sıcaklık artışına yol açan önemli bir etkidir. Bacalar ve araç egzozlarından yayılan gazlar sıcaklığı artırırken, yoğun yapılaşma doğal hava koridorlarını engelleyerek kirleticilerin dağılmasını zorlaştırır. Bu durum, kentsel ısı adası etkisini daha da şiddetlendirir. (Rizwan, Dennis, & Liu, 2008)

15.2. Kentsel Isı Adalarının Olumsuz Etkileri

Kentsel Isı Adası (KIA) etkisi, özellikle sıcak bölgelerde yaşam konforunu aşan sıcaklıklara ulaşarak sağlık sorunlarına, artan enerji tüketimine, hava kirliliğine ve su kaynaklarının yetersizliğine neden olmaktadır. Bu etkiler, bölgesel iklim değişikliklerini de tetikleyebilir. Geleneksel olarak meteorolojik istasyonlar ve termometre ölçümleriyle analiz edilen KIA, Uzaktan Algılama teknolojilerinin gelişmesiyle yüzey sıcaklıklarının mekansal dağılımını daha kapsamlı şekilde gözlemleme fırsatı sunmuştur. KIA etkileri hem çevresel hem de teknolojik araştırmalarda önemli bir yer tutmaktadır. (Voogt & Oke, 2003)

15.3. Yer Yüzey Sıcaklığı Analizi (LST)

Yer yüzey sıcaklığı bir çok ekolojik modellemede önemli rol oynamaktadır. Bu rolleri; sayısal hava tahminlerinin belirlenmesi, evrensel okyanus dolaşımı, küresel ısınma ve sıcaklık değişimleri, iklimsel çeşitlilik, atmosfer ile yer yüzeyi arasındaki enerji ve su döngüsü, don koridorlarının ve kuraklık indeksini belirlenmesi şeklinde sıralanabilir. (Bonan, 2008)

Kentleşme ile birlikte arazi örtüsünün azalarak yoğun yerleşmeler ile kaplanması, güneş tarafından gönderilen ışınların yapılar sebebi ile absorbe edilmesi sebebi ile bu bölgelerin çevrelerin daha sıcak alanlar oluşmaktadır. Bu daha sıcak alanlara kentsel ısı adası denilmektedir. Uzaktan algılama yöntemleri ile uydu görüntülerinin termal bandları kullanılarak yer yüzey sıcaklığı(LST) analiz edilebilmektedir. Osmangazi ilçesi için Landsat 9 TIRS(Thermal Infrared Sensor) verileri kullanılarak yer yüzey sıcaklığı analizi yapılmıştır.(Eon ve diğerleri, 2024) (Harita.44)

LST değerlerinin hesaplanması için aşağıdaki formüller ile **QGIS programında** bulunan Raster Calculator aracı aşağıdaki değerler hesaplanmıştır.

TOA (Top of Atmospheric Spectral Radiance): $TOA(L) = M_L * Q_{cal} + A_L$

Brightness Temperature (BT): $BT = (K_2 / (\ln(K_1 / L) + 1)) - 273.15$

Normalised Difference Vegetation Index (NDVI): $NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$

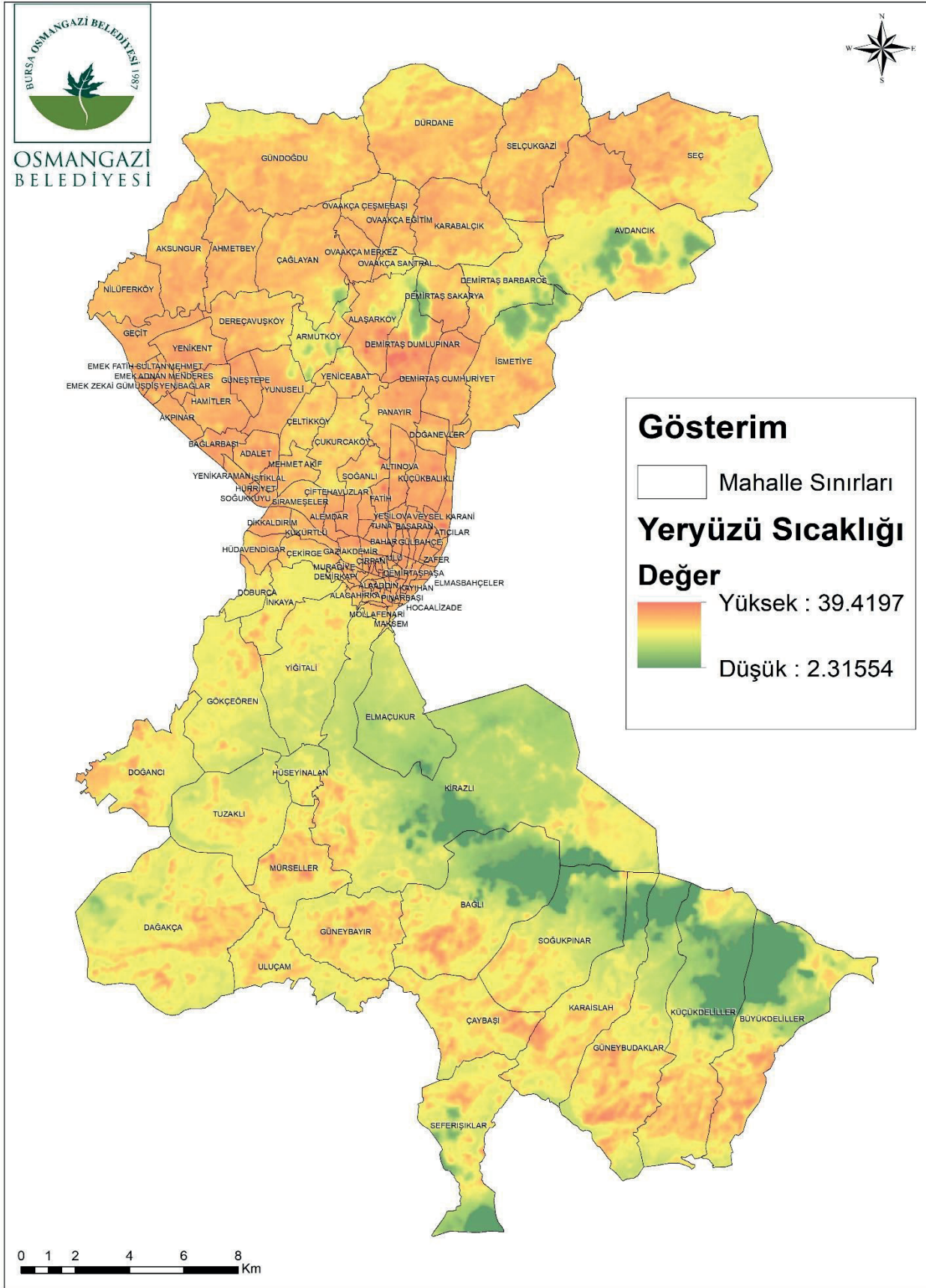
Proportion of Vegetation (Pv): $P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2$

Emissivity (E): $E = 0.004 * P_v + 0.986$

Land Surface Temperature (LST): $LST = BT / (1 + (\lambda * BT / c2) * \ln(E))$

Formüller; (Akher & Chattopadhyay, 2017, s.73-74)





Harita.44: Osmangazi İlçesi Yeryüzü Sıcaklığı Analizi

15.4. Sağlıklı Bitki Örtüsü Analizi(NDVI)

Kentsel ısı adası çalışmalarında genellikle normalize edilmiş bitki indeksi(NDVI) ve geçirimsiz yüzey oranında yararlanılmaktadır. Yaz aylarında yüksek NDVI değerleri daha düşük arazi yüzey sıcaklıklarına karşılık gelmektedir. Diğer yandan, genellikler ulaşım ağları ve bina çatıları ile ilişkilendirilmekte olan geçirimsiz yüzeyler ise bir alandaki kentsel oranı olarak değerlendirilmektedir. Geçirimsiz yüzey oranı, peyzajdaki mevsimsel değişimlerden daha az etkilendiğinden: LST, kentleşme ve termal çevre arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde önemli bir indeks olarak karşımıza çıkmaktadır.(Turoğlu, 2019)

Osmangazi ilçesi için Landsat 9 uydusunun kırmızı (Red - Band 4) ve Yakın kızıl ötesi (NIR – Band 5) bandları kullanılarak NDVI analizi gerçekleştirilmiştir.

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \quad \text{Formül; (Akher \& Chattopadhyay, 2017, s.73-74)}$$

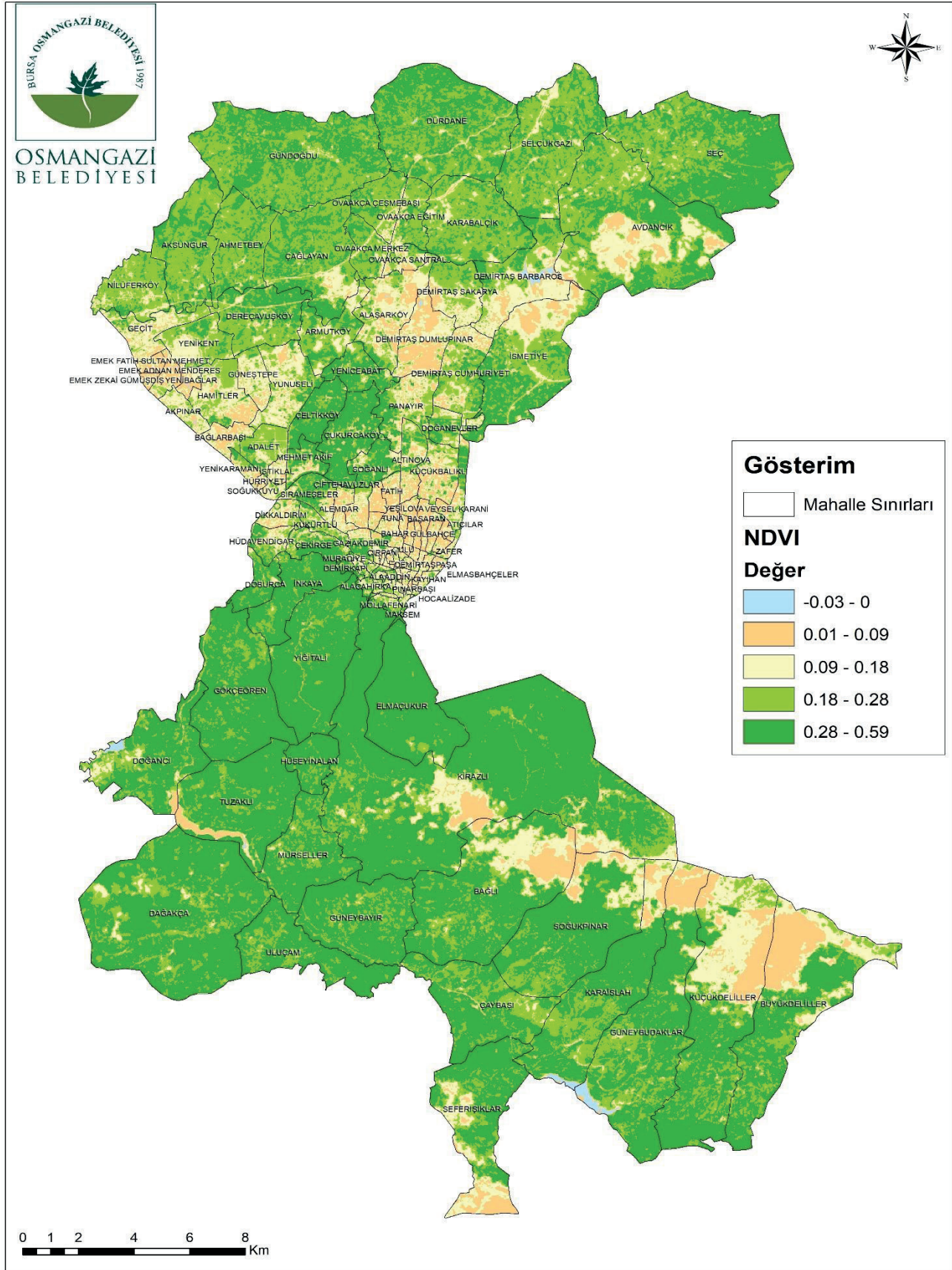
NDVI analizi değerleri -1, 1 aralığında değişmektedir. (Şimşek ve Şengezer, 2012). -1 ve 0 arasındaki değerler ölü bitkisi örtüsü ya da bitki örtüsünün olmadığı bölgelerdir. 0 ve 0.33 arasındaki değerler sağlıklı bitki örtüsü, 0.33 ve 0.66 arasındaki değerler orta derecede sağlıklı bitki örtüsünü, 0.66 ve 1 arasındaki değerler çok sağlıklı bitki örtüsünü göstermektedir. İlçemiz sınırlarında en yüksek NDVI değeri 0.58 olarak hesaplanmış ve çok sağlıklı bitki örtüsü bulunmadığı tespit edilmiştir. Orta derece sağlıklı bitki örtüsü yerleşimin az olduğu Yeniceabat, Çeltikköy, Çukurcaköy, Avdancık, Selçukgazi, Dürdane, Gündoğdu ve Seç ile Uludağ ve yamaçlarında bulunan mahallelerimizde yoğunlaşmıştır. Diğer mahallelerin geneli sağlıklı bitki örtüsü bulunan alanlardır.(Harita.45)

Küresel iklim değişikliği araştırmaları ve iklim bilim bağlamında kentleşme, genellikle arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimi olarak, yerel ölçekte iklimi etkileyen bir faktör olarak kabul edilmektedir (Guo-Yu, 2015).

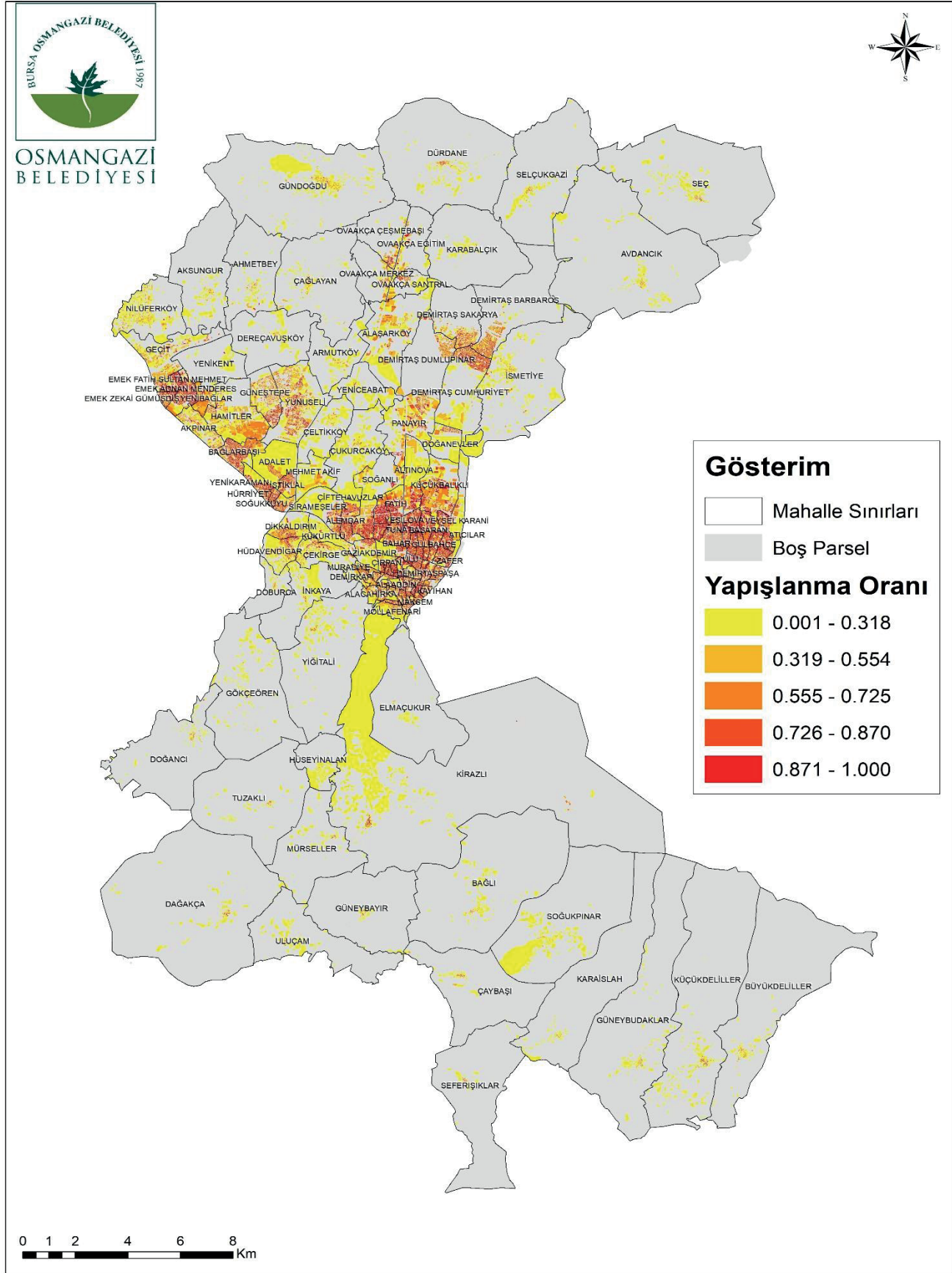
15.5. Yapı Yoğunluğu Analizi

Güneş tarafından gönderilen ışınların yoğun yapı bulunan alanlarda absorbe edilmesi ile oluşan kentsel ısı adalarının tespiti için parsellerin üzerinde bulunan yapıların taban alanlarının oranıyla Osmangazi ilçesinin yapı yoğunluğu analizi yapılmıştır.(Harita.46)





Harita.45: Osmangazi İlçesi Sağlıklı Bitki Örtüsü İndeksi Analizi



Harita.46: Osmangazi İlçesi Yapı Yoğunluğu Analizi

15.6. Kırılgenlik Analizi

Osmangazi ilçesinin iklim değişikliğine karşı kırılgenliğinin analiz edilmesi için önceki başlıklardan yapılan analizler kullanılmıştır. Bu analizler sonucunda oluşan veriler yardımı ile bölgeleme yapılmıştır. Bölgeleme sonucu ilçede 3 farklı A(Tablo.9), B(Tablo.10), C(Tablo.11) bölgeleri ortaya çıkmıştır.(Harita.18)

A BÖLGESİ	
Ağırlıklı Fonksiyon	Konut - Donatı
Sel ve Taşkın Riski	Orta
Kentsel Isı Adası Etkisi Riski	Orta
İçerdiği Mahalleler	Ahmetbey, Aksungur, Alemdar, Alaşarköy, Armutköy, Avdancık, Çağlayan, Çeltikköy, Çiftelavuzlar, Çukurcaköy, Dereçavuşköy, Demirtaş Barbaros, Demirtaş Cumhuriyet, Demirtaş Dumlupınar, Demirtaş Sakarya, Dikkaldırım, Fatih, Geçit, Güneştepe, Gündoğdu, İsmetiye, Karabalçık, Kükürtlü, Küçükbalıklı, Mehmet Akif, Nilüferköy, Ovaakça Çeşmebaşı, Ovaakça Eğitim, Ovaakça Merkez, Ovaakça Santral, Panayır, Seç, Selçukgazi, Sırameşeler, Soğanlı, Veysel Karani, Yeniceabat, Yunuseli,

Tablo.9: Osmangazi İlçesi Yapı Yoğunluğu A Bölgesi Analizi

B BÖLGESİ	
Ağırlıklı Fonksiyon	Konut - Donatı
Sel ve Taşkın Riski	Düşük
Kentsel Isı Adası Etkisi Riski	Çok Yüksek
İçerdiği Mahalleler	Adalet, Ahmetpaşa, Akpınar, Aktarhüsam, Alaaddin, Alacahırka, Alacamescit, Alaşarköy, Alemdar, Alipaşa, Altınova, Altıparmak, Atıcılar, Bağlarbaşı, Bahar, Başaran, Bolgea, Çekirge, Çırpan, Çiftelavuzlar, Çirishane, Demirkapı, Demirtaş Cumhuriyet, Demirtaş Dumlupınar, Demirtaşpaşa, Demirtaş Sakarya, Dikkaldırım, Doburca, Doğanbey, Doğaneyler, Ebuishak, Elmasbahçeler, Emek Adnan Menderes, Emek Fatih Sultan Mehmet, Emek Zekai Gümüşdiş, Fatih, Gaziakdemir, Geçit, Gülbahçe, Güneştepe, Hacıilyas, Hamitler, Hamzabey, Hocaalizade, Hoca Hasan, Hüdevendigar, Hürriyet, İbrahimpaşa, İntizam, İstiklal, İvazpaşa, Kavaklı, Kayıhan, Kemerçeşme, Kırcaali, Kiremitçi, Kocanaip, Koğukçınar, Kuruçeşme, Küçükbalıklı, Kükürtlü, Küplüpinar, Maksem, Mehmet Akif, Mollagürani, Muradiye, Nalbantoğlu, Namıkkemal, Nilüferköy, Orhanbey, Osmangazi, Ovaakça Çeşmebaşı, Ovaakça Eğitim, Ovaakça Merkez, Ovaakça Santral, Panayır, Pınarbaşı, Reyhan, Sakarya, Santral Garaj, Selamet, Selimiye, Sırameşeler, Soğanlı, Soğukkuyu, Şehabettinpaşa, Şehreküstü, Tahtakale, Tayakadın, Tuna, Tuzpazarı, Ulu, Veysel Karani, Yahşibey, Yenibağlar, Yenikaraman, Yenikent, Yeşilova, Yunuseli, Zafer

Tablo.10: Osmangazi İlçesi Yapı Yoğunluğu B Bölgesi Analizi

C BÖLGESİ	
Ağırlıklı Fonksiyon	Konut - Donatı
Sel ve Taşkın Riski	Orta
Kentsel Isı Adası Etkisi Riski	Düşük
İçerdiği Mahalleler	Alacahırka, Bağlı, Büyükdeliller, Çaybaşı, Çekirge, Dağakça, Demirkapı, Doburca, Doğancı, Elmaçukur, Gökçeören, Güneybayır, Güneybudaklar, Hüseyinalan, İnkaya, İvazpaşa, Karaislah, Kirazlı, Küçükdeliller, Maksem, Mollafenari, Mürseller, Pınarbaşı, Seferişıklar, Soğukpınar, Tuzaklı, Uluçam, Yiğitali

Tablo.11: Osmangazi İlçesi Yapı Yoğunluğu C Bölgesi Analizi

Sonuç ve Bölgesel Değerlendirme:

Araştırmalar, **bitki yoğunluğunun artmasının yüzey sıcaklığını azalttığını** göstermektedir. Bu durum, bitkilerin toplam buharlaşmayı artırarak enerji kaybına ve soğumaya neden olmasıyla açıklanabilir. Öte yandan, **geçirimsizlik değeri arttıkça** kaplayıcı malzemelerin kütle ve oranındaki artış, yüzey sıcaklığının yükselmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, kentsel alanlarda **kent ormanları, yeşil parklar, ağaçlık alanlar, açık renkli yapı malzemeleri, yeşil çatı uygulamaları** ve entegre **şehir planlamaları**, Kentsel Isı Adası (KIA) etkisinin azaltılmasında kritik rol oynamaktadır.

➤ A Bölgesi

Fonksiyonel Yapı: Konut ve donatı alanı.

Risk Durumu;

Sel ve Taşkın Riski: Orta düzeyde,

Kentsel Isı Adası Etkisi Riski: Orta düzeyde,

Mahalle Dağılımı: 43 mahalleyi içermektedir. Demirtaş alt mahalleleri ve Ovaakça yerleşkeleri dikkat çekmektedir.

Değerlendirme: Bölge, sosyo-mekânsal özellikleri ve orta düzeydeki çevresel risk faktörleriyle kentsel ve kırsal bileşenler taşımaktadır.

➤ B Bölgesi

Fonksiyonel Yapı: Konut ve donatı alanı.

Risk Durumu;

Sel ve Taşkın Riski: Düşük düzeyde,

Kentsel Isı Adası Etkisi Riski: Çok yüksek düzeyde,

Mahalle Dağılımı: 83 mahalle, yoğun yerleşim bölgeleri ve kentsel dönüşüm alanlarından oluşmaktadır.



Değerlendirme: Bölge, yüksek kentsel yoğunluk nedeniyle Kentsel Isı Adası etkisine yoğun biçimde maruz kalmaktadır. Bu durum, yeşil altyapı ve açık renkli malzeme kullanımının önemini vurgulamaktadır.

➤ C Bölgesi

Fonksiyonel Yapı: Konut ve donatı alanı.

Risk Durumu;

Sel ve Taşkın Riski: Orta düzeyde,

Kentsel Isı Adası Etkisi Riski: Düşük düzeyde.

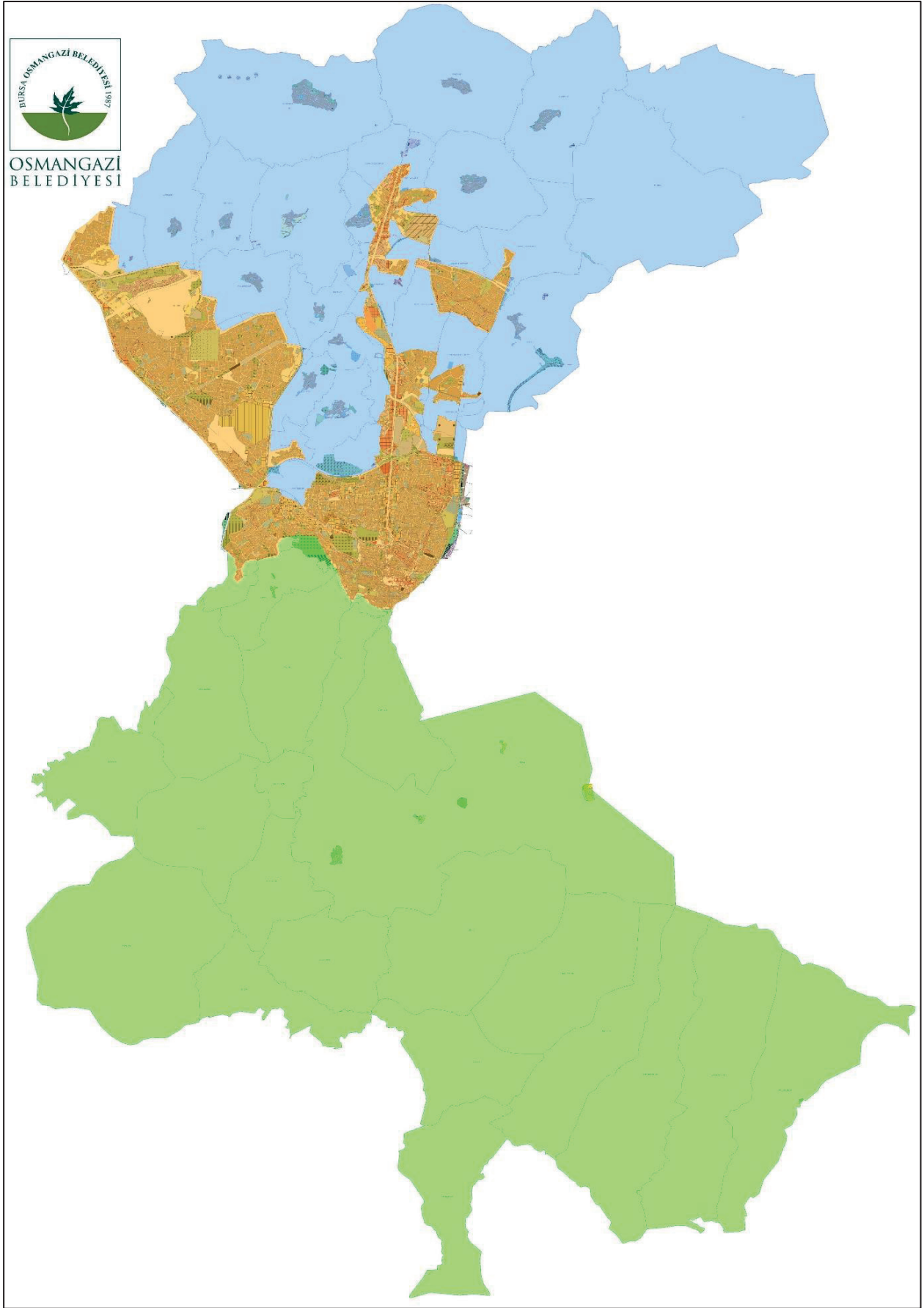
Mahalle Dağılımı: 29 mahalleden oluşmaktadır. Kırsal yerleşim alanları ve düşük yoğunluklu konut bölgeleri öne çıkmaktadır.

Değerlendirme: Bölge, düşük kentsel yoğunluk ve yeşil alan varlığı sayesinde Kentsel Isı Adası riskini minimal düzeyde tutmaktadır.

Sonuç Değerlendirmesi

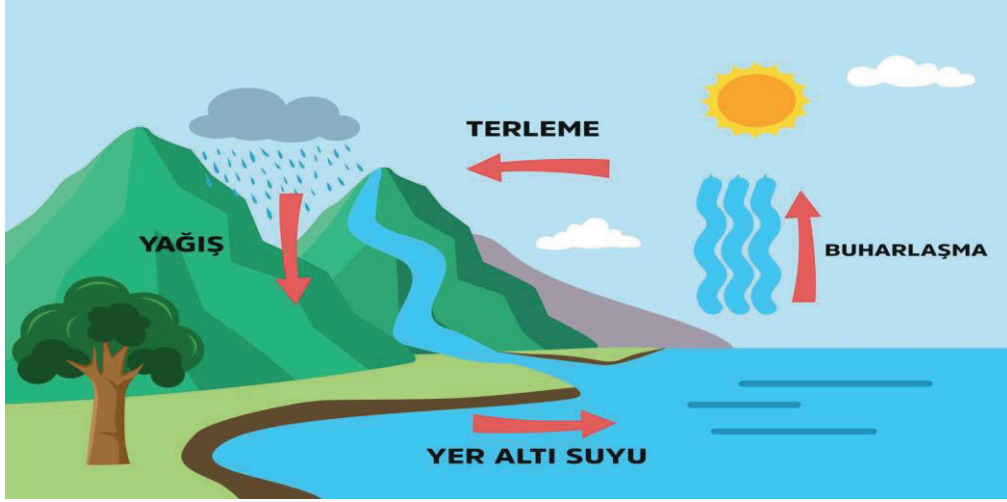
A, B ve C bölgeleri karşılaştırıldığında; **B Bölgesi'nin** yüksek kentsel yoğunluk nedeniyle **en yüksek Kentsel Isı Adası riskine** sahip olduğu, **C Bölgesi'nin** ise kırsal yapı ve düşük geçirimsizlik oranı sayesinde **en düşük risk seviyesine** sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, şehir planlamalarında **yeşil altyapı uygulamaları, geçirimsiz yüzeylerin azaltılması ve açık renkli yapı malzemelerinin** kullanımı önceliklendirilmelidir.(Harita.47)





Harita.47: Osmangazi İlçesi Kırılgenlik Bölgelemesi

16. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BUHARLAŞMA



Şekil.11: Su Döngüsü ve Buharlaşma

Doğada suyun hidrolojik çevriminin önemli bir unsurunu teşkil eden buharlaşma, Uluslararası Hidroloji Sözlüğü'ne göre suyun kaynama noktası altındaki sıcaklıklarda sıvı halden gaz haline geçişi olarak (WMO, 2012) tanımlanmaktadır.(Şekil.10). Yeryüzünde su barındıran yüzeyler atmosferdeki su buharının kaynağıdır. Bu yüzeylere örnek vermek gerekirse; denizler, nemli topraklar, göller, akarsular, karla örtülü veya buzla kaplı yüzeyler, ormanlar, bitki örtüsüne sahip araziler üzerinde sürekli bir buharlaşma meydana gelmektedir. Yerkürenin az-çok sabit bir su kütlesine sahiptir. Su molekülü, Dünya'nın ve atmosferin sınırlarını aşamaz; fakat güneş enerjisi ve yer çekimi sayesinde doğada sürekli bir döngü içerisinde hareket eder. (Sargıncı, Dönmez ve Yıldız, 2022, s. 1) Diğer bir ifade ile küresel ölçekte buharlaşan su miktarı ile dünya yüzeyine yağış olarak dönen su miktarı yaklaşık olarak eşittir. Bu eşitlikten kaynaklı olarak atmosferdeki su buharı miktarı zaman içinde sabit kalmaktadır. Fakat burada coğrafik farklılık farkı dediğimiz bir faktör devreye girmektedir. Kıtalar üzerinde yağış miktarı buharlaşmanın önüne geçmektedir. Okyanuslarda ise tam tersi olup burada buharlaşma yağışı geçmektedir. Buharlaşan su molekülü ise yaklaşık olarak 10 gün boyunca havada kalır.

Su yüzeylerinden su buharına dönüşme ile kayıplar oluşmakta olup meydana gelen bu kayıplara buharlaşma (evaporasyon) denmektedir. Bitkilerde ise terleme ile su kaybı olur bu ise (transpirasyon) adı verilir. Bitkilerden ve toprak + su yüzeyinden meydana gelen su kayıpları ise evapotranspirasyon olarak tanımlanmaktadır. Yapılan çalışmalar şunu göstermektedir atmosferdeki su buharının yaklaşık %90'ı buharlaşmadan meydana gelir, kalan %10'luk bölüm ise bitkilerin terlemesinden (transpirasyon) oluşmaktadır. (USGS, 2016). Buharlaşma, su döngüsü içerisinde hayati bir görevi vardır ve iklim sisteminin önemli bir bileşimini oluşturur. Sera gazı salınımlarının artmasıyla beraber yüzey sıcaklıklarında yükseliş meydana gelmekte atmosferdeki nem dengesinde değişikliklere sebep olmaktadır. Bunun sonucunda, buharlaşma hızında ve coğrafi dağılımında kayda değer derecede değişikliklere sebep olmaktadır.

Yüzey buharlaşması, yani suyun buharlaşarak atmosfere karışması, her yağmur fırtınası ile kaybolan nemi yerine koymak için daha uzun bir süreye ihtiyaç duyabilir. Bu nedenle, gelecek fırtınalar daha fazla nem çekerken, yüzey buharlaşması daha yavaş bir şekilde artar. Yani, her bir derece ısınmayla atmosfer daha fazla nem çeker (%7), fakat yüzey buharlaşması sadece %2

oranında artar. Bu da küresel yağış miktarındaki değişikliği sınırlayan bir faktördür çünkü yüzeyden buharlaşan su miktarı, atmosferdeki nemi tam anlamıyla yerine koymakta yavaş kalmaktadır.(Dai, Zhao, & Chen, 2018, s.304)

Buharlaşmaya etki eden faktörleri şu şekilde açıklayabiliriz;

1.Güneş Radyasyonu:

- Isının başlıca kaynağıdır.
- Güneş enerjisi mevsim, günün saati, bulutluluk, enlem ve yükseklik gibi faktörlere bağlıdır.
- Gelen radyasyonun %25'i buharlaşma için harcanır. (MGM, 2024f).

2. Hava Buhar Basıncı:

- Buharlaşma, su yüzeyindeki buhar basıncı (ew) ile havadaki buhar basıncı (ea) farkına bağlıdır.
- Havadaki buhar basıncı arttıkça buharlaşma azalır. (MGM, 2024f)

3. Sıcaklık:

- Sıcaklık arttıkça buharlaşma da artar.
- Günlük maksimum buharlaşma öğleden sonra (12.00-15.00 arası) olur.
- Sıcak mevsimlerde buharlaşma artarken, soğuk mevsimlerde azalır. (MGM, 2024f).

4. Rüzgâr:

- Rüzgâr, su buharını yüzeyden uzaklaştırarak buharlaşmayı artırır.
- Rüzgâr hızının artması buharlaşmayı da artırır.

5. Basınç:

- Hava basıncı arttığında moleküllerin suya geri dönüş ihtimali artar, buharlaşma azalır, ancak bu etkinin diğer faktörlere göre önemi azdır. (MGM, 2024f)

Buharlaşma, güneş radyasyonu, sıcaklık, rüzgâr ve hava buhar basıncı gibi faktörlerden büyük ölçüde etkilenir. Basıncın etkisi ise daha sınırlıdır. İklim değişikliği, buharlaşma süreçlerini karmaşık bir şekilde etkileyerek su döngüsünü ve su kaynaklarını değiştirir, bu da ekosistemler, tarım ve su yönetimi üzerinde ciddi etkiler yaratabilir.

17.HAVA KALİTESİ

17.1. Hava

Havayı kısaca, etrafımızı saran gaz karışımı olarak tanımlayabiliriz. Yaşadığımız hava katmanı ise atmosfer olarak adlandırılır. Temiz havanın içinde yaklaşık olarak %78 azot, %21 oksijen ve %1 oranında da diğer gazlar bulunurken, havanın içinde toz, su buharı gibi maddelerde ihtiva etmektedir. Canlılar, hayatını devam ettirebilmesi için oksijene gereksinim duyarlar ve solunum yoluyla oksijeni havadan alırlar. Canlılar normal hava koşullarında hayatlarını rahat devam ettirebilirken havanın kirlenmesi durumunda canlıların yaşamı olumsuz şekilde etkilenmektedir. (Ege Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü, 2024).

17.2. Hava Kirliliği

Günümüzde, çevremiz her geçen gün artan sorunlarla boğuşmaktadır. Bu sorunların başında ise hava kirliliği gelmektedir. Hava kirliliği, geleceğin dünyasını ciddi bir şekilde tehdit etmekte, ekolojik tehlikelerle karşı karşıya bırakmaktadır. Hava kirliliği, Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak, artan enerji kullanımı, endüstrinin gelişimi ve şehirleşmeye bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Hava kirliliği insan sağlığı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Hava kirliliği, atmosferde bulunan ve doğal dengeleri bozarak insan sağlığına, canlılara, ekosistemlere veya yapay çevreye olumsuz etkiler yaratan zararlı maddelerin (gazlar, partiküller veya biyolojik moleküller) birikimleri (Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2024) şeklinde açıklayabiliriz.

Hava kirliliği diğer kirlilik türlerine göre kendisinin ve etkisinin çok kısa zamanda görüleceği bir kirlilik türüdür. Doğal nedenlerden kaynaklı kirlilik; volkanik patlamalar, orman yangınları gibi doğal nedenlerle başlayan hava kirliliği, insan faaliyetlerinin günümüzde etkisi ile ciddi bir sorun haline almıştır. Kirliliğin boyutu kentleşme ve sanayileşme düzeyi ile nüfus miktarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Atmosferdeki oksijen ve karbondioksit oranlarında artış veya azalış şeklindeki her türlü değişim atmosferin dengesini değiştirmektedir. Kirliliği artırıcı unsurlar olarak; sanayileşme, kentleşme, hızlı nüfus artışı, ısınma, trafik ve yanlış arazi kullanımı gibi faaliyetler sonucunda atmosferik ortamı oluşturan gaz miktarları da değişime uğramaktadır. Bunun sonucunda sadece atmosferin yapısı değişmekle kalmayıp aynı zamanda canlıların yaşamı açısından da tehlikeli ortamlar oluşacaktır. Yaygın hava kirletici parametreleri; kükürt dioksit (SO₂), partikül madde (PM), azot oksitler (NO ve NO₂), karbon monoksit (CO), toz, is ve dumanlardan oluşmaktadır. (Mentese, 2017, s.387).

17.3. Yerel, Bölgesel ve Küresel Sorunlar

Hava kirliliğini oluşturan çeşitli sebepler bulunmaktadır. Kirlilik, canlıların ihtiyaç duyduğu temiz havanın kirlenmesine ve canlı hayatı üzerinde birçok problemin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Hava kirliliği, sadece canlıların yaşam koşullarını etkilemekle kalmayıp ölümlere ve canlı türlerinin yok olmasına sebep olacak sonuçlara neden olmaktadır. (Sümer, 2014, s.38)

- Alerjik hastalıklar ve astım hastalığında artışlar
- Sera gazları sonucunda ozon tabakasında delik oluşması
- Asit yağmurları sonucunda ormanların tehlike altında olması sayılabilir.

17.4. Hava Kirliliği Kaynakları

Hava kirliliği kaynaklarına göre 2'ye ayrılır;

17.4.1. Doğal Kaynaklar

Doğal nedenlerden kaynaklı hava kirliliği örnekleri olarak; volkanik patlamalar, orman yangınları, (Mentese, 2017, s.386) çöl tozları, açık arazideki hayvan türlerinin ve bitki örtüsünün bozulması sayılabilir.



17.4.2. Yapay Kaynaklar

İnsanoğlunun doğaya müdahalesinden kaynaklanan kirlilik şeklinde kısaca tanımlayabiliriz. Kirlilik düzeyi kentleşme ve sanayileşme nüfusun miktarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Nüfusun fazla olduğu sanayileşmenin ve kentleşmenin düzey bakımından yüksek olduğu bölgelerde kirlilik oranı yüksek olmaktadır. (Menteşe, 2017, s.386) Bu kirliliğe sebep olan unsurlar olarak; ısınma, ulaşım, sanayi ana kaynaklar olarak sayabiliriz.

17.4.2.1. Isınma Kaynaklı Hava Kirliliği

Ateş; insanoğlunun ısınma ihtiyacını karşılayan önemli bir unsurdur. Kentlerde, kış aylarında evlerin ısıtılmasında yaygın olarak kömürün kullanılması, endüstriyel üretim aşamalarında yanlış veya eksik yakma tekniklerinin kullanılmasına bağlı olarak karbonmonoksit(CO), kükürtdioksit(SO₂), azot oksitler(NO_x) partikül madde konsantrasyonlarının yüksek olduğu görülmüştür. (Partigöç & Çubukçu, 2017, s.39) Isınma ihtiyacımızı karşılarken kentlerimizin havasını da kirletmemek zorundayız.

Isınmadan kaynaklı hava kirliliğini önlemek veya azaltmak için yapılması gerekenler.

- Kömür vb. yakıtların ısınmada kullanılmaması veya minimum düzeye indirilmeli bu tür yakıtların kullanılması zorunlu ise soba ve kaloriferlerde tekniğine uygun olarak yakılmalı.
- Temiz enerji kaynaklarına yönelmeli ve bu yakıtların kullanımına yönelik teşvikler verilmeli.
- Isı yalıtımı olmayan binalarda ısı yalıtımı sistemlerine geçilmeli.



17.4.2.2. Ulaşım Kaynaklı Hava Kirliliği

Ülkemizde enerjinin kullanım dağılımına bakıldığında sanayi sektörü birinci sırada yer alırken ulaşım sektörü ikinci sırada yer almaktadır. Bu kullanıma bağlı olarak büyük şehirler başta olmak üzere şehirlerimizdeki hava kirliliğinin ana unsurudur. (Polat & Özkök, 2022, s.115) Benzin ve dizel taşıtların egzozlarından çıkan karbon monoksit(CO), azot oksitler(NO_x), hidrokarbonlar(HC) ve kurşundur(Pb) zararlı maddelerin azaltılması gerekmektedir. Ülkemizde her gün yeni araçlar trafiğe çıkmakta buna bağlı olarak emisyon oranları ise artış göstermektedir. Türkiye’de ulaşımdan kaynaklı karbon ayak izi miktarı enerji sektörü içindeki payı %22,2, ulusal

toplam emisyondaki payı ise %15'tir. (Bıyık & Civelekoğlu, 2018, s.162).Dolayısıyla ülkemiz, ulaşım kaynaklı hava kirliliğini azaltmak için çalışma yapması gerekmektedir.

Ulaşımdan kaynaklanan kirliliği önlemek veya azaltmak için şu adımlar uygulanabilir:

- Araçların egzoz gazı emisyon ölçümleri düzenli aralıklarla yapılmalıdır.
- Bakım ve onarım işlemleri aksatılmadan gerçekleştirilmelidir.
- Temiz yakıtların kullanımı teşvik edilmeli ve elektrikli araçların yaygınlaşması desteklenmelidir.
- Toplu taşıma sistemleri geliştirilerek ve kullanımı özendirilerek motorlu taşıtların kullanım oranı azaltılmalıdır. Özellikle şehir içi ulaşımında metro ve raylı sistem ağlarının genişletilmesi önemli bir çözüm olacaktır.

17.4.2.3. Endüstri Kaynaklı Hava Kirliliği

Sanayinin gelişmesi ile doğada tahribatlar artmaya başlamıştır. Zamanın gelişmesine paralel olarak gelişen dünyamızda, endüstrileşme kirliliği de beraberinde getirmiştir. Herhangi bir atmosferik ortamda havanın içermiş olduğu madde miktarının çeşitli nedenlere bağlı olarak artması ve bunun sonucunda canlı ve cansız varlıkların zarar göreceği düzeye ulaşması şeklinde tanımlanabilir. (Altıkat, Ekmekyapar Torun, & Bayram, 2011, s.135)

Sanayi kaynaklı kirliliğin önüne geçilmemesi halinde çevre kirliliği sorununun ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bunun sonucunda yine doğal kaynakların tahribi ve yok olması gibi sonuçları olabilecekken sanayi sektöründen de kayıplara neden olacaktır. Sanayi sektöründen kaynaklı hava kirliliğini önleme ve azaltmak için neler yapılabilir.

- Yakıt olarak temiz (doğayı kirletici etkisi az) yakıt türleri tercih edilmeli
- Kirlilik kaynağında yok edecek türde teknolojilerin kullanılması ve yaygınlaştırılması
- Tesislerin yakma ünitelerinde yüksek kalitede yakıtlar tercih edilmeli
- Tesislerde yeterli yükseklikte bacalar inşa edilmeli ve bacalarda filitre kullanılması
- Uygun arıtma tesislerinin kurulması
- Atıkların değerlendirilme yoluna gidilmesi
- Tesislerin mümkün olduğunca yerleşim yerleri dışına kurulması yoluna gidilmelidir.

17.5. Kirletici Parametreler ve Sağlığa Etkileri

Yapay kaynaklardan çevreye yayılan kirleticiler, yıllık bazda yüzlerce tondan milyonlarca tona kadar ulaşabilmekte ve hem yerel hem de küresel ölçekte çevresel etkiler yaratmaktadır. Bu etkiler, kirleticinin miktarı ve yayıldığı alanla doğrudan ilişkilidir. (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2024)

Havaya karışan kirleticilerin insanlarca solunması(doğrudan maruziyet), havadan toprak, bitki, hayvan ve diğer çevresel ortamlara geçerek biriken kirleticilerin içme suyu ve besin zincirine karışmaları(dolaylı maruziyet) ile vücuda giren kimyasalların birikimi ve Emilimi sonucunda meydana gelen olumsuz sağlık etkileri hava kirliliğinin en önemli sonucudur. Özellikle şehirlerde ısınma, trafik ve sanayiden kaynaklanan hava kirliliğinin son yıllarda



artmasıyla sağlık problemlerinde de artış görülmektedir. (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2024)
(Tablo.12)

Kirletici	Ana Kaynağı	Sağlık Etkisi
Kükürtdioksit	Fosil yakıt yanması	Solunum yolu hastalıkları
Azotoksitler	Taşıt emisyonları, yüksek sıcaklıkta yakma prosesleri	Göz ve solunum yolu hastalıkları, asit yağmurları
Partikül Madde	Sanayi, yakıt yanması, tarım ve ikincil kimyasal reaksiyonlar	Kanser, kalp problemleri, solunum yolu hastalıkları, bebek ölüm oranlarında artış
Karbonmonoksit	Eksik yanma ürünü, taşıt emisyonları	Kandaki hemoglobin ile birleşerek oksijen taşıma kapasitesinde azalma, ölüm
Ozon	Trafikten kaynaklanan azot oksitler ve uçucu organik bileşiklerin(VOC) güneş ışığıyla değişimi	Solunum sistemi problemleri, göz ve burunda iritasyon, astım, vücut direncinde azalma

Tablo.12: Kirletici Parametreler ve Sağlık Etkileri (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024a)

17.6. Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı

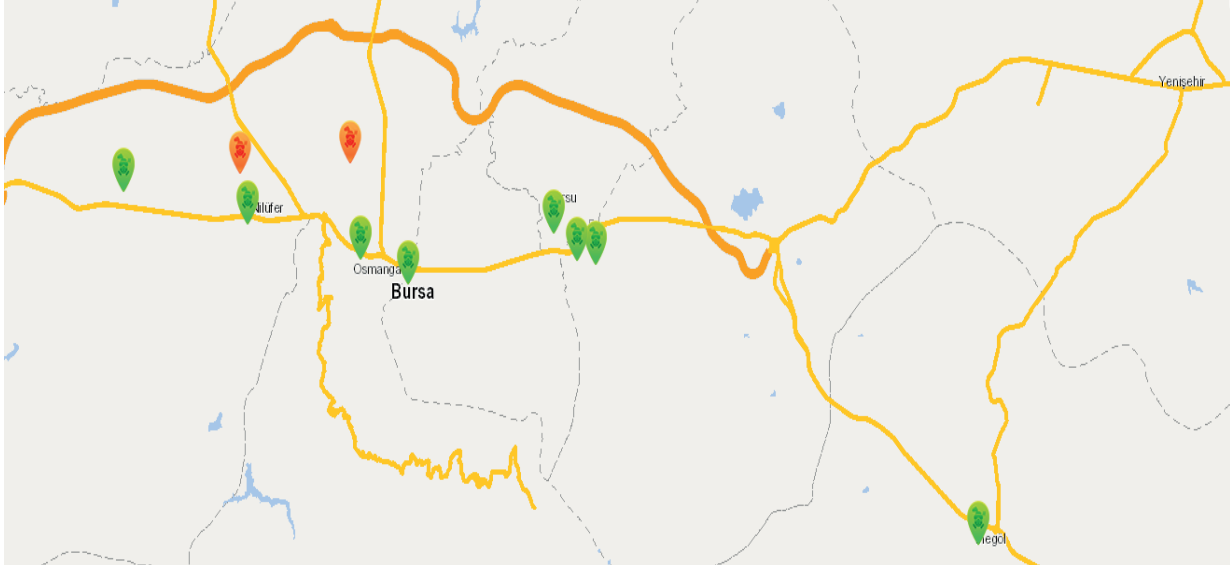
Tüm illerde hava kirliliği politikaları oluşturulması, hava kirliliğinin doğru bir şekilde ölçülmesi, oluşturulan politikalar çerçevesinde illerin hava kalitesinin bir önceki yılın değerlerinden daha iyi durumlara getirilmesi amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2005-2007 yılları arasında 81 ilde hava kalitesi ölçüm istasyonları kurulmuştur. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024a)

Kurulan hava kirliliği ölçüm istasyonlarının hepsinde **Kükürtdioksit (SO₂)** ve **Partikül Madde (PM₁₀)** parametreleri bazılarında ek olarak **Azotoksitler (NO, NO₂, NO_x)**, **Karbonmonoksit (CO)** ve **Ozon (O₃)** da tam otomatik olarak ölçülmektedir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024a)

Ölçüm istasyonlarında toplanan ölçüm verileri Bakanlığa ait özel bir ağ (VPN) üzerinden GSM Modemler aracılığıyla Bakanlık Çevre Referans Laboratuvarı Veri İşletim Merkezine aktararak izlenmekte ve hava izleme adresinde eşzamanlı olarak yayınlanmaktadır. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024a)

Bakanlık tarafından, saatlik ortalamalar şeklinde istasyonlardan alınan veriler incelenerek doğrulama çalışmaları yapılmakta olup söz konusu verilerle aylık ve yıllık raporlar hazırlanarak yayınlanmaktadır. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024a)

Osmangazi ilçesinde iki adet hava kalitesi izleme istasyonu mevcut olup biri **Kültürpark**'da diğeri ise **Soğanlı Mahallesi**'nde bulunmaktadır. (Harita.48)



Harita.48: Bursa İlinde Bulunan Hava Kirliliği Ölçüm Cihazlarının Yerleri (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024b)

Kirletici	Periyot	Türkiye ^(a) Hava Kalitesi Yönergeleri	AB Direktif 2008/50/EC	WHO ^(b) Hava Kalitesi Kılavuz Değerleri (2021)
Partikül Madde (PM ₁₀) (µg/m ³)	24 saat	50 µg/m ³	50 µg/m ³	45 µg/m ³
	1 yıl	40 µg/m ³	40 µg/m ³	15 µg/m ³
Partikül Madde (PM _{2.5}) (µg/m ³)	24 saat	-	-	15 µg/m ³
	1 yıl	-	20 µg/m ³	5 µg/m ³
Azotdioksit (NO ₂) (µg/m ³)	1 saat	200 µg/m ³	200 µg/m ³	200 µg/m ³
	24 saat	-	-	25 µg/m ³
	1 yıl	40 µg/m ³	40 µg/m ³	10 µg/m ³
Kükürtdioksit (SO ₂) (µg/m ³)	1 saat	350 µg/m ³	350 µg/m ³	-
	24 saat	125 µg/m ³	125 µg/m ³	40 µg/m ³
	1 yıl	20 µg/m ³	-	-
Karbonmonoksit (CO) (mg/m ³)	8 saat	10 mg/m ³	10 mg/m ³	10 mg/m ³
	24 saat	-	-	4 mg/m ³
Ozon (O ₃) (µg/m ³)	8 saat – insan sağlığını koruma	120 µg/m ³	120 µg/m ³	100 µg/m ³
	En Yoğun Sezon	-	-	60 µg/m ³

Tablo.13: Ülkemiz, Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü'nün Sınır Değerleri

^a Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne (HKDYY) göre (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2008).

^b Dünya Sağlık Örgütü'nün 2021 Tarihli Yönerge'lerine göre (WHO, 2021)

17.7. Hava Kalitesi İndeksi

Hava Kalitesi İndeksi (HKİ), hava kalitesinin günlük olarak rapor edilmesi için kullanılan bir indekstir. Yaşadığımız bölgenin havasının ne kadar temiz veya kirli olduğu ve ne tür sağlık etkilerinin oluşabileceği konusunda bilgiler verir. Bunlar; **Kükürtdioksit (SO₂)**, **Azotdioksit (NO₂)**, **Karbonmonoksit (CO)**, **Ozon (O₃)** ve **Partikül Madde (PM₁₀)**'dir. Hava kalitesi indeksi 6 kategoriden oluşmaktadır. Matematiksel hesaplama yoktur, yalnızca sınıflandırmadır. En yüksek kirletici için belirlenen değer indeks değeridir. (Tablo.14)

İndeks	HKİ	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	CO [µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]
		1 Sa. Ort.	1 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	24 Sa. Ort.
İyi	0 – 50	0-100	0-100	0-5.500	0-120 ^L	0-50
Orta	51 – 100	101-250	101-200	5.501-10.000	121-160	51-100
Hassas	101 – 150	251-500	201-500	10.001-16.000 ^L	161-180 ^B	101-260
Sağlıksız	151 – 200	501-850	501-1.000	16.001-24.000	181-240 ^U	261-400
Kötü	201 – 300	851-1.100	1.001-2.000	24.001-32.000	241-700	401-520
Tehlikeli	301 – 500	>1.101	>2.001	>32.001	>701	>521

Tablo.14: Ulusal Hava Kalitesi İndeksi (U.S. Environmental Protection Agency, 2024)

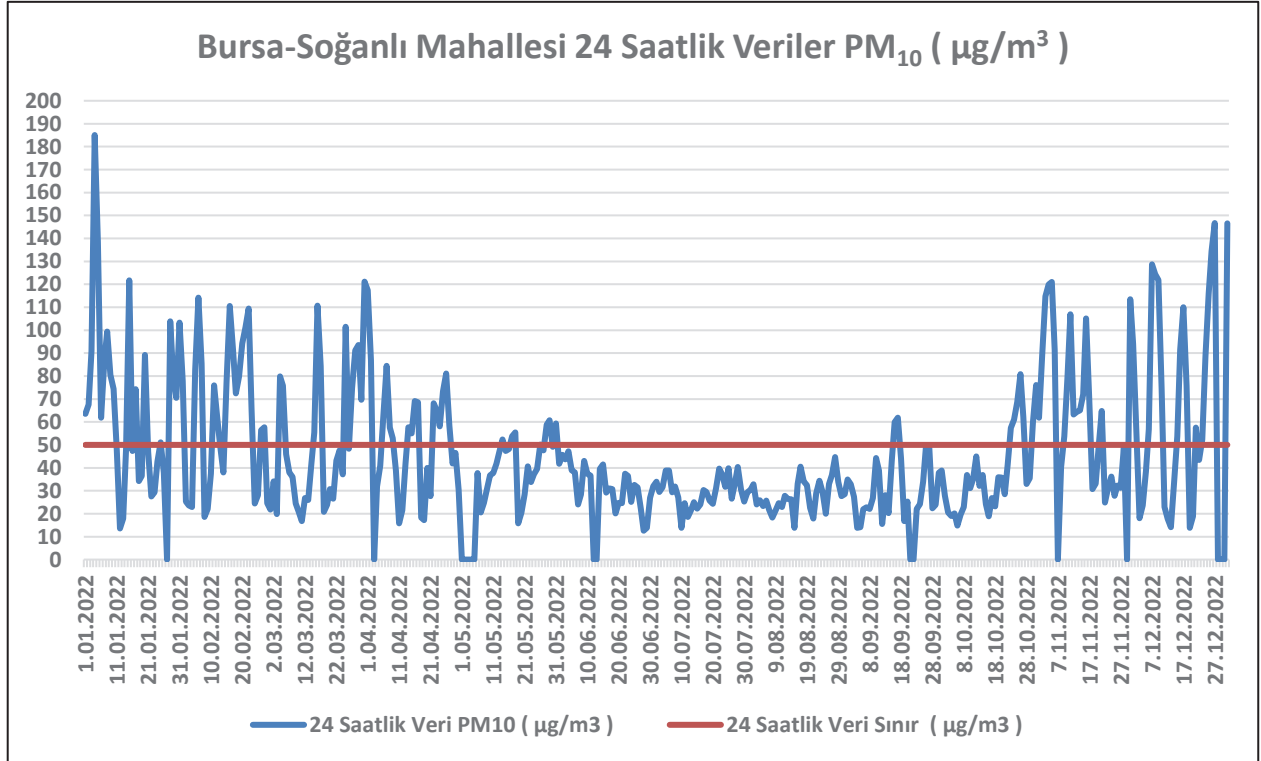
Hava kalitesi indeksi, farklı hava kalitesi seviyeleri ile birlikte bunların genel halk sağlığı üzerindeki etkisini ve sağlıksız seviyeye yükseldiğinde alınması gereken kademeleri de belirler. Ulusal Hava Kalitesi İndeksi, ABD Çevre Koruma Ajansı (**Environmental Protection Agency - Çevre Koruma Ajansı**) EPA Hava Kalitesi İndeksinin ulusal mevzuatımıza ve sınır değerlerimize uyarlanarak oluşturulmuştur(Tablo.15). 5 temel kirletici için hava kalitesi indeksi hesaplanmaktadır.

Hava Kalitesi İndeksi (AQI) Değerler (Hava Kalitesi İndeksi bu aralıkta olduğunda..)	Sağlık Endişe Seviyeleri (..hava kalitesi koşulları..)	Renkler (..bu renkler ile sembolize edilir..)	Anlamı (..ve renkler bu anlama gelir.)
0 - 50	İyi	Yeşil	Hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği az riskli veya hiç risk teşkil etmiyor.
51 - 100	Orta	Sarı	Hava kalitesi uygun fakat alışılmadık şekilde hava kirliliğine hassas olan çok az sayıdaki insanlar için bazı kirleticiler açısından orta düzeyde sağlık endişesi oluşabilir.
101- 150	Hassas	Turuncu	Hassas gruplar için sağlık etkileri oluşabilir. Genel olarak kamunun etkilenmesi olası değildir.

151 - 200	Sağlıksız	Kırmızı	Herkes sağlık etkileri yaşamaya başlayabilir, hassas gruplar için ciddi sağlık etkileri söz konusu olabilir.
201 - 300	Kötü	Mor	Sağlık açısından acil durum oluşturabilir. Nüfusun tamamının etkilenme olasılığı yüksektir.
301 - 500	Tehlikeli	Kahverengi	Sağlık alarmı: Herkes daha ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir.

Tablo.15: Ulusal Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) Kesme Noktaları (U.S. Environmental Protection Agency, 2024)

17.8. Partikül Madde(PM₁₀)

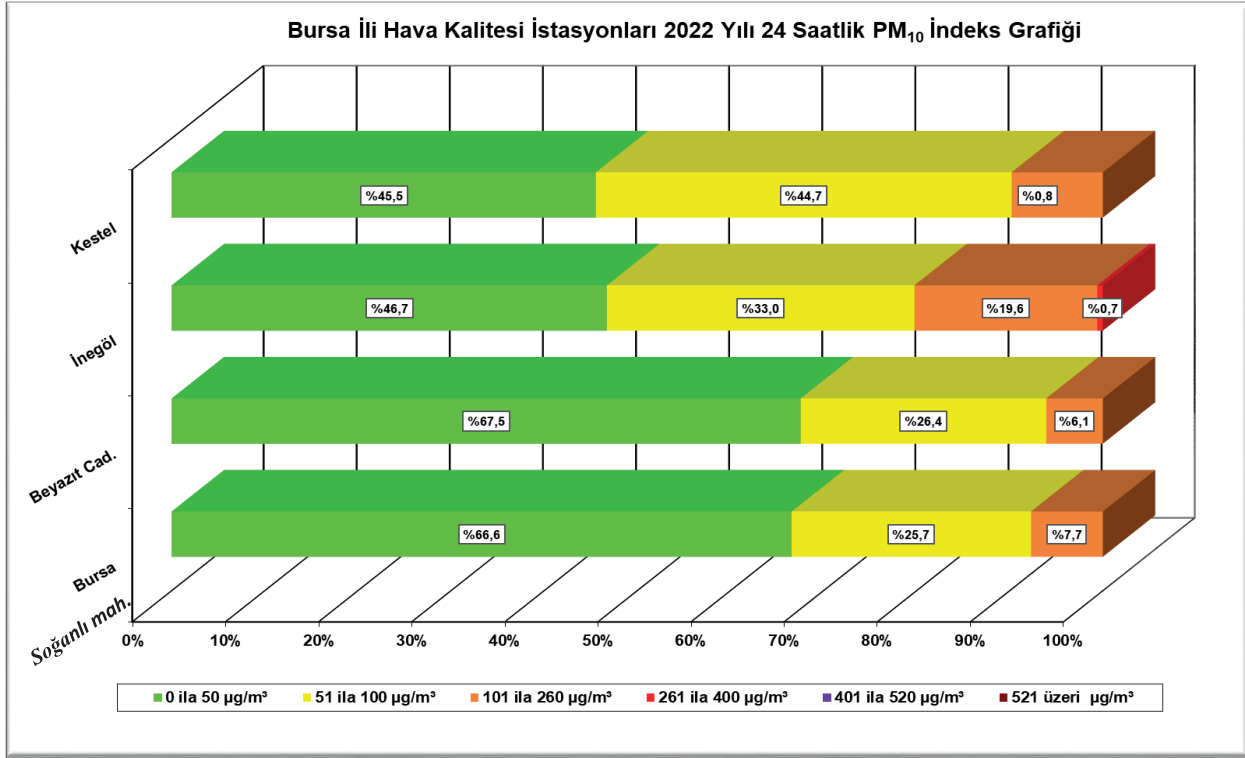


Grafik.44: 2022 Yılında Bursa-Soğanlı Mah. İstasyonu PM₁₀ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

2022 yılına ait 24 saatlik ortalama PM₁₀ konsantrasyonlarının(Grafik.44) incelenmesi sonucunda, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY)' de 24 saatlik ortalama süre için verilen sınır değerinin (50 µg/m³) Bursa-Soğanlı mah. İstasyonunda toplamda 117 gün, Beyazıt Caddesi İstasyonu'nda 112 gün, İnegöl İstasyonu'nda 179 gün ve Kestel İstasyonu'nda 189 gün aşılmış olduğu görülmektedir.(Tablo.16)

PM ₁₀ LİMİT AŞIM GÜN SAYISI	Bursa - Soğanlı Mahallesi	Beyazıt Cad.	İnegöl	Kestel
AYLAR	Limit Aşım Sayısı (Gün)	Limit Aşım Sayısı (Gün)	Limit Aşım Sayısı (Gün)	Limit Aşım Sayısı (Gün)
Ocak	19	22	26	15
Şubat	17	18	20	11
Mart	12	15	19	16
Nisan	15	10	22	23
Mayıs	7	5	14	15
Haziran	0	0	7	17
Temmuz	0	0	2	2
Ağustos	0	0	1	10
Eylül	2	2	14	19
Ekim	8	6	15	14
Kasım	19	19	22	26
Aralık	18	15	17	21
TOPLAM	117	112	179	189

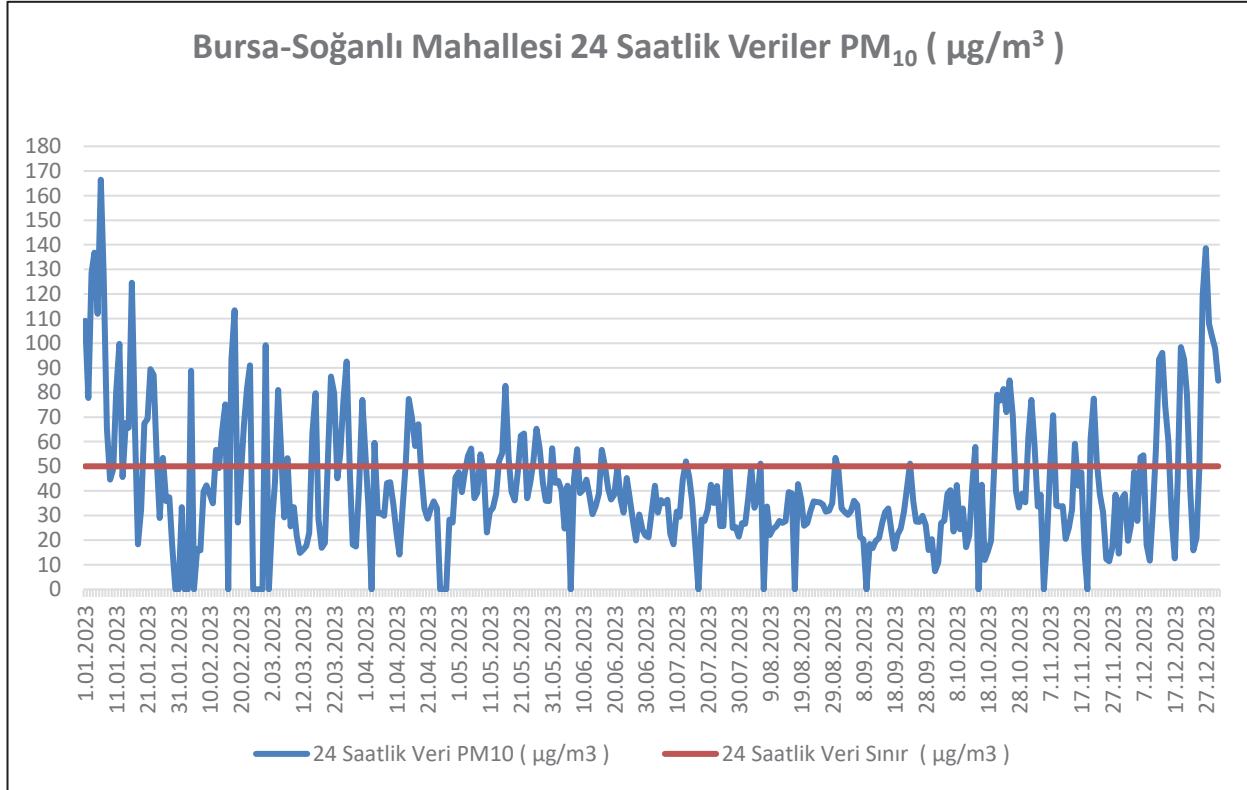
Tablo.16: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Partikül Madde (PM₁₀) Limit Aşım Sayıları (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)



Grafik.45: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Partikül Madde (PM₁₀) Hava Kalitesi İndeks Grafiği (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

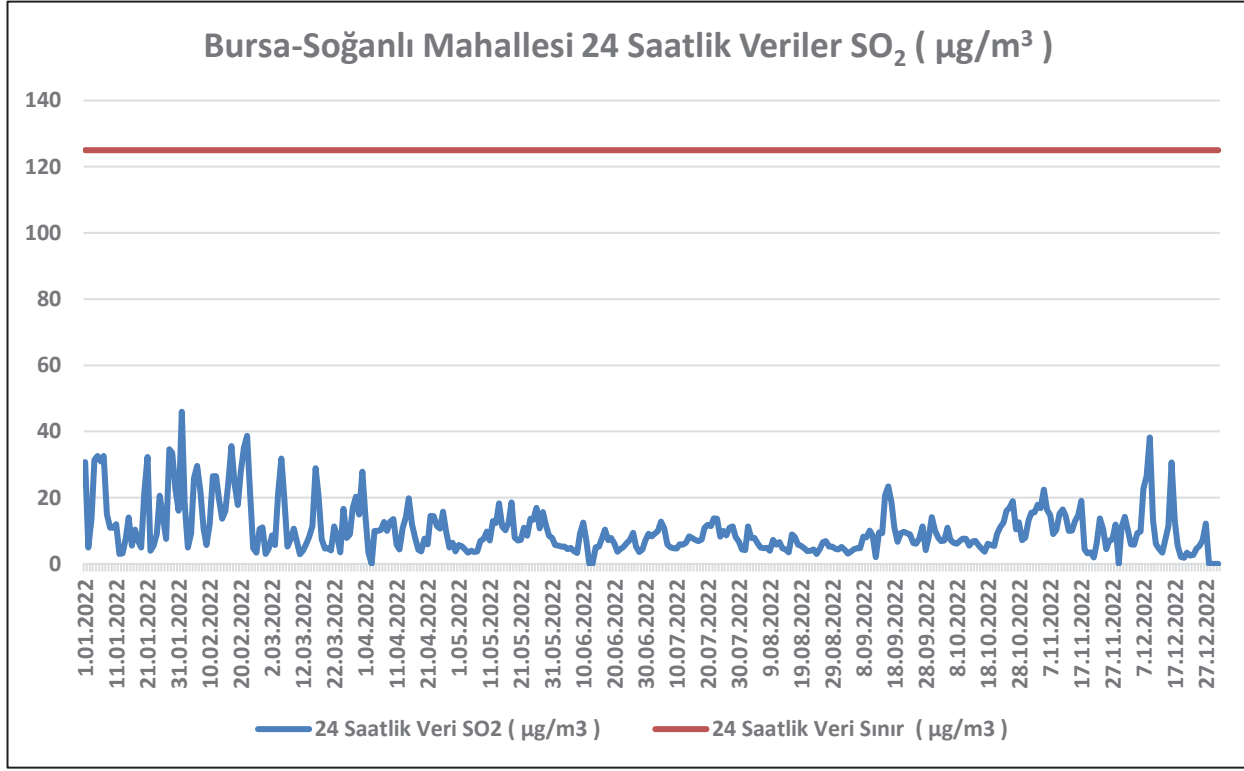
İndeks Renkleri	Bursa Soğanlı mah. (Gün)	Beyazıt Cad. (Gün)	İnegöl (Gün)	Kestel (Gün)
İyi	233	233	157	158
Orta	90	91	111	155
Hassas Gruplar İçin Sağlıksız	27	21	66	34
Sağlıksız	0	0	2	0
Kötü	0	0	0	0
Tehlikeli	0	0	0	0

Tablo.17: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Partikül Madde (PM₁₀) 24 Saatlik Hava Kalitesi İndeks Tablosu (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

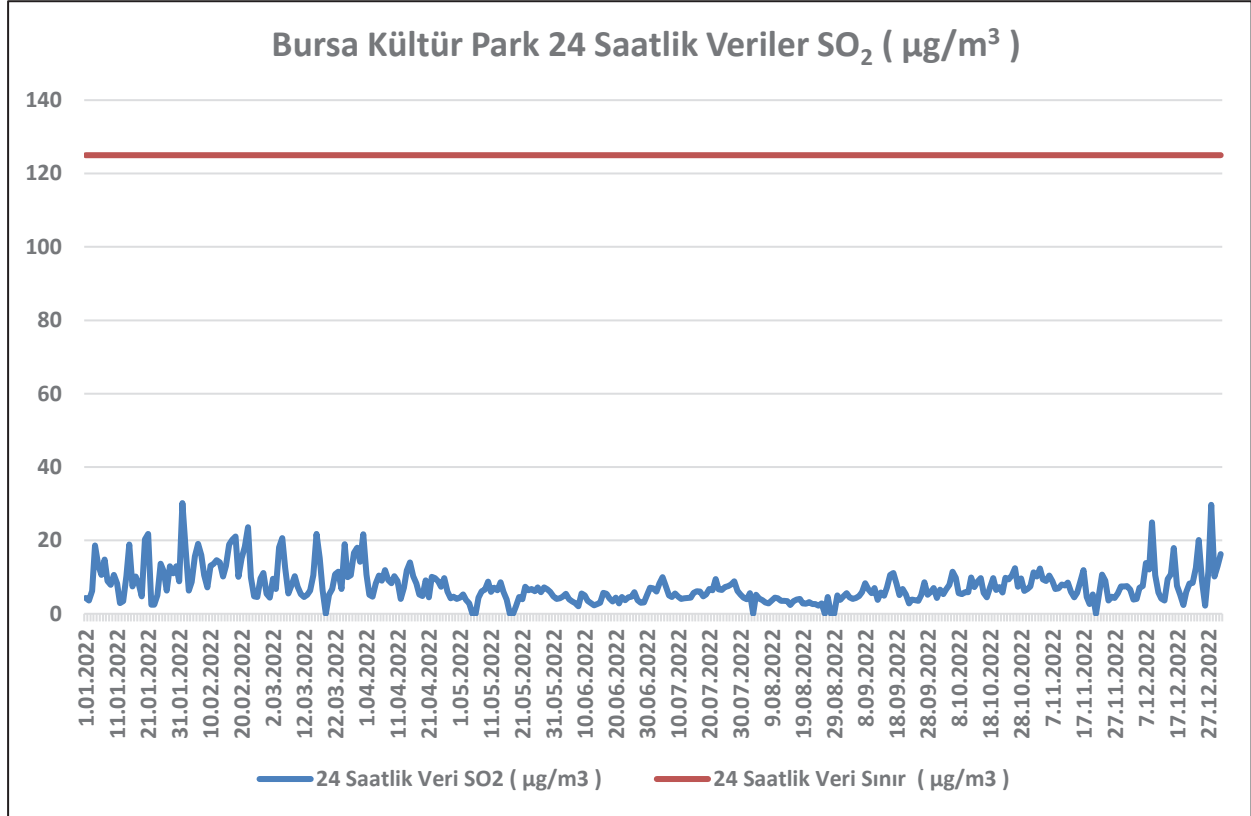


Grafik.46: 2023 Yılında Bursa-Soğanlı Mah. İstasyonu PM₁₀ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

17.9. Kükürtdioksit (SO₂)



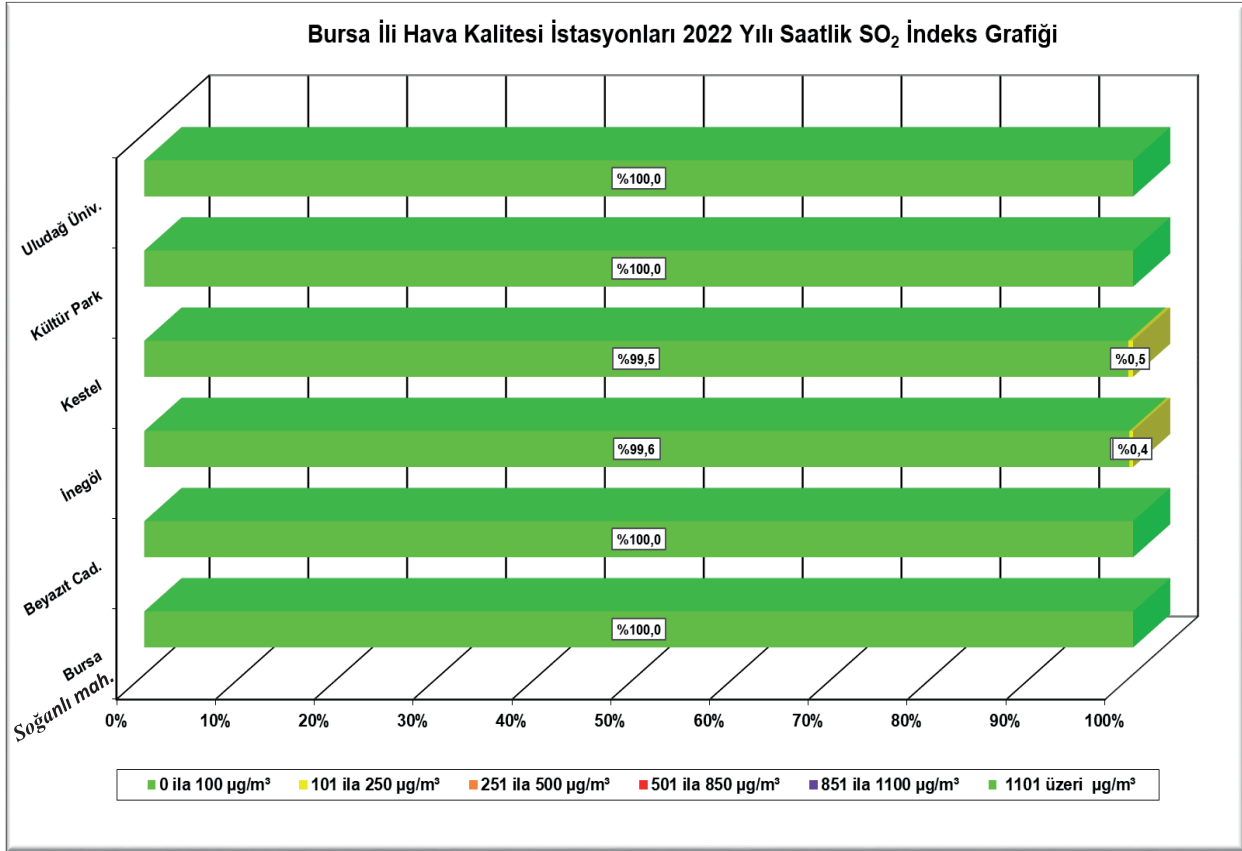
Grafik.47: 2022 Yılında Bursa-Soğanlı Mah. İstasyonu SO₂ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)



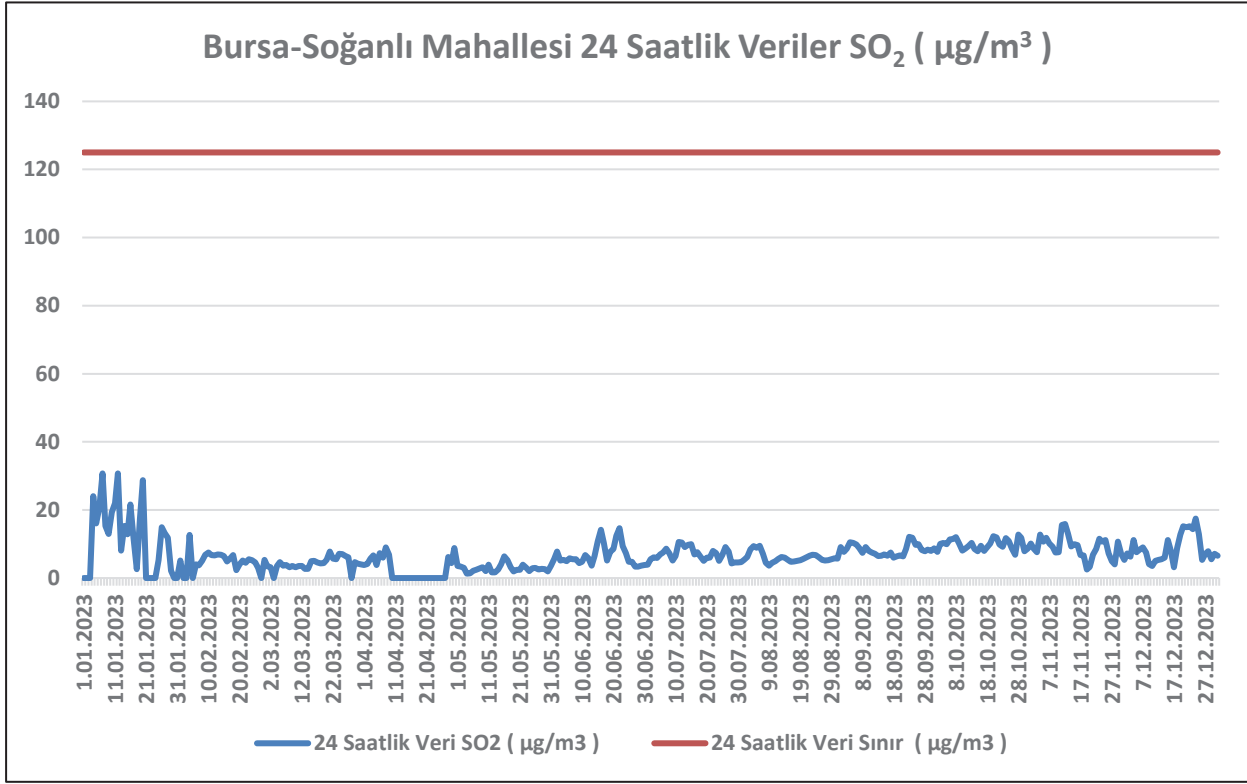
Grafik.48: 2022 Yılında Kültür Park İstasyonu SO₂ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

İndeks Renkleri	Bursa Soğanlı mah. (Saat)	Beyazıt Cad. (Saat)	İnegöl (Saat)	Kestel (Saat)	Kültür Park (Saat)	Uludağ Üniv. (Saat)
İyi	8.622	8.388	8.296	8.417	8.585	8.573
Orta	0	0	32	42	0	0
Hassas Gruplar İçin Sağlıksız	0	0	0	0	0	0
Sağlıksız	0	0	0	0	0	0
Kötü	0	0	0	0	0	0
Tehlikeli	0	0	0	0	0	0

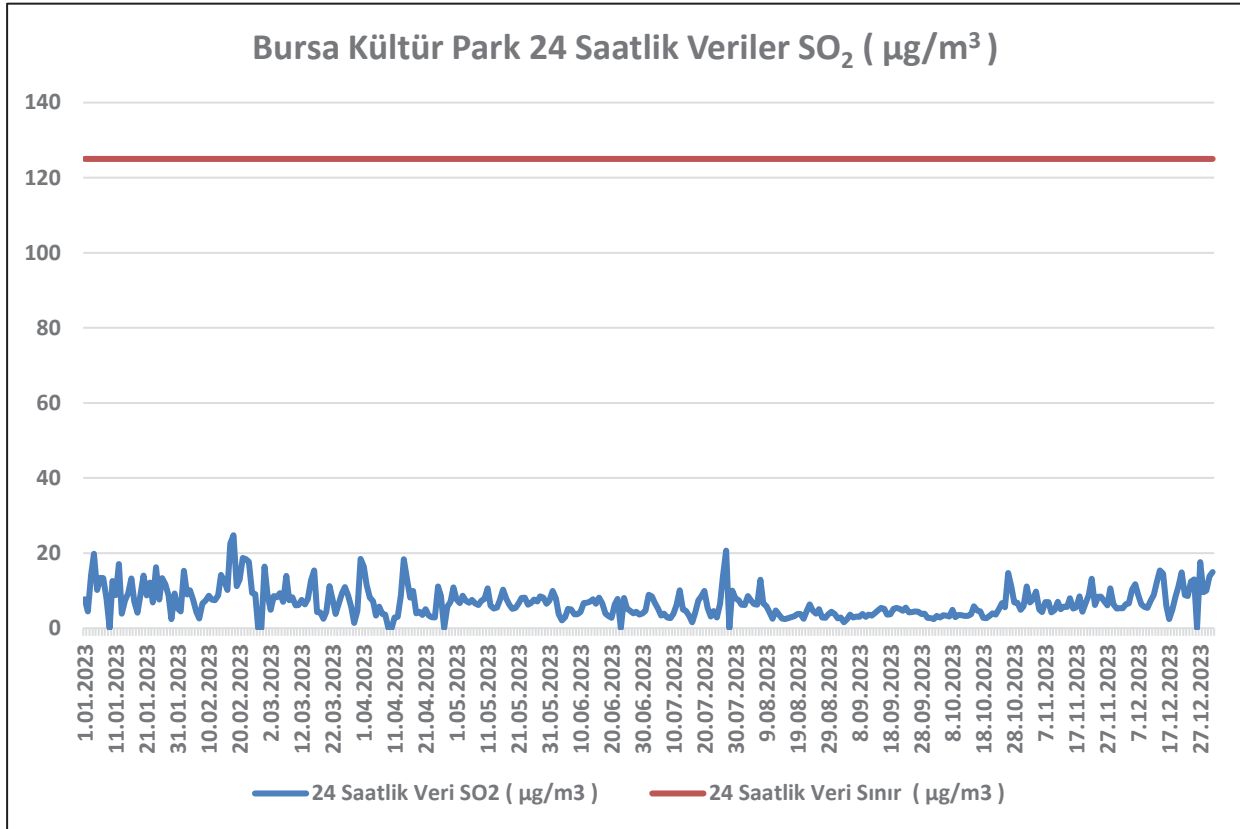
Tablo.18: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Kükürtdioksit (SO₂) Saatlik Hava Kalitesi İndeks Tablosu (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)



Grafik.49: Bursa Hava Kalitesi İzleme İstasyonları 2022 Yılı Kükürtdioksit (SO₂) Hava Kalitesi İndeks Grafiği (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)



Grafik.50: 2023 Yılında Bursa-Soğanlı Mah. İstasyonu SO₂ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)



Grafik.51: 2023 Yılında Kültür Park İstasyonu SO₂ Parametresi Günlük Ortalama Değer Grafiği (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

17.10. Bursa-Soğanlı Mahallesi Hava Kirliliği İzleme İstasyon Ölçülen Değerleri

2022 Yılı;

- PM₁₀ ölçülen minumum değer 12,55 µg/m³ 28.06.2022 tarihinde, maximum değer 185,06 µg/m³ 04.01.2022 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değer 47,4 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- SO₂ ölçülen minumum değer 1,85 µg/m³ 20.12.2022 tarihinde, maximum değer 45,97 µg/m³ 01.02.2022 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değer 10,51 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- O₃ ölçülen minumum değer 3,71 µg/m³ 02.12.2022 tarihinde, maximum değer 90,47 µg/m³ 07.09.2022 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değer 37,87 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

2023 Yılı;

- PM₁₀ ölçülen minumum değer 7,42 µg/m³ 01.10.2023 tarihinde, maximum değer 166,44 µg/m³ 06.01.2023 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değer 44,66 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- SO₂ ölçülen minumum değer 1,31 µg/m³ 04.05.2023 tarihinde, maximum değer 30,73 µg/m³ 12.01.2023 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değer 7,46 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- O₃ ölçülen minumum değer 9,66 µg/m³ 26.12.2023 tarihinde, maximum değer 80,32 µg/m³ 29.11.2023 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değer 28,38 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

17.11. Bursa-Kültür Park Hava Kirliliği İzleme İstasyon Ölçülen Değerleri

2022 Yılı;

- PM_{2,5} ölçülen minumum değer 4,82 µg/m³ 12.12.2022 tarihinde, maximum değer 152,74 µg/m³ 31.12.2022 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değer 30,56 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- SO₂ ölçülen minumum değer 2,05 µg/m³ 08.06.2022 tarihinde, maximum değer 30,18 µg/m³ 01.02.2022 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 7,78 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- NO₂ ölçülen minumum değer 5,12 µg/m³ 13.01.2022 tarihinde, maximum değer 94,61 µg/m³ 31.03.2022 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 41,06 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)



- NO_x ölçülen minumum değer 6,7 µg/m³ 18.11.2022 tarihinde, maximum değer 455,51 µg/m³ 31.12.2022 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 86,65 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- NO ölçülen minumum değer 1,05 µg/m³ 18.11.2022 tarihinde, maximum değer 215,79 µg/m³ 31.12.2022 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 25,48 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- O₃ ölçülen minumum değer 4,55 µg/m³ 4.1.2022 tarihinde, maximum değer 103,89 µg/m³ 02.4.2022 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 45,36 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

2023 Yılı;

- PM_{2,5} ölçülen minumum değer 2,42 µg/m³ 18.01.2023 tarihinde, maximum değer 120,77 µg/m³ 06.01.2023 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 27,95 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- SO₂ ölçülen minumum değer 1,39 µg/m³ 29.03.2023 tarihinde, maximum değer 27,78 µg/m³ 18.02.2023 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 7,06 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- NO₂ ölçülen minumum değer 2,12 µg/m³ 29.11.2023 tarihinde, maximum değer 101,5 µg/m³ 07.01.2023 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 31,48 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- NO_x ölçülen minumum değer 8,79 µg/m³ 29.11.2023 tarihinde, maximum değer 366,56 µg/m³ 04.01.2023 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 102,96 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- NO ölçülen minumum değer 1,49 µg/m³ 18.01.2023 tarihinde, maximum değer 168,37 µg/m³ 04.01.2023 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 21,21 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)
- O₃ ölçülen minumum değer 4,23 µg/m³ 04.02.2023 tarihinde, maximum değer 111,72 µg/m³ 21.07.2023 tarihinde ölçüldüğü istasyon verilerinde görülmektedir. Yıllık ortalama değeri 49,41 µg/m³'dir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024c)

18. JEOTERMAL KAYNAKLAR

İlçemiz, jeotermal kaynaklar açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak bu kaynaklar jeotermal enerji üretiminde kullanılmamaktadır. Şehir içerisindeki jeotermal su kaynakları, deniz seviyesinden 2.543 m yükseklikte bulunan Uludağ'ın kuzey eteklerinde geniş bir traverten kompleksi üzerinde yer almaktadır. (AFAD, 2022)



Termal sular 46-820 °C sıcaklıklarda ve Bursa şehir merkezinin batı ucunda Çekirge ve Kükürtlü bölgelerinden çıkmaktadır. Ülkemizde birçok termal kaynaktaki olduğu gibi Bursa termal suları da bir kırık zonu ile yakın ilişki içindedir. (AFAD, 2022)

Bursa'daki termal sular, yeraltında 1.000 metreye kadar inen yağmur sularının hızla yeraltına sızması ve fay hatları boyunca yüzeye çıkmasıyla oluşur. Uludağ'ı ayıran bir fay hattı, bu sıcak suların yer yüzüne ulaşmasını sağlar. Bu süreç, bölgedeki çatlaklı kaya yapısı ve yer altındaki hareketli su dolaşımıyla ilişkilidir. (AFAD, 2022)

KAYNAK ADI	MEVKİİ	DEBİ(lt/sn)	DEBİ(hm ³ /yıl)	KULLANIM AMACI
Osmangazi	Çekirge	0,25	7,88	Termal Turizm
Osmangazi	Kükürtlü	1	31,536	Termal Turizm
Osmangazi	Kükürtlü	1,65	55034	Termal Turizm
Osmangazi	Çekirge	55	1734,48	Termal Turizm
Osmangazi	Kükürtlü	63	1986,768	Termal Turizm-Isıtma
Osmangazi	Çaybaşı	0,7	22,075	Mineralli Su
Osmangazi	Çaybaşı	1,8	56,764	Mineralli Su Isıtma
Osmangazi	Çaybaşı	2,5	78,84	Mineralli Su
Osmangazi	Çaybaşı	2	63,072	Mineralli Su Isıtma
Osmangazi	Çaybaşı	1,3	40,996	Mineralli Su
Osmangazi	Çaybaşı	1	31,536	Mineralli Su

Tablo.19: Osmangazi İlçesi Jeotermal Kaynaklar (AFAD, 2022)

Trityum ölçümleri, Bursa'daki termal suların 50 yıldan daha eski olduğunu göstermektedir. Bu suların hareket yolları ve ısınması, yeraltındaki çatlakların geçirgenliğine ve fay hatlarının etkisine bağlıdır. Sirkülasyon modelleri, bu sıcak suların tektonik bölgelerden geçtiğini ortaya koymaktadır. (AFAD, 2022)

19.SERA GAZI ENVANTERİ HESAPLAMA METODOLOJİSİ

Bu bölüm envanterin hazırlanması aşaması olup bu süreçte edilen ilkeler, envanter kapsamı ve raporlama düzeyinin oluşturulması için içeriklerin yer aldığı başlıklardan oluşmaktadır.

19.1. Envanter İlkeleri

İklim eylem planı geliştirme sürecinde yerel yönetimlerin bağlı kalması gereken temel ilkeler, oluşturulacak sera gazı envanterinin bütünlüğünü sağlamayı ve elde edilen sonuçların doğru, gerçekçi ve kullanılabilir olmasını amaçlamaktadır. GPC standartlarına göre kent ölçekli emisyonların hesaplanması ve raporlanmasında **uygunluk, bütünlük, tutarlılık, şeffaflık ve doğruluk** prensipleri temel alınmaktadır. (Fong ve diğerleri, 2014) Bu ilkeler, envanter yönetiminin temeli olup, sera gazı verilerinin güvenilirliğini artırmada kritik rol oynar. Çalışmada da bu prensipler esas alınmıştır. (Tablo.20)

Açıklama	Uygulama
Bütünlük	
Envanter sınırları içindeki tüm emisyon kaynakları hesaplanmalı, hariç tutulan kaynaklar ise gerekçeleriyle birlikte açıklanmalıdır.	Envanter, tüm faaliyetler, veriler ve kaynakları kapsamakta; hariç tutulan emisyon kaynakları ise gerekçeleriyle belirtilmiştir.
Uygunluk	
Hesaplanan emisyonlar, kentteki faaliyetler ve tüketimlerden kaynaklanan emisyonları doğru şekilde yansıtmalı; veri seçimi, toplama iyileştirmeleri ve hesaplama sırasına bu prensipler doğrultusunda uyulmalıdır.	Osmangazi ilçesindeki faaliyetler, GPC ve IPCC kılavuzlarına göre belirlenip envantere dahil edilmiş; uygunluk ilkesine uygun veri kaynakları seçilerek kullanılmıştır.
Doğruluk	
Emisyon hesaplamaları, esas miktarların üzerinde veya altında olmamalıdır.	Emisyon verileri, güvenilir kaynaklardan alınarak uluslararası hesaplama yöntemleriyle yapılmış ve veri kaynakları raporda belirtilmiştir.
Şeffaflık	
Hedef kullanıcıların güvenli kararlar alabilmesi için, faaliyet verisi, emisyon kaynakları, emisyon faktörleri ve hesaplama yöntemlerinin yeterli dokümantasyonu ve açıklaması sağlanmalıdır.	Kullanılan veriler ve veri kaynakları, hesaplanan bölümlerde belirtilmiştir.
Tutarlılık	
Emisyon hesaplamalarında, yaklaşım, sınırlar ve metodoloji açısından tutarlılık sağlanmalıdır.	Tüm faaliyetler, belirlenen temel yıl ve envanter sınırları içinde gerçekleşmiş; envanter hesaplamasında GPC ve IPCC kılavuzlarındaki yöntemler dikkate alınmıştır.

Tablo.20: GPC Hesaplama Prensipleri (Fong ve diğerleri, 2014)

İklim değişikliğinin etkilerini en aza indirmek için alınacak önlemler, sera gazı envanteri verilerinin doğruluğuna bağlıdır. Başarılı bir Sera Gazı Envanteri, iklimle ilgili çalışmaların temelini oluşturur. Osmangazi ilçesindeki mevcut durum analizi, faaliyetlerin belirlenmesinde temel alınmış ve en güvenilir veri kaynakları kullanılmıştır. Veri kaynakları, raporun ilgili bölümlerinde belirtilmiştir.

19.2. Envanter Sınırları

Envanter sınırı, ilçe, belediye, il yada bölge olabilir. Bu çalışmada envanter sınırı olarak Osmangazi İlçesi belirlenmiştir. Osmangazi İlçesi'nde **temel yıl (2022 yılı)** envanterinde; sera gazlarının kaynaklarının tanımlandığı coğrafi alan, envanterin yapıldığı **1 yıllık süre (2022 yılı)** ve envanterde kullanılan Sera Gazları'nın bilgilerini de içeren envanter sınırları aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

19.2.1. Coğrafi (Jeopolitik) Sınır

Coğrafi sınır, ilçe sınırının tamamını ifade etmektedir. İlçe sınırlarında gerçekleşen faaliyetler, yönetim ve kontrol yetkisine bakılmaksızın ilçe dışındaki sera gazı kaynaklarını da içerebilir. Osmangazi İlçesi Temel Yıl Sera Gazı Envanterinde, Osmangazi ilçe sınırları, coğrafi



envanter sınırı olarak kabul edilmiştir. Coğrafi sınıra ait şehir bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.(Tablo.21)

Ülke	TÜRKİYE
Şehir	Bursa
İlçe	Osmangazi
Envanter Yılı	2022
Coğrafi Sınır	Osmangazi İlçe Coğrafi Sınırları
Şehir Alanı	71.400 ha
Nüfus	891.250 (31.12.2022 itibariyle, TÜİK)
Şehrin İklim Sınıfı ¹	Csa (Ilıman-Kurak, Sıcak Yaz)
Yıllık Ortalama Sıcaklık	14,7
Isıtma Derece Gün (HDD) ²	(2022) HDD = 1661 (T≤15° C)
Soğutma Derece Gün (CDD) ²	(2022) CDD = 318 (T>22° C)

Tablo.21: Osmangazi İlçesi Genel Envanter Bilgileri

(1)Kaynak: Updated Köppen-Geiger climate map of the World (Peel ve diğeleri , 2007)

(2) Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM, 2022)

NOT: 2022 yılı verilerine göre Bursa İli Nüfusu 3.194.720 kişidir. (TÜİK,2022)

19.2.2. Hesaplama ve Envanter Dönemi

Bu Sera Gazı Envanter Raporu 12 aylık (01.01.2022-31.12.2022) bir süreyi kapsamakta olup bu zaman aralığına ait temin edilen veriler ile hazırlanmıştır. Veri bütünlüğü ve geçerliliği açısından en güncel, sağlıklı, bütüncül verinin 2022 yılına ait olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple, envanter baz yılı olarak 2022 yılı olarak seçilmiştir. Hesaplanan emisyonlar, Osmangazi İlçesinde 2022 yılında gerçekleşen sera gazı emisyonlarını yansıtmaktadır.

19.3. Sera Gazları

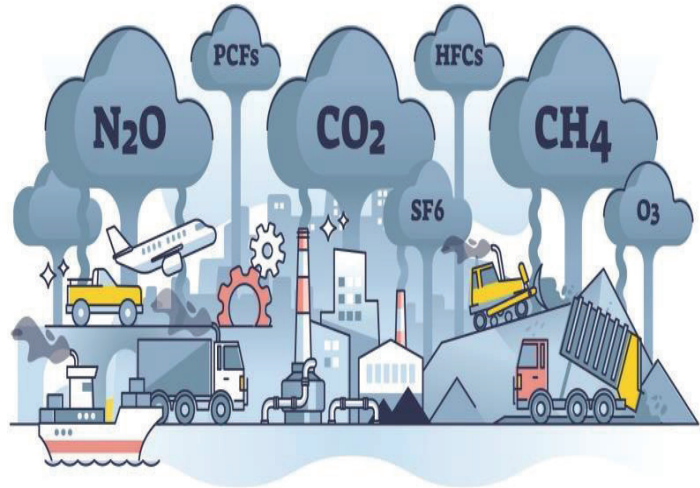
Dünya'nın etrafını adeta bir örtü gibi sararak ısınmaya sebebiyet veren gazlar, “Sera Gazları” olarak tanımlanmıştır.(IPCC, 2021a) Bu gazların gösterdiği sera etkisinin sonucunda; kara, deniz ve havada ölçülen yıllık ortalama sıcaklıklardaki artış nedeniyle iklimde değişimler başlamıştır. Kyoto Protokolünde kabul edilmiş yedi sera gazı SF₆, CO₂, NF₃, PFCs, HFCs, N₂O, CH₄ ‘tür

19.3.1. Envantere Dahil Edilen Sera Gazları

Hesaplamaya dahil edilen sera gazları aşağıdadır:

- CO₂ : Karbondioksit
- CH₄ : Metan
- N₂O : Diazot Monoksit

Hesaplanan sera gazları için AR-6: 6.Değerlendirme Raporunda tanımlanan Küresel Isınma Potansiyeli (GWP) değerleri kullanılmıştır. Sera gazlarının küresel ısınma potansiyeli değerleri aşağıdadır.(Tablo.22)



Sera Gazı	CO ₂ Eşdeğeri / Küresel Isınma Potansiyeli (100 yıllık)
1 ton CO ₂	1 ton CO ₂ e
1 ton CH ₄	27,9 ton CO ₂ e
1 ton N ₂ O	273 CO ₂ e

Tablo.22: Sera Gazları ve Küresel Isınma Potansiyelleri (IPCC, 2021b, s. 24)

19.4. Emisyon Kaynaklarının Belirlenmesi

Emisyon envanteri, yerel yönetim sınırları içinde gerçekleşen tüm sera gazı salımlarını içermelidir. Emisyon kaynakları, tüm kaynakları kapsayacak şekilde belirlenmeli ve kategorilere ayrılmalıdır. Bu sayede envanter dışında kalan kaynaklar önlenmiş ve tekrarlanan veriler engellenerek mükerrer hesaplamaların önüne geçilmiş olur.

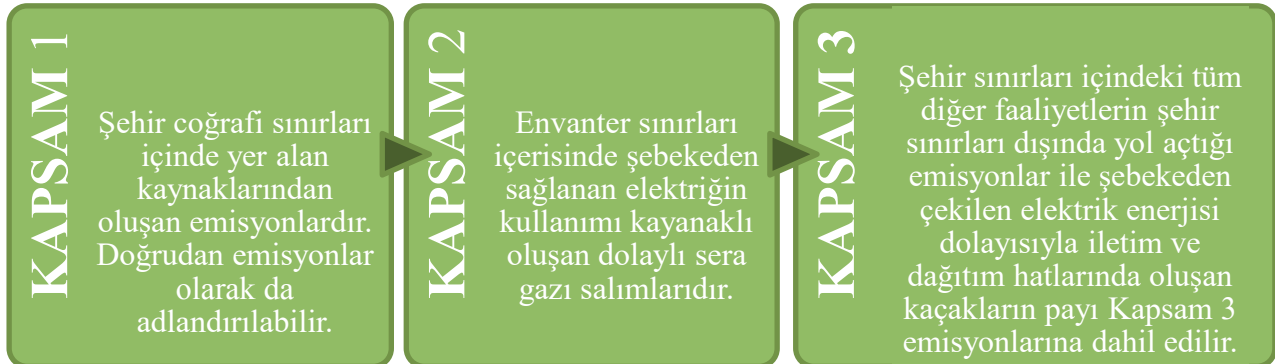
19.5. Emisyon Kaynaklarının Kapsam Yönünden Sınıflandırılması

Envanter kapsamının belirlenmesi ve faaliyetlerin sınıflandırılmasında Yerel Sera Gazı Emisyonu Envanteri Küresel Protokolü (Global Protocol for Community- Scale Greenhouse Gas Emission Inventories - GPC) tarafından sunulan metodoloji temel alınmıştır.

Ulusal envanterlerin hazırlanmasına yönelik IPCC güncel kılavuz dokümanlarının ilgili bölümlerinden faydalanılmıştır(Şekil.12). Emisyon kaynakları üç farklı kapsamda sınıflandırılır.(Şekil.13)

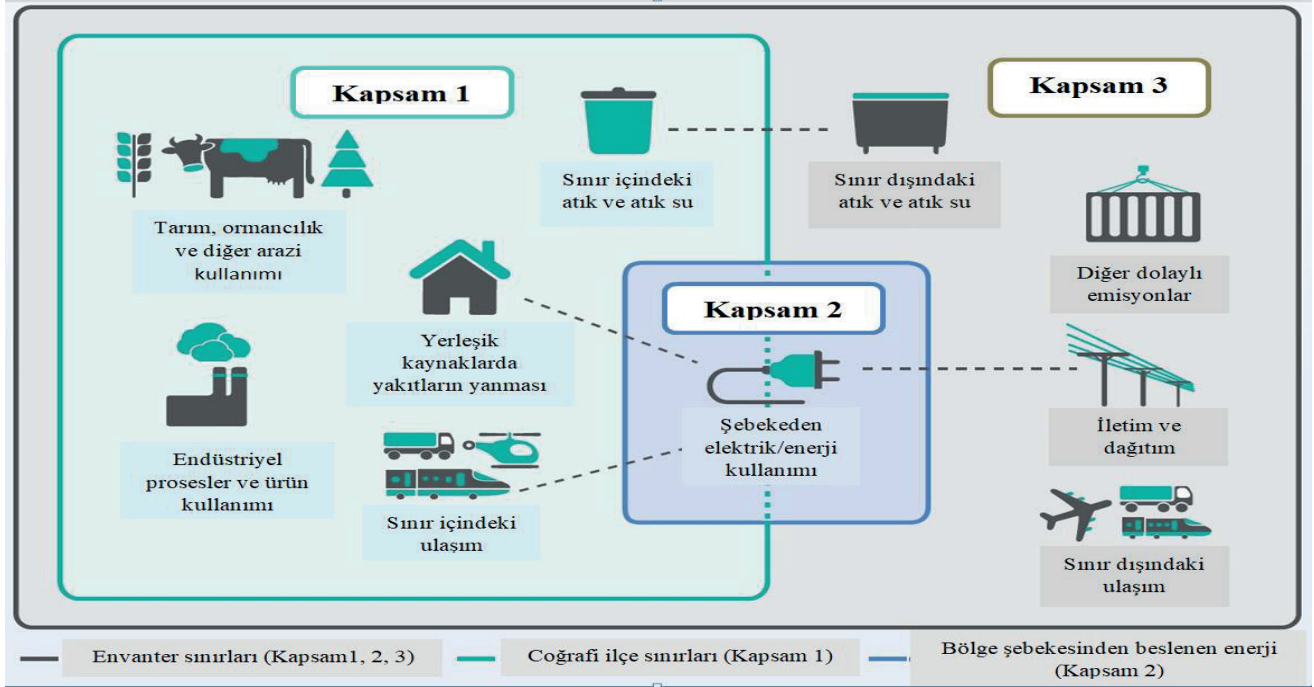


Şekil.12: GPC' ye Göre Şehir Emisyonlarında Emisyon Kaynakları (IPCC, 2006)



Şekil.13: GPC' ye Göre Şehir Emisyonlarında Kapsam (Fong ve diğerleri, 2014, s.35)

19.6. Emisyon Kaynaklarının Kapsamı ve Raporlama Seviyesi



Şekil.14: GPC' ye Göre Şehir Emisyonları Kapsam İçeriği (Fong ve diğerleri, 2014, s.36)

Bu envanterin temel aldığı IPCC Kılavuzları (IPCC, 2006) ve GPC Protokolüne (Fong ve diğerleri, 2014, s.35) göre; şehirler, sera gazı emisyon kaynaklarını 6 ana sektörde(Şekil.14) tanımlanabilir:

- I - Sabit Enerji
- II - Ulaştırma
- III - Atık
- IV - Endüstriyel Prosesler ve Ürün Kullanımı (IPPU)
- V - Tarım, Ormancılık ve diğer Toprak Kullanımı (AFOLU)
- VI - Şehir faaliyetleri sonucu şehir dışında oluşan emisyonlar

Sera Gazı Envanteri, emisyon kaynaklarının raporlanması kapsamı yönünden 2 raporlama seviyesi vardır. (Şekil.15)



Şekil.15: GPC' ye Göre Şehir Emisyonları Raporlama Kapsam İçeriği (Fong ve diğerleri, 2014)

Osmangazi İlçesi Temel Yıl Sera Gazı Envanteri, **TEMEL (BASIC)** seviyede hazırlanmıştır. Gelecekte daha hassas verilere ulaşıldığında, GPC Protokolü temel yılın yeniden hesaplanmasına ve hedeflerin düzeltilmesine olanak tanımaktadır.

Herhangi bir kaynakta sera gazı salımının oluşması beklenmeyen, hesaplanamayan, gizlilik nedeniyle veri temin edilemeyen ya da farklı bir kategori içine dahil edilen emisyonlar için aşağıdaki kısaltmalar tanımlanmış tabloda gösterilmiştir.(**Tablo.23**)

Kısaltma / Tanım	Açıklama
IE / Başka kategoriye dahil edilmiş (Included Elsewhere)	Bu faaliyete ilişkin emisyonlar hesaplanmış ve bu envanterde başka bir kategori altında sunulmuştur.
NE / Hesaplanmamış (Not estimated)	Emisyon meydana gelmektedir fakat hesaplanmamış ve raporlanmamıştır.
NO / Gerçekleşmeyen (Not occurring)	Envanter sınırları dahilinde bu faaliyet meydana gelmemektedir.
C / Gizli (Confidential)	Emisyon mevcuttur. Fakat gizli bilginin açığa çıkmasına sebebiyet vermesi sebebiyle bu emisyonlar raporlanmamıştır.

Tablo.23: GPC Raporlama Kriterlerine Göre Kaynakların Belirtilmesine İlişkin Gösterimler (Fong ve diğerleri, 2014, s.31)

19.7. Sera Gazı Emisyonlarının Hesaplanması

Sera gazı emisyonları genel olarak, “**Faaliyet Verisi**” ve “**Emisyon Faktörü**” çarpımı ile hesaplanmaktadır. Bu hesaplama her bir Sera Gazı çeşidi için gazın **Küresel Isınma Potansiyeli (GWP)** ile “**Karbondiyoksit Eşdeğeri**” (**CO₂e**) ‘ne dönüştürülmesi ile yapılır. Sera Gazı Envanterinde, her bir emisyon kaynağı için sektör, alt sektör ve alt kategorilere ayrılarak ilgili sera gazı miktarları ayrı ayrı hesaplanarak raporlanmıştır.

Sera Gazı Emisyonu hesaplaması genel olarak, faaliyet verisi, o faaliyete özgü emisyon faktörü ve ilgili gazın küresel ısınma potansiyeli değerlerinin çarpımları sonucu bulunmaktadır.(**Şekil.16**)

$$\text{Sera Gazı Emisyonu (ton CO}_2\text{e)} = \text{Faaliyet Verisi} \times \text{Emisyon Faktörü} \times \text{GWP}$$

Şekil.16: Genel Sera Gazı Hesaplama Formülü (Fong ve diğerleri, 2014, s.52)

Faaliyet Verisi (FV): Sera gazı emisyonuna veya uzaklaştırılmasına yol açan faaliyetin sayısal ölçüsüdür. Bu faaliyet, metre-küp, litre, ton gibi fosil yakıt türleri ya da kWh cinsinden elektrik tüketim miktarı olabilir. Faaliyet verilerinin eksiksiz ve güvenilir kaynaklardan toplanması, envanter oluşturma sürecinde kritik öneme sahiptir.

Emisyon Faktörü (EF): Birim Faaliyet Verisi başına oluşan sera gazı emisyonu miktarını ifade eder ve o faaliyete özgüdür. Hesaplama hassasiyetine göre; sahaya özgü, yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası emisyon faktörü olarak seçilebilir.

GWP (Küresel Isınma Potansiyeli): Tüm sera gazı emisyonlarının karbondioksit eşdeğerine dönüştürülerek raporlanmasını sağlar. CO₂e, sera gazının karbondioksit cinsinden küresel ısınma potansiyelini ifade eder. GWP, bir sera gazının 100 yıllık süreçteki etkisini, karbondioksit referans değeri "1" kabul edilerek gösterir. Katsayılar, IPCC'nin yayımladığı ve belirli dönemlerde güncellediği **Değerlendirme Raporlarından (AR)** (IPCC, 2021b, s. 24) alınır.

19.8. Veri Toplamada Aşamalar (Tier)

Hesaplamada kullanılan veriler için; detay ve netlik seviyesine göre **IPCC Klavuzlarında 3 aşama (Tier)** belirlenmiştir. Bunlar;

- **Tier 1 :** IPCC' nin önerdiği uluslararası düzeyde varsayılan(default) değerlerdir.
- **Tier 2 :** Yerel veya ulusal düzeyde veriler.
- **Tier 3 :** Spesifik bir saha, proje veya durum için hesaplanmış verilerdir.

Osmangazi İlçesi Sera Gazı Envanterinde, her sera gazı kaynağı için kullanılan **TIER** yaklaşımı, ilgili bölümde açıklanmıştır. Faaliyet Verisi ve Emisyon Faktörlerinin veri kalitesi açısından değerlendirilmesi ve raporlanması GPC Protokolü gereğince zorunludur. Emisyon kaynağının veri kalitesi değerlendirmesi aşağıdaki kriterlere göre yapılmıştır. (**Tablo.24**)

Veri Kalitesi	Faaliyet Verisi	
Yüksek (Y)	Detaylı, Ölçüme Dayalı Gerçek Faaliyet Verisi	
Orta (O)	Gerçekçi Varsayımlar Kullanılarak Modellenen Somut Faaliyet Verisi	
Düşük (D)	Çok Fazla Modelleme kullanılmış ya da Belirsiz Faaliyet Verisi	
Emisyon Faktörü		Aşama
Yerel veya Sahaya Spesifik Emisyon Faktörü		Tier 3
Ulusal Emisyon Faktörü		Tier 2
Uluslararası Varsayılan Emisyon Faktörü		Tier 1

Tablo.24: Veri Kalitesi Değerlendirme (Fong ve diğerleri, 2014, s.57)

- **Doğalgaz tüketiminden kaynaklı sera gazı emisyonu hesaplamalarında aşağıdaki bilgiler kullanılmıştır;**

Sm^3 , 15 °C sıcaklık, 1 atm basınçta ölçülen değer = V1

Nm^3 , 0 °C sıcaklık, 1 atm basınçta ölçülen değer = V2

p: Basınç (1atm),

V: gazın hacmi,

n: mol sayısı (kütle (g) / 1 mol gazın kütlesi(g)),

R: gazlar için sabit sayı = 8,31441 JK⁻¹ mol⁻¹

T: Sıcaklık (Kelvin) = °C + 273,15 (T1 = 288,15 ; T2 = 273,15)

$T1 \times V2 = T2 \times V1$, $288,15 \times Nm^3 = 273,15 \times Sm^3$

1.SÜREÇ OLUŞTURMA	2.ÖNCELİKLENDİRME	3.BİLGİ AKIŞI	4.GÖZDEN GEÇİRME
Kaynak	Emisyon potansiyeli yüksek başlıkları belirleme.	Veri tedarikçileri ile sağlıklı bilgi akışı sağlanır.	Veri toplama faaliyetleri düzenli aralıklarla gözden geçirilir.
Planlama			
Dökümanite etme			

Şekil.17: Sera Gazı Envanter Raporlama Süreci

Hesaplamalar;

- BURSAGAZ' dan 13 Eylül 2023,
- EPDK' dan 21 Temmuz 2023,
- UEDAŞ' tan 21 Temmuz 2023,
- BURULAŞ' tan 12 Temmuz 2023,
- Bursa Büyükşehir Belediyesi' nden 22 Temmuz 2024,
- DOSAB' dan 5 Ağustos 2024,
- T.C Osmangazi Kaymakamlığı 21 Eylül 2023, tarihinde elde edilen veriler ile hazırlanmıştır.



SABİT ENERJİ

19.9. Sabit Enerji (GPC I)

Isınma ihtiyacı ve şebekeden sağlanan enerjinin üretilmesi için yakılan yakıttan kaynaklanan emisyonları içermektedir. Durağan yakma ünitelerinde yakılan fosil yakıtlardan kaynaklı emisyonları içermekte olup Konutlar (I.1), Ticari ve Kurumsal Binalar, Tesisler (I.2) ve İmalat Sanayi ve İnşaat (I.3), Enerji Tesisleri (I.4), Tarım, Orman ve Balıkçılık Faaliyetleri (I.5), Tanımlanamayan Kaynaklar (I.6), Petrol ve Doğal Gaz Sistemlerinden Kaynaklanan Kaçak Emisyonlar (I.7) başlıklı alt sektörlerden kaynaklı emisyonların toplamından oluşmaktadır.

19.9.1. Konutlar (GPC I.1)

Konutlarda ısınma ve ısıtma amaçlı **fosil yakıtların kullanımı** sonucu oluşan emisyonlar **Kapsam 1**, şebeke elektriği tüketimine bağlı **Kapsam 2** emisyonları elektrik dağıtım kaynaklı kayıp - kaçak miktarları **Kapsam 3** emisyonları envantere dahil edilmiştir. **Odun tüketimine yönelik sağlıklı bir veri tespiti edilememiştir.**



HESAPLAMA – 1

İlçe Adı:	Osmangazi																								
Faaliyet:	Doğalgaz Kullanımı (Kapsam 1)																								
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.1.1 (Sabit Enerji / Konutlar)																								
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde konutlarda ısınma ve yemek pişirmek gibi barınma amaçlı kullanılan doğalgaz kaynaklı emisyonlar oluşmaktadır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler BURSAGAZ ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon hesaplanmıştır.																								
Veriler:	<table><tr><td>Tüketimler Toplamı (Sm³) :</td><td>284.502.175,09</td></tr><tr><td>Doğalgaz Yoğunluğu (kg/Nm³) :</td><td>0,78</td></tr><tr><td>Kalorifik Değer (Tj/Gg) :</td><td>48,00</td></tr><tr><td>Emisyon Faktörü (kg N₂O/TJ) :</td><td>1,0</td></tr><tr><td>Emisyon Faktörü (kg CH₄/TJ) :</td><td>5,0</td></tr><tr><td>Emisyon Faktörü (kg CO₂/TJ) :</td><td>56.100</td></tr><tr><td>Küresel Isınma Potansiyeli(CH₄) :</td><td>27,9</td></tr><tr><td>Küresel Isınma Potansiyeli(CO₂) :</td><td>1</td></tr><tr><td>Küresel Isınma Potansiyeli(N₂O) :</td><td>273</td></tr><tr><td>Tüketim Veri Kalitesi :</td><td>Yüksek(Y)</td></tr><tr><td>Emisyon Faktörü Kalitesi:</td><td>Tier 1</td></tr></table>			Tüketimler Toplamı (Sm³) :	284.502.175,09	Doğalgaz Yoğunluğu (kg/Nm³) :	0,78	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	48,00	Emisyon Faktörü (kg N₂O/TJ) :	1,0	Emisyon Faktörü (kg CH₄/TJ) :	5,0	Emisyon Faktörü (kg CO₂/TJ) :	56.100	Küresel Isınma Potansiyeli(CH₄) :	27,9	Küresel Isınma Potansiyeli(CO₂) :	1	Küresel Isınma Potansiyeli(N₂O) :	273	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1
Tüketimler Toplamı (Sm³) :	284.502.175,09																								
Doğalgaz Yoğunluğu (kg/Nm³) :	0,78																								
Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	48,00																								
Emisyon Faktörü (kg N₂O/TJ) :	1,0																								
Emisyon Faktörü (kg CH₄/TJ) :	5,0																								
Emisyon Faktörü (kg CO₂/TJ) :	56.100																								
Küresel Isınma Potansiyeli(CH₄) :	27,9																								
Küresel Isınma Potansiyeli(CO₂) :	1																								
Küresel Isınma Potansiyeli(N₂O) :	273																								
Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)																								
Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																								
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Doğalgaz Tüketimi (Sm³) Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Yoğunluk x Net Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Yükseltgenme Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli = $FV (Nm^3) \times \rho \left(\frac{kg}{Nm^3} \right) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$ <table><tr><th colspan="4">Doğalgaz Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th rowspan="2">Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><th colspan="3">ton CO₂/yıl</th></tr><tr><td>566.456,903</td><td>1.408,569</td><td>275,655</td><td>568.141,127</td></tr></table>			Doğalgaz Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO₂ Emisyonu	CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)	N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)	Toplam ton CO₂-e /yıl	ton CO₂/yıl			566.456,903	1.408,569	275,655	568.141,127							
Doğalgaz Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																									
CO₂ Emisyonu	CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)	N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)	Toplam ton CO₂-e /yıl																						
ton CO₂/yıl																									
566.456,903	1.408,569	275,655	568.141,127																						

HESAPLAMA - 2

İlçe Adı:	Osmangazi																	
Faaliyet:	Tüplü LPG Kullanımı (Kapsam 1)																	
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.1.1 (Sabit Enerji / Konutlar)																	
Açıklama:	Tüplü LPG verisine ilçe bazlı ulaşılamadığı için EPDK Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu ’ndan(T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2023a) il bazlı veri (15.011.196,0 ton) tespit edilip (tüketimin dağılımı konut, sanayi vb. yazmadığı için tamamının konutlarda tüketildiği varsayılmıştır.) 2022 yılı ilçe nüfus sayısına oranla tüketim miktarı varsayılmıştır. Elde edilen varsayımlar doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.																	
Veriler:	Tüplü LPG Kullanımı (kg) :	4.187.762,0																
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	47,3																
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	0,1																
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	5																
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	63.100																
	Yükseltgenme Faktörü :	1																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1																
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273																
	Tüketim Veri Kalitesi :	Düşük(D)																
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																
	Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Tüplü LPG Kullanımı (kg)																
Sera Gazı Emisyon Miktarı :																		
Faaliyet Verisi x Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli x Yükseltgenme Faktörü																		
$FV (kg) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$																		
<table><tr><th colspan="4">Tüplü LPG Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><td colspan="3">ton CO₂/yıl</td><td></td></tr><tr><td>12.498,920</td><td>27,632</td><td>5,408</td><td>12.531,960</td></tr></table>			Tüplü LPG Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	ton CO ₂ /yıl				12.498,920	27,632	5,408	12.531,960
Tüplü LPG Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																		
CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl															
ton CO ₂ /yıl																		
12.498,920	27,632	5,408	12.531,960															

HESAPLAMA - 3

İlçe Adı:	Osmangazi																
Faaliyet:	Kömür Kullanımı (Kapsam 1)																
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.1.1 (Sabit Enerji / Konutlar)																
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde konutlarda ısınma, barınma vb. amaçlı kullanılan kömür tüketimi kaynaklı emisyonlar oluşmaktadır. Konutlarda tüketilen kömür verisine ilçe bazlı ulaşılamadığı için varsayımlar yapılarak tespit edilmiştir. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler Osmangazi Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı' ndan gelen veriler (7.000 ton) doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.																
Veriler:	Kömür Tüketim Miktarı (kg) :	7.000.000															
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	28,2															
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	1,5															
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	300,0															
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	94.600															
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9															
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1															
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273															
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)															
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1															
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Kömür Kullanımı (kg)																
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :																
	Faaliyet Verisi x Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli x Yükseltgenme Faktörü																
	$FV (kg) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$																
	<table><tr><th colspan="4">Kömür Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th rowspan="2">Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><th colspan="3">ton CO₂/yıl</th></tr><tr><td>18.674,040</td><td>1.652,238</td><td>80,835</td><td>20.407,113</td></tr></table>			Kömür Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	ton CO ₂ /yıl			18.674,040	1.652,238	80,835
Kömür Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																	
CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl														
ton CO ₂ /yıl																	
18.674,040	1.652,238	80,835	20.407,113														

HESAPLAMA – 4

İlçe Adı:	Osmangazi										
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı (Kapsam 2)										
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.1.2 (Sabit Enerji / Konutlar)										
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde konutlarda ısınma, ısıtma ve barınma amaçlı kullanılan cihazların elektrik tüketimi kaynaklı emisyonlar oluşmaktadır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler UEDAŞ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler (aydınlatma (özel bahçe süs havuzu aydınlatma site bahçesi) ve kaçak kullanım miktarlarının konutlarda tüketildiği varsayılmıştır.) doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.										
Veriler:	<table><tr><td>Tüketim Miktarları (kWh) :</td><td>620.233.732,67</td></tr><tr><td>Emisyon Faktörü (ton CO₂e/MWh) :</td><td>0,442</td></tr><tr><td>Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :</td><td>Dağıtım</td></tr><tr><td>Tüketim Veri Kalitesi :</td><td>Yüksek(Y)</td></tr><tr><td>Emisyon Faktörü Kalitesi:</td><td>Tier 2</td></tr></table>	Tüketim Miktarları (kWh) :	620.233.732,67	Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2
Tüketim Miktarları (kWh) :	620.233.732,67										
Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442										
Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım										
Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)										
Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2										
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh) Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü 1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh] <table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>274.143,310</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>	Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları		274.143,310	Toplam ton CO ₂ -e /yıl						
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları											
274.143,310	Toplam ton CO ₂ -e /yıl										



HESAPLAMA – 5						
İlçe Adı:	Osmangazi					
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı Kaynaklı Kayıp-Kaçak (Kapsam 3)					
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.1.3 (Sabit Enerji / Konutlar)					
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde konutlarda ısınma, ısıtma ve barınma amaçlı kullanılan cihazların elektrik tüketimi kaynaklı kayıp ve kaçak emisyonlar hesaplanmıştır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler UEDAŞ ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler (aydınlatma (özel bahçe süs havuzu aydınlatma site bahçesi) ve kaçak kullanım miktarlarının konutlarda tüketildiği varsayılmıştır.) doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.					
Veriler:	Tüketim Miktarları (kWh) :	620.233.732,67				
	Dağıtım Hattından Bağlı Tüketim Noktası Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,478				
	Türkiye Geneli Elektrik Üretim Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442				
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım				
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)				
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2				
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)					
	Emisyon Faktörü : 0,478 - 0,442 = 0,036					
	Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü					
Hesaplama:	1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]					
	<table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>22.328,414</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>		Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları		22.328,414	Toplam ton CO₂-e /yıl
	Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları					
22.328,414	Toplam ton CO₂-e /yıl					

19.9.2. Ticari ve Kurumsal (GPC I.2)

Ticari/kurumsal doğalgaz tüketimi nedeniyle oluşan **Kapsam 1** emisyonları, şebeke elektriğinin kullanımı sonucu ortaya çıkan **Kapsam 2** emisyonları ve elektrik dağıtımı kaynaklı kayıp - kaçak miktarları **Kapsam 3** emisyonları olarak envantere dahil edilmiştir.

HESAPLAMA – 6

İlçe Adı:	Osmangazi		
Faaliyet:	Doğalgaz Kullanımı (Kapsam 1)		
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.2.1 (Sabit Enerji / Ticari ve Kurumsal)		
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde ticari/kurumsal binalarda doğalgaz tüketimi nedeniyle oluşan emisyonlardır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler BURSAGAZ ' dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.		
Veriler:	Tüketimler Toplamı (Sm³) :	42.984.873,684	
	Doğalgaz Yoğunluğu (kg/Nm³) :	0,78	
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	48,0	
	Emisyon Faktörü (kg N₂O/TJ) :	0,1	
	Emisyon Faktörü (kg CH₄/TJ) :	5	
	Emisyon Faktörü (kg CO₂/TJ) :	56.100	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH₄) :	27,9	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO₂) :	1	
	Küresel Isınma Potansiyeli(N₂O) :	273	
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)	
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1	
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Doğalgaz Tüketimi (Sm³)		
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :		
	Faaliyet Verisi x Yoğunluk x Net Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Yükseltgenme Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli =		
	$FV (Nm^3) \times \rho \left(\frac{kg}{Nm^3} \right) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$		
	Doğalgaz Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları		
	CO₂ Emisyonu	CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)	N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)
	ton CO₂/yıl		Toplam ton CO₂-e /yıl
	85.584,859	212,818	41,648
			85.839,325

HESAPLAMA – 7

İlçe Adı:	Osmangazi																	
Faaliyet:	Dökme LPG Kullanımı (Kapsam 1)																	
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.2.1 (Sabit Enerji / Ticari ve Kurumsal)																	
Açıklama:	Dökme LPG verisine ilçe bazlı ulaşılamadığı için EPDK Sıvılaştırılmış Petrol Gazları(LPG) Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu' ndan(T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2023a) il bazlı veri(1.686.345 ton) tespit edilip (tüketimin dağılımı konut, sanayi vb. yazmadığı için tamamının ticari tüketildiği varsayılmıştır.) 2022 yılı ilçe nüfus sayısına oranla miktarı tahmin edilmiş olup bu veriler doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.																	
Veriler:	Dökme LPG Kullanımı (ton) :	470,45																
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	47,3																
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	0,1																
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	5																
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	63.100																
	Yükseltgenme Faktörü :	1																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1																
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273																
	Tüketim Veri Kalitesi :	Düşük(D)																
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																
	Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Dökme LPG Kullanımı (ton)																
Sera Gazı Emisyon Miktarı :																		
Faaliyet Verisi x Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli x Yükseltgenme Faktörü																		
$FV \text{ (ton)} \times NKD \left(\frac{T_j}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg \text{ (CO}_2 \& \text{CH}_4 \& \text{N}_2\text{O)}}{T_j} \right) \times YF \times KIP$																		
<table><tr><th colspan="4">Dökme LPG Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><td colspan="3">ton CO₂/yıl</td><td></td></tr><tr><td>1.404,119</td><td>3,104</td><td>0,607</td><td>1.407,831</td></tr></table>			Dökme LPG Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	ton CO ₂ /yıl				1.404,119	3,104	0,607	1.407,831
Dökme LPG Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																		
CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl															
ton CO ₂ /yıl																		
1.404,119	3,104	0,607	1.407,831															

HESAPLAMA - 8

İlçe Adı:	Osmangazi																	
Faaliyet:	LNG Kullanımı (Kapsam 1)																	
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.2.1 (Sabit Enerji / Ticari ve Kurumsal)																	
Açıklama:	LNG Kullanımı verisine ilçe bazlı ulaşılamadığı için EPDK Doğal Gaz Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu ’ndan(T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2023b) il bazlı veri(9.782.000,0 Sm³) tespit edilip(tüketimin dağılımı konut, sanayi vb. yazmadığı için tamamının ticari tüketildiği varsayılmıştır.) 2022 yılı ilçe nüfus sayısına oranla miktarı tahmin edilmiş olup bu veriler doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.																	
Veriler:	Tüketimler Toplamı (Sm ³) :	2.728.942,599																
	LNG’nin Gaz Yoğunluğu (kg/Nm ³)	0,78																
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	44,2																
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	0,6																
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	10																
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	64.200																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1																
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273																
	Tüketim Veri Kalitesi :	Düşük(D)																
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam LNG Kullanımı (Sm ³)																	
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :																	
	Faaliyet Verisi x Yoğunluk x Net Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Yükseltgenme Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli =																	
	$FV (Nm^3) \times \rho \left(\frac{kg}{Nm^3} \right) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$																	
	<table><tr><th colspan="4">LNG Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><td colspan="3">ton CO₂/yıl</td><td></td></tr><tr><td>5.725,704</td><td>24,883</td><td>14,609</td><td>5.765,195</td></tr></table>			LNG Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	ton CO ₂ /yıl				5.725,704	24,883	14,609
LNG Kullanımından Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																		
CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl															
ton CO ₂ /yıl																		
5.725,704	24,883	14,609	5.765,195															

HESAPLAMA - 9

İlçe Adı:	Osmangazi					
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı (Kapsam 2)					
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.2.2 (Sabit Enerji / Ticari ve Kurumsal)					
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde ticari/kurumsal binalarda elektrik tüketimi kaynaklı emisyonlar oluşmaktadır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler UEDAŞ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler (genel aydınlatma(sokak, cadde, park kamu kullanım alanları) ticari/kurumsal binalarda tüketildiği varsayılmıştır.) doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.					
Veriler:	Ticari ve Kurumsal Tüketim Miktarı (kWh) :	598.606.658,41				
	Sokak Aydınlatma Tüketim Miktarı (kWh) :	34.370.675,26				
	Toplam Tüketim Miktarı (kWh) :	654.467.734,53				
	Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442				
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım				
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)				
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2				
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)					
	Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü					
	1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]					
	<table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>279.775,981</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>			Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları		279.775,981
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları						
279.775,981	Toplam ton CO ₂ -e /yıl					



HESAPLAMA – 10						
İlçe Adı:	Osmangazi					
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı Kaynaklı Kayıp-Kaçak (Kapsam 3)					
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.2.3 (Sabit Enerji / Ticari ve Kurumsal)					
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde genelinde ticari/kurumsal binalarda elektrik tüketimi kaynaklı kayıp ve kaçak emisyonlar hesaplanmıştır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler UEDAŞ ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler (genel aydınlatma(sokak, cadde, park kamu kullanım alanları) ticari/kurumsal binalarda tüketildiği varsayılmıştır.) doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.					
Veriler:	Tüketim Miktarları (kWh) :	632.977.333,67				
	Dağıtım Hattından Bağlı Tüketim Noktası Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,478				
	Türkiye Geneli Elektrik Üretim Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442				
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım				
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)				
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2				
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)					
	Emisyon Faktörü : 0,478 - 0,442 = 0,036					
	Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü					
	1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]					
	<table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>22.787,184</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>		Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları		22.787,184	Toplam ton CO ₂ -e /yıl
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları						
22.787,184	Toplam ton CO ₂ -e /yıl					

19.9.3. Sanayi Tesisleri (GPC I.3)

Osmangazi ilçesinde, 1(bir) organize sanayi bölgesi ve bu bölgeler dışındaki bağımsız endüstriyel tesislerde tüketilen; fosil yakıt tüketimi nedeniyle oluşan **Kapsam 1** emisyonları, şebeke elektriğinin kullanımı sonucu ortaya çıkan **Kapsam 2** emisyonları ve elektrik dağıtımı kaynaklı kayıp - kaçak miktarları **Kapsam 3** emisyonları envantere dahil edilmiştir.

HESAPLAMA – 11

İlçe Adı:	Osmangazi																
Faaliyet:	Doğalgaz Kullanımı (Kapsam 1)																
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.3.1 (Sabit Enerji / Sanayi Tesisleri)																
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde sanayi ve üretim endüstrisi tesislerinde doğalgaz tüketimi nedeniyle oluşan emisyonlardır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler BURSAGAZ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.																
Veriler:	Tüketimler Toplamı (Sm³) :	19.242.961,08															
	Doğalgaz Yoğunluğu (kg/Nm³) :	0,78															
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	48,0															
	Emisyon Faktörü (kg N₂O/TJ) :	0,1															
	Emisyon Faktörü (kg CH₄/TJ) :	1															
	Emisyon Faktörü (kg CO₂/TJ) :	56.100															
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH₄) :	27,9															
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO₂) :	1															
	Küresel Isınma Potansiyeli(N₂O) :	273															
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)															
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1															
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Doğalgaz Tüketimi (Sm³)																
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :																
	Faaliyet Verisi x Yoğunluk x Net Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Yükseltgenme Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli =																
	$FV (Nm^3) \times \rho \left(\frac{kg}{Nm^3} \right) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$																
	<table><tr><th colspan="4">Doğalgaz Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th rowspan="2">Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><th colspan="3">ton CO₂/yıl</th></tr><tr><td>38.313,620</td><td>19,054</td><td>18,645</td><td>38.351,319</td></tr></table>			Doğalgaz Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO₂ Emisyonu	CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)	N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)	Toplam ton CO₂-e /yıl	ton CO₂/yıl			38.313,620	19,054	18,645
Doğalgaz Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																	
CO₂ Emisyonu	CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)	N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)	Toplam ton CO₂-e /yıl														
ton CO₂/yıl																	
38.313,620	19,054	18,645	38.351,319														

HESAPLAMA – 12

İlçe Adı:	Osmangazi																		
Faaliyet:	Fuel Oil Kullanımı (Kapsam 1)																		
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.3.1 (Sabit Enerji / Sanayi Tesisleri)																		
Açıklama:	Sanayi tesislerinde kullanılan Fuel Oil verisine ilçe bazlı ulaşılamadığı için EPDK Petrol Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu 'ndan(T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2023c) il bazlı bayiye teslim verisi (4.935,844 ton) tespit edilip tamamının sanayi tesislerinde (DOSAB hariç) kullanıldığı varsayılarak, 2022 yılı ilçe nüfus sayısına oranla miktarı tahmin edilmiş olup bu veriler doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.																		
Veriler:	Fuel Oil Kullanımı (ton) :	1.376,982																	
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	40,4																	
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	0,6																	
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	3																	
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	77.400																	
	Yükseltgenme Faktörü :	1																	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9																	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1																	
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273																	
	Tüketim Veri Kalitesi :	Düşük(D)																	
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																	
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Fuel Oil Kullanımı (ton)																		
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :																		
	Faaliyet Verisi x Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli x Yükseltgenme Faktörü																		
	$FV \text{ (ton)} \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg \text{ (CO}_2 \text{ \& CH}_4 \text{ \& N}_2\text{O)}}{Tj} \right) \times YF \times KIP$																		
	<table><tr><th colspan="4">Fuel Oil Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><td colspan="3">ton CO₂/yıl</td><td></td></tr><tr><td>4.305,768</td><td>4,656</td><td>9,112</td><td>4.319,536</td></tr></table>			Fuel Oil Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	ton CO ₂ /yıl				4.305,768	4,656	9,112	4.319,536
Fuel Oil Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																			
CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl																
ton CO ₂ /yıl																			
4.305,768	4,656	9,112	4.319,536																

HESAPLAMA – 13

İlçe Adı:	Osmangazi																	
Faaliyet:	CNG Kullanımı (Kapsam 1)																	
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.3.1 (Sabit Enerji / Sanayi Tesisleri)																	
Açıklama:	CNG Kullanımı verisine ilçe bazlı ulaşılamadığı için EPDK Doğal Gaz Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu’ndan(T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2023b) il bazlı veri (4.595.000,0 Sm³) tespit edilip(tüketimin dağılımı konut, sanayi vb. yazmadığı için tamamının sanayi tesislerinde tüketildiği varsayılmıştır.) 2022 yılı ilçe nüfus sayısına oranla miktarı tahmin edilmiş olup bu veriler doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.																	
Veriler:	Tüketimler Toplamı (Sm³) :	1.281.894,423																
	CNG Yoğunluğu (kg/Nm³) :	0,78																
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	48,0																
	Emisyon Faktörü (kg N₂O/TJ) :	0,1																
	Emisyon Faktörü (kg CH₄/TJ) :	1																
	Emisyon Faktörü (kg CO₂/TJ) :	56.100																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH₄)	27,9																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO₂)	1																
	Küresel Isınma Potansiyeli(N₂O)	273																
	Tüketim Veri Kalitesi :	Düşük(D)																
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																
	Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam CNG Kullanımı (Sm³)																
Sera Gazı Emisyon Miktarı :																		
Faaliyet Verisi x Yoğunluk x Net Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Yükseltgenme Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli =																		
$FV (Nm^3) \times \rho \left(\frac{kg}{Nm^3} \right) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$																		
<table><tr><th colspan="4">CNG Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><td colspan="3">ton CO₂/yıl</td><td></td></tr><tr><td>2.552,311</td><td>1,269</td><td>1,242</td><td>2.554,822</td></tr></table>			CNG Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO₂ Emisyonu	CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)	N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)	Toplam ton CO₂-e /yıl	ton CO₂/yıl				2.552,311	1,269	1,242	2.554,822
CNG Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																		
CO₂ Emisyonu	CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)	N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)	Toplam ton CO₂-e /yıl															
ton CO₂/yıl																		
2.552,311	1,269	1,242	2.554,822															

HESAPLAMA - 14

İlçe Adı:	Osmangazi		
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı (Kapsam 2)		
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.3.2 (Sabit Enerji / Sanayi Tesisleri)		
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde sanayi tesislerinde dağıtım hattından bağlı elektrik tüketimi kaynaklı emisyonlar oluşmaktadır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler UEDAŞ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.		
Veriler:	Tüketim Miktarları (kWh) :	311.489.238,90	
	Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442	
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım	
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)	
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2	
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)		
	Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü		
	1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]		
	Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları		
	137.678,244	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	

HESAPLAMA – 15

İlçe Adı:	Osmangazi	
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı Kaynaklı Kayıp-Kaçak (Kapsam 3)	
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.3.3 (Sabit Enerji / Sanayi Tesisleri)	
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde sanayi tesislerinde dağıtım hattından bağlı elektrik tüketimi kaynaklı kaynaklı kayıp ve kaçak emisyonlar hesaplanmıştır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler UEDAŞ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.	
Veriler:	Tüketim Miktarları (kWh) :	311.489.238,90
	Dağıtım Hattından Bağlı Tüketim Noktası Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,478
	Türkiye Geneli Elektrik Üretim Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2

Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)				
	Emisyon Faktörü : $0,478 - 0,442 = 0,036$				
	Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü				
	1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]				
	<table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>11.213,613</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>	Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları		11.213,613	Toplam ton CO ₂ -e /yıl
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları					
11.213,613	Toplam ton CO ₂ -e /yıl				

HESAPLAMA - 16											
İlçe Adı:	Osmangazi										
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı (Kapsam 2)										
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.3.2 (Sabit Enerji / Sanayi Tesisleri)										
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde sanayi tesislerinde iletim hattından bağlı elektrik tüketimi kaynaklı emisyonlar oluşmaktadır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler DOSAB' dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.										
Veriler:	<table><tr><td>Tüketim Miktarları (kWh) :</td><td>1.148.763.924</td></tr><tr><td>Emisyon Faktörü (ton CO₂e /MWh) :</td><td>0,442</td></tr><tr><td>Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :</td><td>İletim</td></tr><tr><td>Tüketim Veri Kalitesi :</td><td>Yüksek(Y)</td></tr><tr><td>Emisyon Faktörü Kalitesi:</td><td>Tier 2</td></tr></table>	Tüketim Miktarları (kWh) :	1.148.763.924	Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e /MWh) :	0,442	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	İletim	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2
Tüketim Miktarları (kWh) :	1.148.763.924										
Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e /MWh) :	0,442										
Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	İletim										
Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)										
Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2										
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh) Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü 1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh] <table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>507.753,654</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>	Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları		507.753,654	Toplam ton CO ₂ -e /yıl						
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları											
507.753,654	Toplam ton CO ₂ -e /yıl										

HESAPLAMA – 17						
İlçe Adı:	Osmangazi					
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı Kaynaklı Kayıp-Kaçak (Kapsam 3)					
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.3.3 (Sabit Enerji / Sanayi Tesisleri)					
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde sanayi tesislerinde iletim hattından bağlı elektrik tüketimi kaynaklı kayıp ve kaçak emisyonlar hesaplanmıştır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler DOSAB’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.					
Veriler:	Tüketim Miktarları (kWh) :	1.148.763.924				
	İletim Hattından Bağlı Tüketim Noktası Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,445				
	Türkiye Geneli Elektrik Üretim Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442				
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	İletim				
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)				
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2				
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)					
	Emisyon Faktörü : 0,445 - 0,442 = 0,003					
	Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü					
	1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]					
	<table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>3.446,292</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>		Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları		3.446,292	Toplam ton CO ₂ -e /yıl
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları						
3.446,292	Toplam ton CO ₂ -e /yıl					

19.9.4. Enerji Tesisleri (GPC I.4)

Osmangazi ilçesinde enerji üretim tesislerinde doğalgaz tüketimi kaynaklı **Kapsam 1** emisyonları hesaplanmış **GPC Protokolü gereğince envanter toplamına dahil edilmemiştir**. Şebeke elektriğinin kullanımı sonucu ortaya çıkan **Kapsam 2** emisyonlarını hesaplamak için enerji tesislerine özel veriye ulaşılamamıştır.

HESAPLAMA – 18

İlçe Adı:	Osmangazi		
Faaliyet:	Doğalgaz Kullanımı (Kapsam 1)		
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.4.1 (Sabit Enerji / Enerji Tesisleri) (GPC Protokolü gereğince envanter toplamına dahil edilmemiştir.)		
Açıklama:	Osmangazi ilçesindeki enerji üretim tesislerinde doğalgaz tüketimi nedeniyle oluşan emisyonlardır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler BURSAGAZ ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.		
Veriler:	Tüketimler Toplamı (Sm ³) :	3.010.246,72	
	Doğalgaz Yoğunluğu (kg/Nm ³) :	0,78	
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	48,0	
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	0,1	
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	1	
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	56.100	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1	
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273	
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)	
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1	
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Doğalgaz Tüketimi (Sm ³)		
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :		
	Faaliyet Verisi x Yoğunluk x Net Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Yükseltgenme Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli =		
	$FV (Nm^3) \times \rho \left(\frac{kg}{Nm^3} \right) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$		
	Doğalgaz Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları		
	CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)
	ton CO ₂ /yıl		Toplam ton CO ₂ -e /yıl
	5.993,540	2,981	2,917
			5.999,437

19.9.5. Tarım, Ormancılık ve Hayvancılık (GPC I.5)

Osmangazi ilçesi, tarımsal faaliyetler sırasında şebeke elektriğinin kullanımıyla ortaya çıkan **Kapsam 2** emisyonları ve elektrik dağıtımı kaynaklı kayıp - kaçak miktarları **Kapsam 3** emisyonları envantere dahil edilmiştir.

HESAPLAMA - 19

İlçe Adı:	Osmangazi					
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı (Kapsam 2)					
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.5.2 (Sabit Enerji / Tarım, Ormancılık ve Hayvancılık)					
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde tarımsal sulama faaliyetlerinde elektrik tüketimi kaynaklı emisyonlar oluşmaktadır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler UEDAŞ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.					
Veriler:	Tüketim Miktarları (kWh) :	5.126.205,93				
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1				
	Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442				
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım				
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)				
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2				
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)					
	Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü					
	1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]					
	<table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>2.265,783</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>			Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları		2.265,783
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları						
2.265,783	Toplam ton CO ₂ -e /yıl					

HESAPLAMA – 20

İlçe Adı:	Osmangazi
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı Kaynaklı Kayıp-Kaçak (Kapsam 3)
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.5.2 (Sabit Enerji / Tarım, Ormancılık ve Hayvancılık)
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde tarımsal sulama faaliyetlerinde elektrik tüketimi kaynaklı kayıp ve kaçak emisyonlar hesaplanmıştır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler UEDAŞ' dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır.

Veriler:	Tüketim Miktarları (kWh) :	5.126.205,93			
	Dağıtım Hattından Bağlı Tüketim Noktası Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,478			
	Türkiye Geneli Elektrik Üretim Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442			
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım			
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)			
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2			
	Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)			
Emisyon Faktörü : 0,478 - 0,442 = 0,036					
Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü					
1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]					
<table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>184,543</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>		Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları		184,543	Toplam ton CO ₂ -e /yıl
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları					
184,543	Toplam ton CO ₂ -e /yıl				

19.9.6. Tanımlanamayan Kaynaklar (GPC I.6)

Osmangazi ilçe sınırları içinde tanımlanamayan kaynaklar faaliyeti yoktur.(NO)

19.9.7. Kömür Madenciliğinde Oluşan Kaçak Emisyonlar (GPC I.7)

Osmangazi ilçe sınırları içinde kömür madenciliği faaliyeti yoktur.(NO)

19.9.8. Petrol/Doğalgaz Sistemleri Kaçak Emisyonları (GPC I.8)

Osmangazi ilçe sınırları içinde Petrol/Doğalgaz iletim ve dağıtım hatlarında oluşabilecek kaçaklar hesaplanmış **Kapsam 1** emisyonlarına dahil edilmiştir.

HESAPLAMA – 21

İlçe Adı:	Osmangazi													
Faaliyet:	Doğalgaz İletim ve Dağıtım Hatlarında Kaçak Emisyonları (Kapsam 1)													
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC I.8.1 (Doğalgaz Sistemleri Kaçak Emisyonları)													
Açıklama:	Osmangazi ilçesi 2022 yılı toplam doğalgaz tüketimini gösterir veriler BURSAGAZ ’ dan temin edilmiştir. Toplam doğalgaz tüketim verisine göre doğalgaz iletim ve dağıtım hatlarında oluşabilecek kaçak emisyon verilerinin hesaplanması yapılmıştır. Hesaplama Emisyon Faktörü seçiminde, ülke gelişmişlik düzeyi olarak “Devoloping/Gelişmekte” olarak seçilmiştir.													
Veriler:	Tüketimler Toplamı (Sm³) :	349.740.256,58												
	Emisyon Faktörü (ton CH₄ /Sm³) :	1,8 x 10 ⁻⁶												
	Emisyon Faktörü (ton CO₂/ Sm³) :	9,58 x 10 ⁻⁸												
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH₄) :	27,9												
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO₂) :	1												
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)												
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1												
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Doğalgaz Tüketimi (Sm³)													
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :													
	Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli =													
	$FV (Sm^3) \times EF \left(\frac{ton (CO_2 \& CH_4)}{Sm^3} \right) \times KIP$													
	<table><tr><th colspan="3">Doğalgaz İletim ve Dağıtım Hatlarında Kaçak Kaynaklı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><td colspan="2">ton CO₂/yıl</td><td></td></tr><tr><td>33,505</td><td>17.563,956</td><td>17.597,461</td></tr></table>			Doğalgaz İletim ve Dağıtım Hatlarında Kaçak Kaynaklı Emisyonları			CO₂ Emisyonu	CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)	Toplam ton CO₂-e /yıl	ton CO₂/yıl			33,505	17.563,956
Doğalgaz İletim ve Dağıtım Hatlarında Kaçak Kaynaklı Emisyonları														
CO₂ Emisyonu	CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)	Toplam ton CO₂-e /yıl												
ton CO₂/yıl														
33,505	17.563,956	17.597,461												

ULAŞIM





19.10. Ulaşım (Hareketli Yanma) (GPC II)

Ulaşım Sektörü Sera Gazı Emisyonları; Ulaşım sektörü; taşıma araçları, mobil ekipman veya makineler, doğrudan yakıt yakarak veya dolaylı olarak şebekeden temin edilen elektriği tüketerek açığa çıkan sera gazı emisyonunu içerir. Emisyonlar, **Karayolu Ulaşımı (II.1), Demiryolu Ulaşımı (II.2), Denizyolu Ulaşımı (II.3), Havayolu Ulaşımı (II.4), Yol Dışı/Arazi Ulaşımı (II.5)** başlıklı alt sektörlerden kaynaklı emisyonların toplamından oluşmaktadır.

19.10.1.Karayolu Ulaşımı (GPC II.1)

Osmangazi ilçesinde, karayolu araçlarının fosil yakıtları tüketimi kaynaklı **Kapsam 1** emisyonları dahil edilmiştir.

**"GERİ DÖNÜŞTÜR,
ENERJİNİ KORU
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ
ÖNLE!"**

HESAPLAMA – 22

İlçe Adı:	Osmangazi																	
Faaliyet:	Mazot Kullanımı (Kapsam 1)																	
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC II.1.1 (Ulaşım / Karayolu Ulaşımı)																	
Açıklama:	Bursa ili Osmangazi ilçesi sınırları içerisindeki 2022 yılı, mazot satış miktarına ait veriler EPDK 'dan talep edilmiştir. Gelen veriler doğrultusunda ilçe sınırları içerisinde satışı yapılan mazot miktarının tüketiminden kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır.																	
Veriler:	Toplam Mazot Tüketimi (L) :	189.941.973,25																
	Dizel Yoğunluğu (kg/L) :	0,890																
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	43,0																
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	3,9																
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	3,9																
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	74.100																
	Yükseltgenme Faktörü :	1																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9																
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1																
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273																
	Tüketim Veri Kalitesi (EPDK) :	Yüksek(Y)																
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Mazot Kullanımı (L)																	
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :																	
	Faaliyet Verisi x Yoğunluk x Net Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Yükseltgenme Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli =																	
	$FV (L) \times \rho \left(\frac{kg}{L} \right) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$																	
	<table><tr><th colspan="4">Mazot Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><td colspan="3">ton CO₂/yıl</td><td></td></tr><tr><td>538.638,777</td><td>790,949</td><td>7.739,389</td><td>547.169,115</td></tr></table>			Mazot Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	ton CO ₂ /yıl				538.638,777	790,949	7.739,389
Mazot Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																		
CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl															
ton CO ₂ /yıl																		
538.638,777	790,949	7.739,389	547.169,115															

HESAPLAMA – 23

İlçe Adı:	Osmangazi																
Faaliyet:	Benzin Kullanımı (Kapsam 1)																
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC II.1.1 (Ulaşım / Karayolu Ulaşımı)																
Açıklama:	Bursa İli Osmangazi İlçesi sınırları içerisindeki 2022 yılı benzin satış miktarına ait veriler litre cinsinden EPDK ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda benzin tüketiminden kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır.																
Veriler:	Benzin Tüketimi (L) :	47.577.755,100															
	Benzin Yoğunluğu (kg/L) :	0,775															
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	44,3															
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	8,0															
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	25,0															
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	69.300															
	Yükseltgenme Faktörü :	1															
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9															
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1															
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273															
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)															
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1															
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Benzin Kullanımı (L)																
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :																
	Faaliyet Verisi x Yoğunluk x Net Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Yükseltgenme Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli =																
	$FV (L) \times \rho \left(\frac{kg}{L} \right) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$																
	<table><tr><th colspan="4">Benzin Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th rowspan="2">Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><th colspan="3">ton CO₂/yıl</th></tr><tr><td>77.736,710</td><td>1.139,341</td><td>3.567,484</td><td>117.905,830</td></tr></table>			Benzin Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	ton CO ₂ /yıl			77.736,710	1.139,341	3.567,484
Benzin Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																	
CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl														
ton CO ₂ /yıl																	
77.736,710	1.139,341	3.567,484	117.905,830														

HESAPLAMA – 24

İlçe Adı:	Osmangazi																		
Faaliyet:	LPG (Otogaz) Kullanımı (Kapsam 1)																		
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC II.1.1 (Ulaşım / Karayolu Ulaşımı)																		
Açıklama:	Bursa İli Osmangazi İlçesi sınırları içerisindeki 2022 yılı LPG (Otogaz) satış miktarına ait veriler litre cinsinden EPDK'dan talep edilmiş olup ilçe bazından LPG (Otogaz) verisi ayrıştırılmadığından EPDK Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu 'ndan (T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2023a) il bazlı bayiye teslim verisi (93.361,735 ton) tespit edilip, 2022 yılı ilçe nüfus sayısına oranla miktarı tahmin edilmiş olup bu veriler doğrultusunda emisyon verileri hesaplanmıştır.																		
Veriler:	LPG (Otogaz) Kullanımı (ton) :	26.045,68																	
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	47,3																	
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	0,2																	
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	62,0																	
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	63.100																	
	Yükseltgenme Faktörü :	1																	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9																	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1																	
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273																	
	Tüketim Veri Kalitesi :	Düşük(D)																	
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																	
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam LPG (Otogaz) Kullanımı (ton)																		
	Sera Gazı Emisyon Miktarı :																		
	Faaliyet Verisi x Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli x Yükseltgenme Faktörü																		
	$FV \text{ (ton)} \times NKD \left(\frac{T_j}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg \text{ (CO}_2 \& \text{CH}_4 \& \text{N}_2\text{O)}}{T_j} \right) \times YF \times KIP$																		
	<table><tr><th colspan="4">LPG (Otogaz) Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><td colspan="3">ton CO₂/yıl</td><td></td></tr><tr><td>77.736,710</td><td>2.131,045</td><td>67,265</td><td>79.935,020</td></tr></table>			LPG (Otogaz) Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	ton CO ₂ /yıl				77.736,710	2.131,045	67,265	79.935,020
LPG (Otogaz) Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																			
CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl																
ton CO ₂ /yıl																			
77.736,710	2.131,045	67,265	79.935,020																

19.10.2.Demiryolu Ulaşımı (GPC II.2)

Elektrik ile çalışan toplu taşıma araç emisyonları(raylı sistemler) **Kapsam 2** ve bu sistemlerde kullanılan elektrik dağıtımı kaynaklı kayıp - kaçak miktarları **Kapsam 3** emisyonlarına dahil edilmiştir.

HESAPLAMA - 25					
İlçe Adı:	Osmangazi				
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı (Kapsam 2)				
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC II.2.2 (Ulaşım / Demiryolu Ulaşımı)				
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde BURULAŞ tarafından gerçekleştirilen raylı sistemler ile ulaşım faaliyetlerinde elektrik tüketimi kaynaklı emisyonlar oluşmaktadır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler BURULAŞ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır. (BURULAŞ Raylı Sistemlerin elektrik tüketimleri UEDAŞ’ tan gelen verilerde Ticari/Kurumsal Tüketimler dahilinde olduğundan mükerrer hesap olmaması için oradaki tüketimlerden çıkartılarak bu kategoride hesaplanmıştır.)				
Veriler:	Tüketim Miktarları (kWh) :	21.490.400,86			
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1			
	Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442			
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)			
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım			
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2			
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)				
	Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü				
	1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]				
	<table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>9.498,757</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>		Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları		9.498,757
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları					
9.498,757	Toplam ton CO ₂ -e /yıl				

HESAPLAMA – 26						
İlçe Adı:	Osmangazi					
Faaliyet:	Elektrik Kullanımı Kaynaklı Kayıp-Kaçak (Kapsam 3)					
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC II.2.2 (Ulaşım / Demiryolu Ulaşımı)					
Açıklama:	Osmangazi ilçesi genelinde BURULAŞ tarafından gerçekleştirilen raylı sistemler ile ulaşım faaliyetlerinde elektrik tüketimi kaynaklı kayıp ve kaçak emisyonlar hesaplanmıştır. 2022 yılı tüketimlerini gösterir veriler BURULAŞ ’ dan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda emisyon verilerimiz hesaplanmıştır. (BURULAŞ Raylı Sistemlerin elektrik tüketimleri UEDAŞ ’ tan gelen verilerde Ticari/Kurumsal Tüketimler dahilinde olduğundan mükerrer hesap olmaması için oradaki tüketimlerden çıkartılarak bu kategoride hesaplanmıştır.)					
Veriler:	Tüketim Miktarları (kWh) :	21.490.400,86				
	Dağıtım Hattından Bağlı Tüketim Noktası Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,478				
	Türkiye Geneli Elektrik Üretim Emisyon Faktörü (ton CO ₂ e/MWh) :	0,442				
	Bağlı Olduğu Tüketim Hattı :	Dağıtım				
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)				
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 2				
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)					
	Emisyon Faktörü : 0,478 - 0,442 = 0,036					
	Sera Gazı Emisyon Miktarı : Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü					
	1 Megawatt saat [MWh] = 1 000 Kilowatt saat [kWh]					
	<table><tr><th colspan="2">Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>773,654</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>		Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları		773,654	Toplam ton CO ₂ -e /yıl
Elektrik Tüketimi Kaynaklı Kayıp- Kaçak Sera Gazı Emisyonları						
773,654	Toplam ton CO ₂ -e /yıl					

19.10.3.Denizyolu Ulaşımı (GPC II.3)

Osmangazi ilçesi sınırları içinde, denizyolu taşımacılığına yönelik bir faaliyet ve emisyon kaynağı yoktur.(NO)



19.10.4.Havayolu Ulaşımı (GPC II.4)

Osmangazi ilçesi sınırları içinde, Sivil Havacılık mevcut olup Yunuseli Havalimanı'nda havacılık eğitim uçuşları sırasında gerçekleşen fosil yakıt tüketimi kaynaklı **Kapsam 1** emisyonları dahil edilmiştir.

HESAPLAMA – 27																			
İlçe Adı:	Osmangazi																		
Faaliyet:	Benzin (Havacılık) Kullanımı																		
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC II.4.1 (Ulaşım / Havayolu Ulaşımı)																		
Açıklama:	Bursa ili Osmangazi ilçesi sınırları içerisindeki 2022 yılına ait sivil havacılık faaliyetleri kapsamında eğitim uçuşlarındaki benzin(havacılık) tüketimine ait veriler litre cinsinden Yunuseli Havalimanı ’ndan talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda benzin(havacılık) tüketiminden kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır.																		
Veriler:	Benzin (Havacılık) Tüketimi (L) :	67.000,0																	
	Benzin (Havacılık) Yoğunluğu (kg/L) :	0,713																	
	Kalorifik Değer (Tj/Gg) :	44,3																	
	Emisyon Faktörü (kg N ₂ O/TJ) :	2,0																	
	Emisyon Faktörü (kg CH ₄ /TJ) :	0,5																	
	Emisyon Faktörü (kg CO ₂ /TJ) :	70.000																	
	Yükseltgenme Faktörü :	1																	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9																	
	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1																	
	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273																	
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)																	
	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																	
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Benzin (Havacılık) Kullanımı (L)																		
	Sera Gazı Emisyon Miktarı: Faaliyet Verisi x Yoğunluk x Net Kalorifik Değer x Emisyon Faktörü x Yükseltgenme Faktörü x Küresel Isınma Potansiyeli =																		
	$FV (L) \times \rho \left(\frac{kg}{L} \right) \times NKD \left(\frac{Tj}{Gg} \right) \times EF \left(\frac{kg (CO_2 \& CH_4 \& N_2O)}{Tj} \right) \times YF \times KIP$																		
	<table><tr><th colspan="4">Benzin (Havacılık) Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><th>CO₂ Emisyonu</th><th>CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>N₂O Emisyonu (CO₂e olarak)</th><th>Toplam ton CO₂-e /yıl</th></tr><tr><td colspan="4">ton CO₂/yıl</td></tr><tr><td>148,138</td><td>0,030</td><td>1,155</td><td>149,323</td></tr></table>			Benzin (Havacılık) Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları				CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl	ton CO ₂ /yıl				148,138	0,030	1,155	149,323
	Benzin (Havacılık) Kullanımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																		
CO ₂ Emisyonu	CH ₄ Emisyonu (CO ₂ e olarak)	N ₂ O Emisyonu (CO ₂ e olarak)	Toplam ton CO ₂ -e /yıl																
ton CO ₂ /yıl																			
148,138	0,030	1,155	149,323																

19.10.5.Yol Dışı – Arazi (GPC II.5)

İnşaat araçları, traktör, forklift vb. gibi yol dışı ve arazi araçlarının sebep olduğu emisyonlar, araç tipine göre ayrı bir faaliyet verisi elde edilemediği için **Karayolu Ulaşımı (GPC II.1)** alt sektörü emisyonlarına dahil edilmiştir.

ATIK

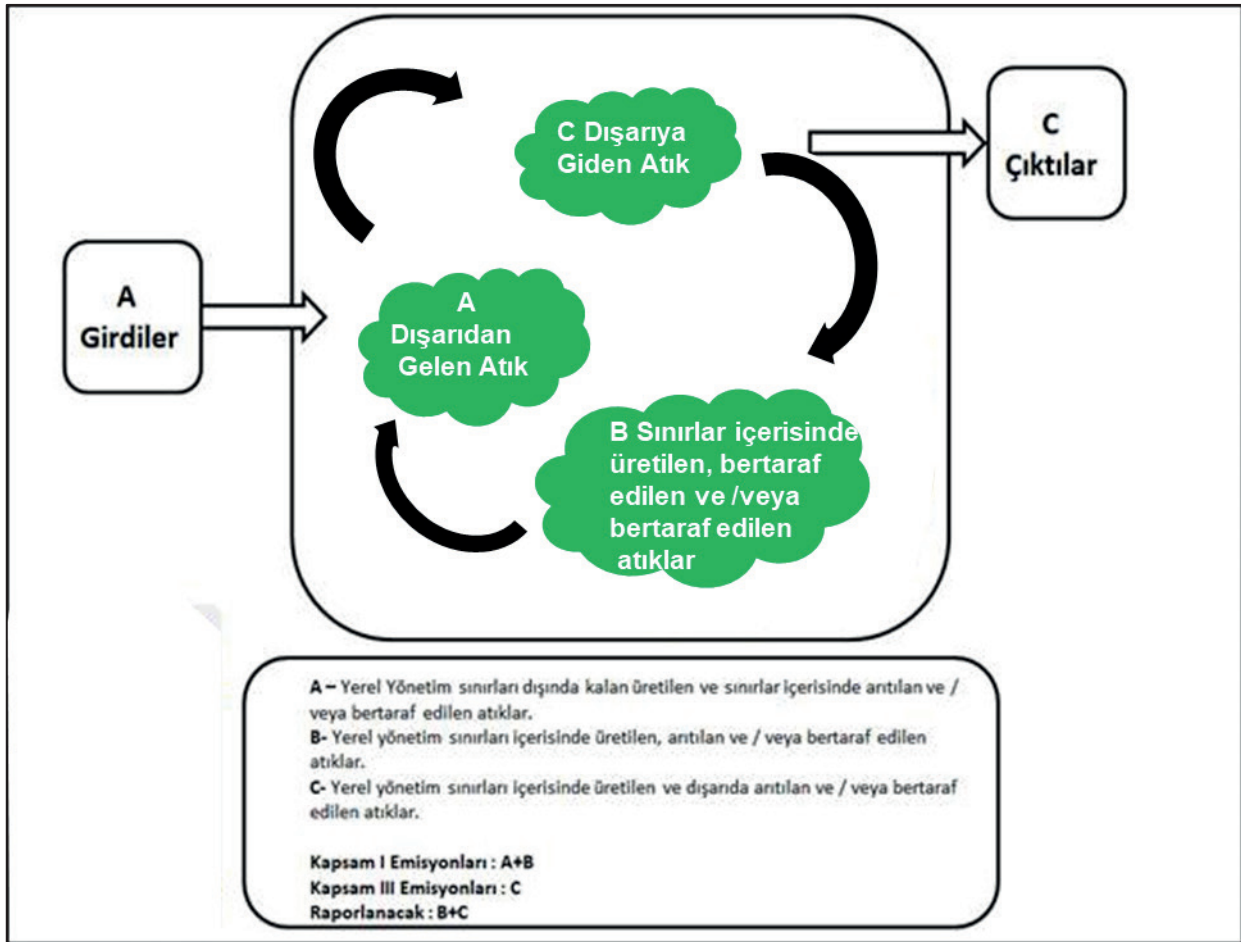


19.11. Atık (GPC III)

Katı atık ve atık sular yerel yönetim sınırları içinde üretilirken, bunların arıtılması veya bertaraf edilmesi yerel yönetim sınırları içinde veya dışında olabilir.

İlçe sınırları içerisinde üretilen atıkların yine ilçe sınırları içerisinde yer alan atık su arıtma ve/veya atık depolama tesislerinde bertarafı/arıtımı sonucu oluşan sera gazı emisyonları **Kapsam 1** (Ancak, yalnızca yerel yönetim sınırları içinde üretilen atıklardan emisyon raporlanırken, diğer ilçelerden gelen atıklar raporlanmayacaktır.) , ilçe sınırları içerisinde üretilen fakat ilçe sınırları dışındaki tesislerde arıtılan veya bertaraf edilen atıklardan kaynaklanan emisyonlar **Kapsam 3**'e dahil edilmiştir.

Atık depolama ve/veya arıtma tesislerinde ulusal elektrik ağından sağlanan ve kullanılan enerji emisyonları “**Sabit Enerji - GPC.I.2.2 – (Ticari ve Kurumsal Binalar)**” başlığı altında **Kapsam 2**’ de hesaplanmıştır.



Şekil.18: Osmangazi İlçe Sınırlarından Çıkan Atıkların Kapsam Değerlendirmesi (Fong ve diğerleri, 2014, s.90)

19.11.1.Katı Atık

Dünya genelindeki hızlı nüfus artışı, kentleşmenin de hızla artmasına yol açmıştır. Kentleşme, ülke ekonomilerine önemli katkılar sağlamaktadır, ancak aynı zamanda büyük miktarlarda atık oluşumuna da neden olmaktadır. Bu nedenle, güvenli atık yönetimine yönelik önlemler alınması gerekmektedir. (Babu, Prieto Veramendi, & Rene, 2021)

2016 yılında dünya genelinde yıllık 2,01 milyar ton kentsel katı atık üretildiği ve bu atığın %33'ünün toplanmadığı tahmin edilmektedir. Toplam katı atık miktarının 2050 yılına kadar 3,40 milyar tona çıkması beklenmektedir (Guo ve diğerleri, 2021)

Atıklar çeşitli kriterlere göre sınıflandırılabilir. Bunlar, fiziki duruma göre (katı, sıvı, gaz), fiziki özelliklerine göre (yanabilir, kompostlaştırılabilir, geri kazanılabilir vb.), madde grubuna göre (cam, kağıt, plastik, metal vb.), orijinal kullanıma göre (ambalaj atığı, mutfak atığı vb.); kaynağına göre (kentsel, ticari, kurumsal, zirai, endüstriyel vb.) veya emniyet düzeyine göre (tehlikeli, tehlikesiz, inert vb.) sınıflandırılabilir (Öztürk, 2015).

19.11.1.1. Katı Atık Bertarafı (GPC III.1)

Katı atıkların depolanarak bertarafı sonucu oluşan sera gazlarının hesaplanmasında “**Metan Taahhüdü (Methane Commitment-MC)**” yöntemi tercih edilip kullanılmıştır (Fong ve diğerleri, 2014, s.95-96). Bu yöntemle, envanter döneminde depolanan atıkların biyolojik olarak bozunması sonucunda gelecekte oluşacak metan emisyonunun tamamının envanter döneminde gerçekleşeceği varsayımına dayanmaktadır.

Metan miktarı, envanter dönemindeki atıkların “**Biyolojik olarak Parçalanabilir Organik Karbon**” içeriğinden yola çıkılarak metan üretme potansiyeli ile yıllık atık miktarının çarpımı sonucu hesaplanmıştır. Düzenli depolama sahasında oluşan metan miktarından, enerji geri kazanımı amacıyla geri kazanılan metan çıkarılmıştır. **Geri kazanılan metan’ın enerji amaçlı yakılması sonucu oluşan biojenik kökenli CO₂ hesaplanmamıştır.**

$$DOC = (0,15 \times A) + (0,2 \times B) + (0,4 \times C) + (0,43 \times D) + (0,24 \times E) + (0,15 \times F)$$

- A : Yemek Atıkları Oranı
- B : Bitki Bahçe Atıkları Oranı
- C : Kağıt Atıkları Oranı
- D : Ahşap Atıkları Oranı
- E : Tekstil Atıkları Oranı
- F : Endüstriyel Atık Oranı

Tablo.25: Bio-Bozunur Organik Karbon (DOC) (Fong ve diğerleri, 2014, s.94)

$$L_o = MCF \times DOC \times F \times DOC_F \times 16/12$$

L_o : Metan Üretme Potansiyeli

MCF : Metan Düzeltme Faktörü (Düzenli Depolama ; Vahşi Depolama 0,6)

DOC : Bio-Bozunur Organik Karbon Oranı (ton DOC(ton Atık))

DOC_F : Nihai Olarak Bozunan DOC Oranı (Bazı organik karbonların bozunmadığı gerçeğini yansıtır ve 0,6'ya eşit olduğu varsayılır.)

F : Çöp Gazı İçinde Metan Oranı (Varsayılan aralık 0,4-0,6'dır genellikle 0,5 olarak alınır.)

16/12 : Metan ile Karbon Arasındaki Sitokiyometrik Oran

Tablo.26: Metan Üretim Potansiyeli, L_o (Fong ve diğerleri, 2014, s.98)

$$CH_4 \text{ Emisyon (ton } CH_4) = MSW_X \times L_o \times (1-f_{rec}) \times (1-OX)$$

MSW_X : Depolama Sahasına Gönderilen Toplam Katı Atık , ton/yıl

L_o : Metan Üretme Potansiyeli

f_{rec} : Toplanıp Yakılan Metan Oranı

OX : Oksidasyon Faktörü (Düzenli depolama 0,1 ; Vahşi depolama 0)

Tablo.27: Depolama Sahasına Gönderilen Katı Atık İçin Metan Taahhüdü Tahmini (Fong ve diğerleri, 2014, s.97)

Katı Atık Bileşenleri	%
Organik Atıklar (Mutfak atıkları, park bahçe atıkları)	50,83
Kağıt - Karton	8,36
Pet	1,80
Diğer Plastikler (PS, PE; PP, PVC)	7,66
Naylon Poşet	5,82
Cam	8,84
Metaller	0,64
Kompozit (Tetrapak vb.)	0,45
Atık Elektrik ve Elektronik Ekipman	0,06
Tehlikeli Atık	0,69
Diğer Yanmayanlar (çanta, kumaş, çocuk bezi, ayakkabı, terlik, yastık, halı, kilim vb.)	14,86
Diğer Yanabilenler (taş, kum, toz, seramik vb.)	0,00
TOPLAM	100

Tablo.28: Atık Muhtevalarının Ortalama Dağılımı

HESAPLAMA – 28

İlçe Adı:	Osmangazi																										
Faaliyet:	Katı Atıkların Depolanarak Bertarafı																										
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC III.1.1 (Katı Atık Bertarafı)																										
Açıklama:	2022 yılında Bursa ili Osmangazi ilçesi sınırları içerisinde toplanıp ilçemizde bulunan düzenli depolama sahasına gönderilen katı atıkların depolanarak bertarafı sonucu sera gazları oluşmaktadır. Toplanan katı atıklarla ilgili bilgiler Temizlik İşleri Müdürlüğü'nden talep edilmiş olup gelen bilgi ve veriler doğrultusunda metan salımı kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır.																										
Veriler:	<table><tr><td>İlçe Evsel Katı Atık Miktarı (ton/yıl) :</td><td>231.232,13</td></tr><tr><td>Park ve Bahçe Atık Miktarı (ton/yıl) :</td><td>1.047,51</td></tr><tr><td>DOSAB Evsel Atık Miktarı (ton/yıl) :</td><td>90,95</td></tr><tr><td>Toplam Katı Atık Miktarı (ton/yıl) :</td><td>232.370,59</td></tr><tr><td>MCF(Metan Düzeltme Faktörü) :</td><td>0,6</td></tr><tr><td>DOC_F(Nihai Olarak Bozunan DOC Oranı) :</td><td>0,6</td></tr><tr><td>F(Çöp Gazı İçinde Metan Oranı) :</td><td>0,5</td></tr><tr><td>f_{rec} (Toplanıp Yakılan Metan Oranı) :</td><td>0,5</td></tr><tr><td>Küresel Isınma Potansiyeli(CH₄) :</td><td>27,9</td></tr><tr><td>Küresel Isınma Potansiyeli(CO₂) :</td><td>1</td></tr><tr><td>Küresel Isınma Potansiyeli(N₂O) :</td><td>273</td></tr><tr><td>Tüketim Veri Kalitesi :</td><td>Yüksek(Y)</td></tr><tr><td>Emisyon Faktörü Kalitesi:</td><td>Tier 1</td></tr></table>	İlçe Evsel Katı Atık Miktarı (ton/yıl) :	231.232,13	Park ve Bahçe Atık Miktarı (ton/yıl) :	1.047,51	DOSAB Evsel Atık Miktarı (ton/yıl) :	90,95	Toplam Katı Atık Miktarı (ton/yıl) :	232.370,59	MCF(Metan Düzeltme Faktörü) :	0,6	DOC _F (Nihai Olarak Bozunan DOC Oranı) :	0,6	F(Çöp Gazı İçinde Metan Oranı) :	0,5	f _{rec} (Toplanıp Yakılan Metan Oranı) :	0,5	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9	Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1	Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)	Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1
İlçe Evsel Katı Atık Miktarı (ton/yıl) :	231.232,13																										
Park ve Bahçe Atık Miktarı (ton/yıl) :	1.047,51																										
DOSAB Evsel Atık Miktarı (ton/yıl) :	90,95																										
Toplam Katı Atık Miktarı (ton/yıl) :	232.370,59																										
MCF(Metan Düzeltme Faktörü) :	0,6																										
DOC _F (Nihai Olarak Bozunan DOC Oranı) :	0,6																										
F(Çöp Gazı İçinde Metan Oranı) :	0,5																										
f _{rec} (Toplanıp Yakılan Metan Oranı) :	0,5																										
Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9																										
Küresel Isınma Potansiyeli(CO ₂) :	1																										
Küresel Isınma Potansiyeli(N ₂ O) :	273																										
Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)																										
Emisyon Faktörü Kalitesi:	Tier 1																										
Hesaplama:	Faaliyet Verisi : Toplam Katı Atık Miktarı (ton/yıl) : Sera Gazı Emisyon Miktarı : 1.DOC : Bio-Bozunur Organik Karbon DOC = 0,146609396 2.Lo : Metan Üretim Potansiyeli, Lo = 0,035186255 3.Depolama Sahasına Gönderilen Katı Atık İçin Metan Taahhüdü Tahmini, CH₄ Emisyon = 3.679,31 ton CH₄ <table><tr><th colspan="2">Katı Atıklardan Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları</th></tr><tr><td>102.652,83</td><td>Toplam ton CO₂-e /yıl</td></tr></table>	Katı Atıklardan Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları		102.652,83	Toplam ton CO ₂ -e /yıl																						
Katı Atıklardan Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları																											
102.652,83	Toplam ton CO ₂ -e /yıl																										

19.11.1.2. Katı Atıkların Biyolojik Olarak Arıtılması (GPC III.2)

Katı atıkların biyolojik olarak arıtılması ilçe sınırlarımız dışında gerçekleştiğinden arıtılan tesise bir çok yerden atıksu girişi mevcut olup ilçemizden kaynaklı debiye ulaşamadığı için hesaplanmamıştır.(NE)

19.11.1.3. Atık Yakma (GPC III.3)

Osmangazi ilçe sınırları içinde atık yakma faaliyeti yoktur.(NO)

19.11.1.4. Atıksu Arıtma ve Deşarj (GPC III.4)

- Atık su aerobik (havalandırılmalı) veya anaerobik (havasız) yöntemlerle arıtılabilir.
- Anaerobik arıtma sürecinde metan (CH_4) gazı üretilir.
- Her iki arıtma yöntemi de kanalizasyon azotunun nitrifikasyonu ve denitrifikasyonu sonucu nitroz oksit (N_2O) gazı üretir.
- Nitroz oksit (N_2O) ve metan (CH_4), atık su arıtımında ortaya çıkan önemli sera gazlarıdır.
- Atık su arıtımından kaynaklanan karbondioksitin (CO_2) biyolojik kökenli olduğu kabul edilir ve bu nedenle sera gazı envanterine dahil edilmez.
- Atık su arıtma yöntemleri şehirden şehire farklılık gösterebilir.
- Atık sular kaynağına göre evsel ve endüstriyel olarak sınıflandırılır ve şehirlerin her iki kaynaktan da kaynaklanan emisyonları raporlaması gerekmektedir.
- Evsel atık su, evsel su kullanımından kaynaklanırken, endüstriyel atık su sadece endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanır. (Fong ve diğerleri, 2014, s.104-107)



HESAPLAMA – 29

İlçe Adı:	Osmangazi
Faaliyet:	Atıksu Suların Arıtılması ve Deşarj Kaynaklı Emisyonlar (Kapsam 1)
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC III.4.1 (Atık / Atık Su Arıtım ve Deşarjı)
Açıklama:	Bursa İli Osmangazi İlçesi sınırlarında 2022 yılındaki oluşan atıksuların, arıtılması(Doğu A.A.T) ve deşarjı sırasında oluşan sera gazı salımları hesaplanmıştır. Bilgiler Bursa Büyükşehir Belediyesi'nden talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda metan salımı kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır.

CH₄ Emisyonlar

* Çürütücü gazının eksik yanması ile oluşan durağan emisyonlar (ICLEI denklem 10.2)

$$(P \times \text{Digester Gas} \times F_{CH_4} \times \beta(CH_4) \times (1-DE) \times 0,0283 \times 365,25 \times 10^{-6}) \times GWP$$

Veriler:	
Terimler / Açıklama	Değer
P: Atıksu Arıtma tesisi tarafından hizmet verilen toplam nüfus	1.467.920
Digester Gas: Kişi başına günlük üretilen çürütücü gazı (ft ³) [ft ³ /kişi/gün]	1,00
F _{CH₄} : Biyogaz içindeki CH ₄ oranı	0,65
β(CH ₄): Metan yoğunluğu [g/m ³]	662,00
DE: CH ₄ imha verimliliği	0,99
dönüşüm katsayısı ft ³ = m ³	0,0283
Katsayısı [gün/yıl]	365,25
g = ton dönüşüm katsayısı	10 ⁻⁶
GWP: Küresel Isınma Katsayısı (CH ₄)	27,9
Bağlı Mahalle Nüfusu	705.640

2022 yılı Doğu Atıksu Arıtma Tesisi için;

Tesis Adı	Anaerobik Çürütücü	Nüfus	Yakılan	CH ₄ (ton CO ₂ e)
BUSKİ DOĞU ATIKSU ARITMA TESİSİ	Evet	1.467.920	No	1.821,61

Osmangazi ilçesinin kanalizasyon hattına bağlı mahalle nüfusuna göre sera gazı emisyon miktarı: **875,66 ton CO₂e**

N₂O EMİSYONLARI

* Proses Emisyonları Atıksu Arıtma-Nitrifikasyon/Denitrifikasyon(ICLEI Denklem 10.7)

$$P \times F_{ind-com} \times EF_{nit/denit} \times 10^{-6} \times GWP$$

Veriler:	
Terimler / Açıklama	Değer
P: Atıksu Arıtma tesisi tarafından hizmet verilen toplam nüfus	1.467.920
P _{tot} : Atıksu Arıtma tesisi tarafından hizmet verilen toplam nüfus ve var ise endüstriyel atıklar için düzeltilmiş hali.	1.834.900
F _{ind-com} : Atıksu kanalına endüstriyel ve ticari atık deşarjı olması durumunda.	1,25
EF _{nit/denit} : Nitrifikasyon/denitrifikasyonlu Atıksu arıtma tesisi emisyon faktörü [gN ₂ O/kişi/yıl]	7
g = ton dönüşüm katsayısı	10 ⁻⁶
GWP: Küresel Isınma Katsayısı (N ₂ O)	273
Bağlı Mahalle Nüfusu	705.640

2022 yılı Doğu Atıksu Arıtma Tesisi için;

Tesis Adı	Endüstriyel Atıksu	Nüfus	P _{tot}	N ₂ O (ton CO ₂ e)
BUSKİ DOĞU ATIKSU ARITMA TESİSİ	Y	1.467.920	1.834.900	3.506,49

Osmangazi ilçesinin kanalizasyon hattına bağlı mahalle nüfusuna göre sera gazı emisyon miktarı: **1.685,60 ton CO₂e**

*** Proses Emisyonları Atık Suların Nehir ve Denize Deşarjı ile Oluşan (ICLEI Denklem 10.10)**

$((P_{tot} \times F_{ind-com}) \times (\text{Toplam N Load} - N \text{ uptake} \times BOD_5 \text{ load}) \times E_{F_{effluent}} \times 44/28 \times (1-F_{plant \text{ nit/denit}}) \times 365,25 \times 10^{-3}) \times GWP$

Veriler:		
Terimler / Açıklama		Değer
P _{tot} : Nüfus		1.467.920
F _{ind-com} : Atıksu kanalına endüstriyel ve ticari atık deşarjı olması durumunda.		1,25
Toplam N Yüğü: Toplam Nitrojen Yüğü [kgN/kişi/gün]		0,021
N tutulumu:	Nitrojen tutulumu - aerobik sistem (ör. lagun)	0,05
	Nitrojen tutulumu - anaerobik sistem	0,005
BOD ₅ Yüğü: Kişi başına üretilen BOD ₅ miktarı [kg BOD ₅ / kişi/gün]		0,038
EF _{effluent} : Emisyon faktörü		0,005
Moleküler ağırlık oranı: N ₂ O to N ₂ = 44/28		1,57
F _{plant nit/denit} :	Nitrifikasyon/denitrifikasyonlu Atıksu Arıtma Tesisi tarafından uzaklaştırılan nitrojen oranı	0,7
	Nitrifikasyon/denitrifikasyonsuz Atıksu Arıtma Tesisi tarafından uzaklaştırılan nitrojen oranı	0
Katsayısı:		365,25
kg = ton dönüşüm katsayısı:		10 ⁻³
GWP: Küresel Isınma Katsayısı (N ₂ O):		273
Bağlı Mahalle Nüfusu:		705.640

2022 yılı Doğu Atıksu Arıtma Tesisi için;

Tesis Adı	Endüstriyel Atıksu	Nüfus	P _{tot}	N ₂ O (ton CO ₂ e)
BUSKİ DOĞU ATIKSU ARITMA TESİSİ	Y	1.467.920	1.467.920	8.237,29

Osmangazi ilçesinin kanalizasyon hattına bağlı mahalle nüfusuna göre sera gazı emisyon miktarı: **3.959,73 ton CO₂e**

BUSKİ DOĞU ATIKSU ARITMA TESİSİ				
Kategori	CO ₂	CH ₄ (ton CO ₂ e)	N ₂ O (ton CO ₂ e)	Toplam (ton CO ₂ e)
Kapsam 1 CH ₄ ve N ₂ O Emisyonları	-	875,66	5.645,33	6.520,99

HESAPLAMA – 30

İlçe Adı:	Osmangazi
Faaliyet:	Atıksu Suların Arıtılması ve Deşarj Kaynaklı Emisyonlar (Kapsam 3)
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC III.4.3 (Atık / Atık Su Arıtım ve Deşarjı)
Açıklama:	Bursa İli Osmangazi İlçesi sınırlarında 2022 yılındaki oluşan atıksuların, ilçe sınırları dışında arıtılması(Batı A.A.T) ve deşarjı sırasında oluşan sera gazı salımları hesaplanmıştır. Bilgiler Bursa Büyükşehir Belediyesi' nden talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda metan salımı kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır.

CH₄ Emisyonlar

* Çürütücü gazının eksik yanması ile oluşan durağan emisyonlar (ICLEI denklem 10.2)

$$(P \times \text{Digester Gas} \times F_{CH_4} \times \beta(CH_4) \times (1-DE) \times 0,0283 \times 365,25 \times 10^{-6}) \times GWP$$

Veriler:	
Terimler / Açıklama	Değer
P: Atıksu Arıtma tesisi tarafından hizmet verilen toplam nüfus	402.260
Digester Gas: Kişi başına günlük üretilen çürütücü gazı (ft ₃) [ft ₃ /kişi/gün]	1,00
F _{CH₄} : Biyogaz içindeki CH ₄ oranı	0,65
β(CH ₄): Metan yoğunluğu [g/m ³]	662,00
DE: CH ₄ imha verimliliği	0,99
dönüşüm katsayısı ft ₃ = m ₃	0,0283
Katsayısı [gün/yıl]	365,25
g = ton dönüşüm katsayısı	10 ⁻⁶
GWP: Küresel Isınma Katsayısı (CH ₄)	27,9
Bağlı Mahalle Nüfusu	120.286

2022 yılı Batı Atıksu Arıtma Tesisi için;

Tesis Adı	Anaerobik Çürütücü	Nüfus	Yakılan	CH ₄ (ton CO ₂ e)
BUSKİ BATI ATIKSU ARITMA TESİSİ	Evet	1.467.920	No	499,18

Osmangazi ilçesinin kanalizasyon hattına bağlı mahalle nüfusuna göre sera gazı emisyon miktarı: **149,27 ton CO₂e**

N₂O EMİSYONLARI

* Proses Emisyonları Atıksu Arıtma-Nitrifikasyon/Denitrifikasyon(ICLEI Denklem 10.7)

$$P \times F_{ind-com} \times EF_{nit/denit} \times 10^{-6} \times GWP$$

Veriler:	
Terimler / Açıklama	Değer
P: Atıksu Arıtma tesisi tarafından hizmet verilen toplam nüfus	402.260
F _{ind-com} : Atıksu kanalına endüstriyel ve ticari atık deşarjı olması durumunda.	1,25
EF _{nit/denit} : Nitrifikasyon/denitrifikasyonlu Atıksu arıtma tesisi emisyon faktörü [gN ₂ O/kişi/yıl]	7
g = ton dönüşüm katsayısı	10 ⁻⁶
GWP: Küresel Isınma Katsayısı (N ₂ O)	273
Bağlı Mahalle Nüfusu	120.286

2022 yılı Batı Atıksu Arıtma Tesisi için;

Tesis Adı	Endüstriyel Atıksu	Nüfus	N ₂ O (ton CO ₂ e)
BUSKİ BATI ATIKSU ARITMA TESİSİ	Y	402.260	960,90

Osmangazi ilçesinin kanalizasyon hattına bağlı mahalle nüfusuna göre sera gazı emisyon miktarı: **287,33 ton CO₂e**

*** Proses Emisyonları Atık Suların Nehir ve Denize Deşarjı ile Oluşan (ICLEI Denklem 10.10)**

((P_{tot} x F_{ind-com}) x (Toplam N Load - N uptake x BOD₅ load) x EF_{effluent} x 44/28 x (1-F_{plant nit/denit}) x 365,25 x 10⁻³) x GWP

Veriler:		
Terimler / Açıklama		Değer
P _{tot} : Nüfus		402.260
F _{ind-com} : Atıksu kanalına endüstriyel ve ticari atık deşarjı olması durumunda.		1,25
Toplam N Yüğü: Toplam Nitrojen Yüğü [kgN/kişi/gün]		0,021
N tutulumu:	Nitrojen tutulumu - aerobik sistem (ör. lagun)	0,05
	Nitrojen tutulumu - anaerobik sistem	0,005
BOD ₅ Yüğü: Kişi başına üretilen BOD ₅ miktarı [kg BOD ₅ / kişi/gün]		0,038
EF _{effluent} : Emisyon faktörü		0,005
Moleküler ağırlık oranı: N ₂ O to N ₂ = 44/28		1,57
F _{plant nit/denit} :	Nitrifikasyon/denitrifikasyonlu Atıksu Arıtma Tesisi tarafından uzaklaştırılan nitrojen oranı	0,7
	Nitrifikasyon/denitrifikasyonsuz Atıksu Arıtma Tesisi tarafından uzaklaştırılan nitrojen oranı	0
Katsayısı:		365,25
kg = ton dönüşüm katsayısı:		10-3
GWP: Küresel Isınma Katsayısı (N ₂ O):		273
Bağlı Mahalle Nüfusu:		120.286

2022 yılı Batı Atıksu Arıtma Tesisi için;

Tesis Adı	Endüstriyel Atıksu	Nüfus	P _{tot}	N ₂ O (ton CO ₂ e)
BUSKİ BATI ATIKSU ARITMA TESİSİ	Y	402.260	402.260	2.257,30

Osmangazi ilçesinin kanalizasyon hattına bağlı mahalle nüfusuna göre sera gazı emisyon miktarı: **674,99 ton CO₂e**

BUSKİ BATI ATIKSU ARITMA TESİSİ				
Kategori	CO ₂	CH ₄ (ton CO ₂ e)	N ₂ O (ton CO ₂ e)	Toplam(ton CO ₂ e)
Kapsam 3 CH ₄ ve N ₂ O Emisyonları	-	149,27	962,32	1.111,59

HESAPLAMA – 31

İlçe Adı:	Osmangazi
Faaliyet:	Atıksu Suların Arıtılması ve Deşarj Kaynaklı Emisyonlar (Kapsam 1)
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC III.4.1 (Atık / Atık Su Arıtım ve Deşarjı)
Açıklama:	Bursa İli Osmangazi İlçesi sınırlarında 2022 yılındaki oluşan atıksuların, ilçe sınırları dışında arıtılması(Paket A.A.T' ler (6 adet) Bağlı, Çaybaşı, Dağakça, Seferiışıklar, Küçükdeliller, Kirazlı) ve deşarjı sırasında oluşan sera gazı salımları hesaplanmıştır. Bilgiler Bursa Büyükşehir Belediyesin' den talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda metan salımı kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır.

CH₄ Emisyonlar

* Atıksu Arıtma Havuzları Proses Emisyonları (ICLEI Denklem 10.4)

$$((P \times F_{ind-com}) \times BOD_5 \text{ load} \times (1-F_p) \times B_o \times MCF_{anaerobic} \times 365,25 \times 10^{-3}) \times GWP$$

Veriler:	
Terimler / Açıklama	Değer
P: Atıksu Arıtma tesisi tarafından hizmet verilen toplam nüfus ve var ise endüstriyel atıklar için düzeltilmiş hali.	3.106
F _{ind-com} : Atıksu kanalına endüstriyel ve ticari atık deşarjı olması durumunda.	1,25
BOD ₅ Yüğü: Kişi başına üretilen BOD ₅ miktarı [kg BOD ₅ / kişi/gün]	0,038
F _p : Var ise, ön arıtma ile uzaklaştırılan BOD ₅ oranı	0,325
B _o : Atıksu içerisindeki maksimum CH ₄ üretim miktarı [kg CH ₄ /kg BOD ₅ uzaklaştırılan]	0,6
MCF _{anaerobic} : Anaerobik sistem için CH ₄ düzeltme faktörü	0,8
Katsayısı [gün/yıl]	365,25
kg = ton dönüşüm katsayısı:	10 ⁻³
GWP: Küresel Isınma Katsayısı (CH ₄)	27,9
Bağlı Mahalle Nüfusu	3.106

2022 yılı 3106 kişiye hizmet veren diğer arıtmalar(Paket A.A.T) için hesap;

Tesis Adı	Endüstriyel. Atıksu	Nüfus	CH ₄ (ton CO ₂ e)
OSMANGAZI DİĞER ARITMALAR	N	3.106	487,12

Osmangazi ilçesinin kanalizasyon hattına bağlı mahalle nüfusuna göre sera gazı emisyon miktarı: **487,12 ton CO₂e**

N₂O Emisyonları

* Proses Emisyonları Atıksu Arıtma - Nitrifikasyon/Denitrifikasyon olmayan (ICLEI Denklem 10.8)

$$(P_{tot} \times F_{ind-com}) \times EF_{w/o nit/denit} \times 10^{-6} \times GWP$$

Veriler:				
Terimler / Açıklama				Değer
P _{tot} : Atıksu Arıtma tesisi tarafından hizmet verilen toplam nüfus ve var ise endüstriyel atıklar için düzeltilmiş hali.				3.106
F _{ind-com} : Atıksu kanalına endüstriyel ve ticari atık deşarjı olması durumunda.				1,25
EF _{w/o nit/denit} : Nitrifikasyon/denitrifikasyonlu olmayan Atıksu arıtma tesisi emisyon faktörü [gN ₂ O/kişi/yıl]				3,2
g = ton dönüşüm katsayısı				10 ⁻⁶
GWP: Küresel Isınma Katsayısı (N ₂ O)				273
Bağlı Mahalle Nüfusu				3.106
2022 yılı 3106 kişilik nüfusa hizmet eden diğer arıtmalar için hesap;				
Tesis Adı	Endüstriyel Atıksu	Nüfus	P _{tot}	N ₂ O (ton CO ₂ e)
OSMANGAZİ DİĞER ARITMALAR	N	3.106	3.106	3,39
Osmangazi ilçesinin kanalizasyon hattına bağlı mahalle nüfusuna göre sera gazı emisyon miktarı: 3,39 ton CO ₂ e				
* Proses Emisyonları Atık Suların Nehir ve Denize Deşarjı ile Oluşan (ICLEI Denklem 10.10)				
((P _{tot} x F _{ind-com}) x (Toplam N Load - N uptake x BOD ₅ load) x EF _{effluent} x 44/28 x (1-F _{plant nit/denit}) x 365,25 x 10 ⁻³) x GWP				
Veriler:				
Terimler / Açıklama				Değer
P _{tot} : Nüfus				3.106
F _{ind-com} : Atıksu kanalına endüstriyel ve ticari atık deşarjı olması durumunda.				1,25
Toplam N Yüğü: Toplam Nitrojen Yüğü [kgN/kişi/gün]				0,021
N tutulumu:	Nitrojen tutulumu - aerobik sistem (ör. lagun)			0,05
	Nitrojen tutulumu - anaerobik sistem			0,005
BOD ₅ Yüğü: Kişi başına üretilen BOD ₅ miktarı [kg BOD ₅ / kişi/gün]				0,038
EF _{effluent} : Emisyon faktörü				0,005
Moleküler ağırlık oranı: N ₂ O to N ₂ = 44/28				1,57
F _{plant nit/denit} :	Nitrifikasyon/denitrifikasyonlu Atıksu Arıtma Tesisi tarafından uzaklaştırılan nitrojen oranı			0,7
	Nitrifikasyon/denitrifikasyonsuz Atıksu Arıtma Tesisi tarafından uzaklaştırılan nitrojen oranı			0
Katsayısı:				365,25
kg = ton dönüşüm katsayısı:				10 ⁻³
GWP: Küresel Isınma Katsayısı (N ₂ O):				273
Bağlı Mahalle Nüfusu:				3.106
2022 yılı 3106 kişilik nüfusa hizmet eden diğer arıtmalar için hesap;				
Tesis Adı	Endüstriyel Atıksu	Nüfus	P _{tot}	N ₂ O (ton CO ₂ e)
OSMANGAZİ DİĞER ARITMALAR	N	3.106	3.106	17,43
Osmangazi ilçesinin kanalizasyon hattına bağlı mahalle nüfusuna göre sera gazı emisyon miktarı: 17,43 ton CO ₂ e				
PAKET (6 adet) ATIKSU ARITMA TESİSİ				
Kategori	CO ₂ (ton CO ₂ e)	CH ₄ (ton CO ₂ e)	N ₂ O (ton CO ₂ e)	Toplam(ton CO ₂ e)
Kapsam 1 CH ₄ ve N ₂ O Emisyonları	-	487,12	20,82	507,94

HESAPLAMA – 32

HESAPLAMA – 32		
İlçe Adı:	Osmangazi	
Faaliyet:	Atıksu Suların Arıtılması ve Deşarj Kaynaklı Emisyonlar (Kapsam 1)	
Sera Gazı GPC Kategorisi:	GPC III.4.1 (Atık / Atık Su Arıtım ve Deşarjı)	
Açıklama:	Bursa İli Osmangazi İlçesi sınırlarında bulunan DOSAB(Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi)’ da bulunan sanayi tesislerinden çıkan atıksuyun atıksu arıtma tesisi aracılığıyla arıtılıp deşarjı mevcuttur. Bilgiler DOSAB(Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi) ’ nden talep edilmiş olup gelen veriler doğrultusunda 2022 yılındaki oluşan atıksuların arıtılması (DOSAB A.A.T) ve deşarjı sırasında oluşan sera gazı salımları hesaplanmıştır.	
Veriler:	Toplam Evsel/Endüstriyel Atık Su	15.468.004,00
	Ortalama KOİ Değeri (mg/L) :	977,00
	EF kg CH ₄ / kg COD :	0,075
	Küresel Isınma Potansiyeli(CH ₄) :	27,9
	Tüketim Veri Kalitesi :	Yüksek(Y)
Hesaplama:	Kimyasal İşlem Gören Atık Su miktarı (kg) = KOİ Değeri (kg) :	
	Toplam Evsel/Endüstriyel Atık Su Miktarı (m ³) x Ortalama KOİ Değeri $\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)$ $\times 10^{-6}\left(\frac{\text{kg}}{\text{mg}}\right) \times 10^3\left(\frac{\text{L}}{\text{m}^3}\right)$	
	$= 15.468.004,00 \text{ (m}^3\text{)} \times 977,00 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 10^{-6}\left(\frac{\text{kg}}{\text{mg}}\right) \times 10^3\left(\frac{\text{L}}{\text{m}^3}\right)$	
	= 15.112.239,91 kg	
	Sera Gazı CH₄ Emisyonu (CO₂e olarak) Miktarı :	
$= \text{KOİ Değeri (kg)} \times \text{EF} \left(\frac{\text{kg CH}_4}{\text{kg COD}}\right) \times \text{KIP} \times 10^{-3} \left(\frac{\text{ton}}{\text{kg}}\right)$		
$= 15.112.239,91 \text{ (kg)} \times 0,075 \left(\frac{\text{kg CH}_4}{\text{kg COD}}\right) \times 27,9 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{ton}}{\text{kg}}\right)$		
= 31.622,36 ton CO₂-e /yıl		

20. KONTROL VE ANALİZ

Açıklama	Uygulama
Çalışmada kullanılan kaynakların kontrolü.	Kullanılan veriler, rapor içerisinde hesaplama tablolarında veri kaynakları ile birlikte açıklama kısmında verilmiştir.
Çalışmada kullanılan referans kaynakların arşivlenme yöntemi.	Kullanılan kaynaklar, proje ekibi tarafından hem pdf olarak hemde kaynağa link verilmek suretiyle arşivlenmektedir.
Hesaplama sınırları, temel yıl, yöntem, faaliyet verisi, emisyon faktörü ve diğer parametrelerin seçiminde kullanılan kriterler ve varsayımların belirlenmesi.	Kullanılan varsayım ve yaklaşımlar rapor içerisinde ve hesaplama tablolarında belirtilmiştir.
Yapılan çalışmada kullanılan veri setinde veya uygulanan yöntemlerde değişiklikler yapılması.	Henüz böyle bir durum gerçekleşmemiş olup olması halinde hesaplamanın değişeceği başlık altında ve hesaplama tablosunda belirtilecektir.
Kullanılan emisyon faaliyetlerinin birimleri, parametreler ve diğer dönüşüm faktörlerinin uygunluğu.	IPCC ve GPC raporlama kılavuzları kapsamında uygun birimler, parametreler ve dönüşüm faktörleri kullanılmıştır. Kullanılan birimlerin, faktörlerin uygunluğu süreç boyunca kontrol edilmiştir.
İşlenen verilerin ve kullanılan formüllerin kontrolü.	Süreç boyunca hesaplamalar IPCC ve GPC raporlama kılavuzları kapsamında gerçekleştirilmiş ve yöntemlerin uygunluğu kontrol edilmiştir.
İşlenmemiş veri ve hesaplanan verilerin her birinin tanımlanmasının kontrolü.	Hesaplamalarda kullanılan işlenmemiş veriler ve hesaplanan sonuçlar rapor içerisinde ayrı ayrı ifade edilmiştir.
Kullanılan verilerin ve hesaplamaların zaman serisinin tutarlılığının kontrolü.	Veri toplama yılı 2022 olarak baz alınmıştır. Tüm verilerin 2022 yılı ile tutarlılığı süreç boyunca kontrol edilmiştir. Ulusal veriler için Kasım 2024 yılında güncellenen Ulusal Sera Gazı Envanteri'nden faydalanılmıştır ve IPCC güncellemeleri de göz önünde tutulmuştur. Yöntemlerin güncelliği tüm süreçlerde takip edilmiştir.
Verilerin kategorilere ve sektörlere göre dağıtılması.	Kullanılan verilerde, IPCC ve GPC kriterleri kapsamında sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar bu doğrultularda gerçekleştirilmiştir.

Tablo.29: Analiz ve Kontrol Süreçleri Açıklama, Uygulamaları

21. ENVANTER SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

21.1. Envanter Özeti

2022 yılı envanter döneminde (GPC Basic, hesaplama yapılan 3 kategori; Sabit Enerji, Ulaşım, Atık) Osmangazi İlçesi Kentsel Sera Gazı Envanteri sonuçları **Tablo.30'** da özetlenmiştir:

Emisyon Kaynağı	Kapsam 1	Kapsam 2	Kapsam 3	Temel Seviye Toplam	% Dağılımı	% Dağılımı
	ton CO ₂ e/yıl	ton CO ₂ e/yıl	ton CO ₂ e/yıl	ton CO ₂ e/yıl	Alt Kategori	Ana Kategori
I- SABİT ENERJİ	756.915,689	1.201.616,972	59.960,046	2.018.492,708	69,97%	GPC-I KATEGORİ YÜZDESİ
I.1 Konut Binaları	601.080,201	274.143,310	22.328,414	897.551,925	31,11%	69,97%
I.2 Ticari ve Kurumsal Binalar	93.012,351	279.775,981	22.787,184	395.575,516	13,71%	
I.3 Sanayi Tesisleri	45.225,677	645.431,898	14.659,904	705.317,479	24,45%	
I.4 Enerji Tesisler	5.999,437	IE	IE	IE	0,00%	
I.5 Tarım, Ormancılık, Bahkçılık	0	2.265,783	184,543	2.450,326	0,08%	
I.6 Tanımlanamayan Kaynaklar	NO	NO	NO	0	0,00%	
I.7 Kömür Madenciliğinde oluşan kaçak emisyonlar	0	0	0	0	0,00%	
I.8 Petrol/doğalgaz sistemleri kaçak emisyonlar	17.597,461	0	0	17.597,461	0,61%	
II-ULAŞIM	745.159,287	9.498,757	773,654	755.431,699	26,19%	GPC-II KATEGORİ YÜZDESİ
II.1 Karayolu	745.009,964	IE	IE	745.009,964	25,83%	26,19%
II.2 Demiryolu	NO	9.498,757	773,654	10.272,412	0,36%	
II.3 Denizyolu	NO	NO	NO	-	0,00%	
II.4 Havayolu	149,323	IE	IE	149,323	0,01%	
II.5 Arazi, Yol Dışı	IE	IE	IE	-	0,00%	
III-ATIK	109.681,756	-	1.111,591	110.793,347	3,84%	GPC-III KATEGORİ YÜZDESİ
III.1 Katı Atık Bertarafı (Landfill)	102.652,831	-	-	102.652,831	3,56%	3,84%
III.2 Katı Atıkların Biyolojik Arıtımı	NE	-	NE	-	0,00%	
III.3 Atık Yakma	NO	-	-	-	0,00%	
III.4 Atıksu Arıtımı ve Deşarj	7.028,925	-	1.111,591	8.140,516	0,28%	
Envanter, BASIC (Temel) seviye gereklilikleri doğrultusunda hazırlanmış olup, GPC I-Sabit Enerji, GPC II- Ulaşım, GPV III- Atık ana sektörlerine ait emisyon kaynakları envantere dahil edilmiştir. Bu sektörlerde Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 emisyonları hesaplanmıştır. GPC IV-Endüstriyel Prosesler ve Ürün Kullanımı ve GPC V-Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımları Sektöründe ilçe sınırlarımız dahilinde faaliyet verilerine ulaşamadığı için hesaplama yapılamamıştır.						
TOPLAM SERA GAZI SALIMI					2.884.717,754	
Kişi Başı Sera Gazı, (Ton CO ₂ e/Kişi)					3,237	

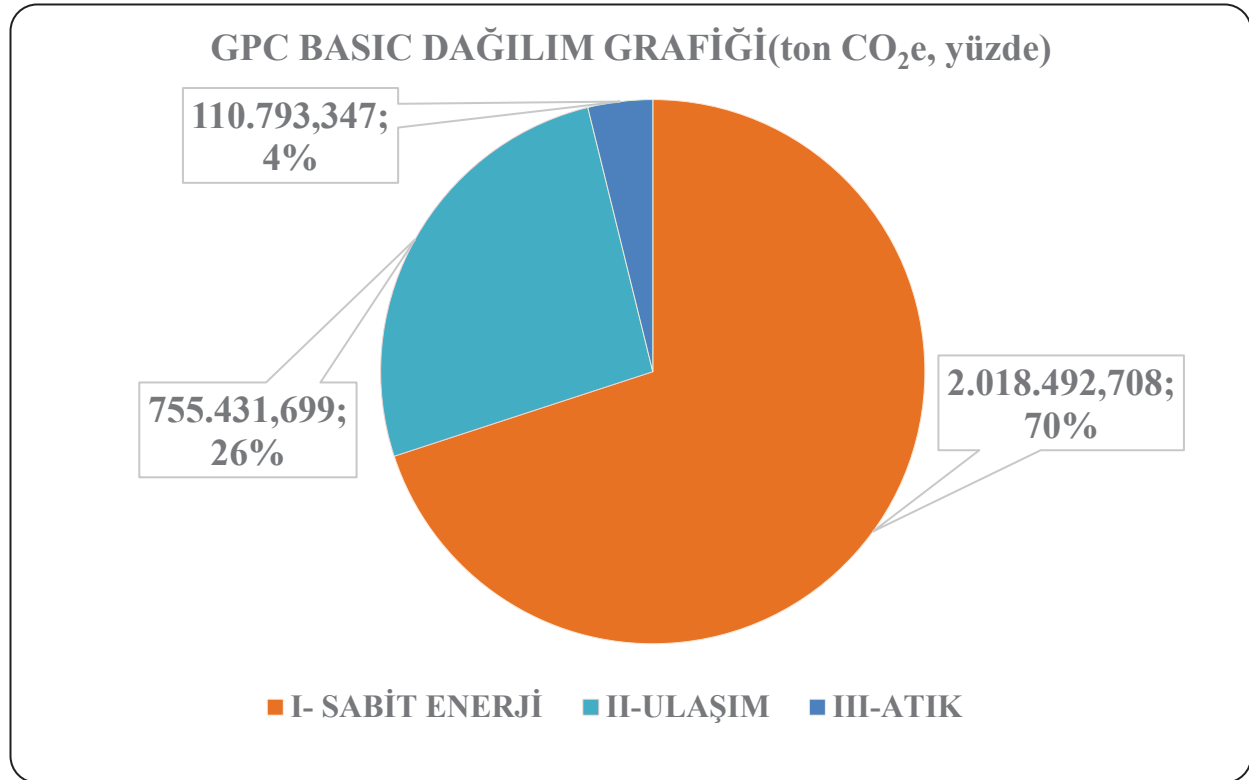
Tablo.30: 2022 yılı Osmangazi Sera Gazı Envanteri Özeti

21.2. Sera Gazı Envanteri Hesaplama Sonuçları-2022

2022 yılı envanter dönemi GPC BASIC envanter kapsamına giren emisyonların toplamı **2.884.717,708 ton CO₂e**'dir. 2022 yılında, kişi başı sera gazı emisyonu ise **3,237 ton CO₂e/kişi** olarak gerçekleşmiştir.

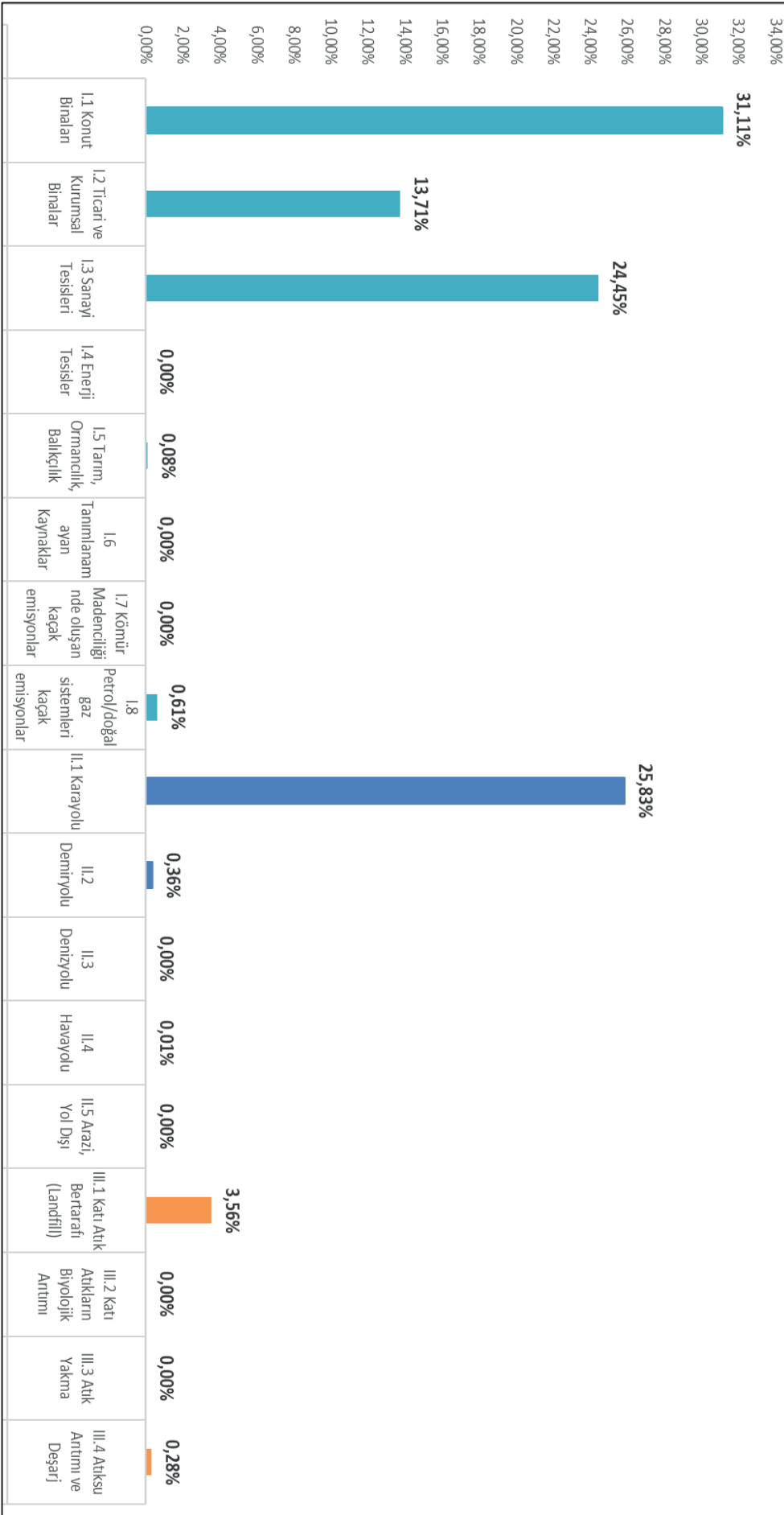
Sera gazı kaynakları sırasıyla : Sabit Enerji - Konut Binaları (% 31,11), Ulaşım – Karayolu Ulaşımı (% 25,83), Sabit Enerji - Sanayi Tesisleri (% 24,45), Sabit Enerji - Ticari ve Kurumsal Binalar (% 13,71), Atık – Katı Atık Bertarafı (% 3,56) ve diğer faaliyetler diğer faaliyetler (% 1,34) olarak gerçekleşmiştir. 2022 envanter dönemine ait detaylı sonuçlar aşağıdadır:

Sonuç olarak, İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Müdürlüğü olarak temel yıl 2022 baz alınarak 'Osmangazi İlçesi Kentsel Sera Gazı Emisyon Envanteri ve İklim Değişikliği Analizi' tamamlanmıştır. Bu proje sayesinde ilçemizin iklim değişikliğine karşı dirençli şehir olma yolunda ilk adımı atılmıştır. Bundan sonraki süreçte ilçemizin iklim değişikliğine karşı uyum çalışmalarına ve sera gazı emisyonu azaltım çalışmalarına katkı sağlayacaktır.



Grafik.52: 2022 Yılı Osmangazi İlçesi GPC Basic Dağılım Grafiği (ton CO₂e, %)

GPC BASIC HESAPLAMA ALT KATEGORİ DAĞILIM GRAFİĞİ



Grafik.53: 2022 Yılı Osmangazi İlçesi GPC Basic Hesaplama Alt Kategorisi Dağılım Grafiği (%)

KAYNAKÇA

AFAD. (2022). Bursa İl Risk Azaltma Planı (IRAP). Bursa İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü.

Erişim adresi: <https://bursa.afad.gov.tr/kurumlar/bursa.afad/Bursa-IRAP.pdf>

Akçakaya, A., Sümer, U.M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S., Çukurçayır, F. (2015). *Yeni senaryolarla Türkiye iklim projeksiyonları ve iklim değişikliği-TR2015-CC. (ss. 1-164)* Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını, Ankara.

<https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-degisikligi-projeksiyon2015.pdf>

Akher, S. K., & Chattopadhyay, S. (2017). Impact of urbanization on land surface temperature—A case study of Kolkata New Town. *The International Journal of Engineering Science*, 6(1), 71–81. <https://doi.org/10.9790/1813-0601027181>

Akın, G. (2006). Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46(2), 29-43.

Altıkat, A., Ekmekyapar Torun, F., & Turan Bayram, T. (2011). Küresel kirlilik: Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye’de hava kirliliği örneği. *Erciyes University Journal of the Institute of Science and Technology*, 27(2), 134–149.

Aydın, L., Babalık, E., Bozkurt, A. Ö. K., Demir, E., Dursun, D. G., Gören, B. G.,

Karapınar, B., Özdemir, E. K., Deniz Özden, A., Tolunay, D., & Toy, S. (2023).

Etkilenebilirlik ve risk analizi metodolojisi ve öncelikli sektörlerin analiz kapsamının belirlenmesi. İklim Uyum Projesi. Erişim adresi:

https://iklimeuyum.org/dokumanlar/Etkilenebilirlik_ve_Risk_Analizi_Metodolojisi_ve_Oncelikli_Sekt%C3%B6rlerin_Analiz_Kapsamının_Belirlenmesi.pdf

Babu, R., Prieto Veramendi, P. M., & Rene, E. R. (2021). Strategies for resource recovery from the organic fraction of municipal solid waste. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 3, 100098. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100098>

Bıyık, Y., & Civelekoğlu, G. (2018). Ulaşım sektöründen kaynaklı karbon ayak izi değişiminin incelenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2(2), 157-166.

<https://doi.org/10.30516/bilgesci.427359>

Bonan, G. B. (2008). Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320(5882), 1444–1449. <https://doi.org/10.1126/science.1155121>

Bursa Şehiriçi Doğalgaz Dağıtım Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (BURSAGAZ). (2023, Eylül 13). *Veri talebi* (Belge No: 2023/5091).

Bursa Ulaşım Toplu Taşıma İşletmeciliği Turizm Sanayi ve Ticaret A.Ş. (BURULAŞ). (2023, Temmuz 12). *Veri Talebi Hk.* (Sayı: 78343740/BRL.O.273/3365-4).



Büyükhşahin, F. (2018). Air pollution with anthropocentric effect and climate change: Antropojenik etkiler ile havanın kirletilmesi ve iklim. *Journal of Human Studies (Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi)*, 1(1), 13-24.

CNN. (2023). Greenland ice shelf glacier melt raises climate concerns. *CNN International*. 21 Ekim 2024 tarihinde alındı, <https://edition.cnn.com/2023/11/07/climate/greenland-ice-shelf-glacier-melt-climate-intl/index.html>

Çamalan G., Akgündüz A.S., Çetin S., Arabacı H., (2019a).“ Türkiye Meteorolojik Kuraklık Projeksiyonları, idRC2019 Uluslararası Afet ve Dirençlilik Kongresi “Riskten Dirençliliğe” , Eskişehir,2019/TURKEY

Çamalan G., Akgündüz A.S., Çetin S., Arabacı H., (2019b).“SPEI Kuraklık İndisi İle Türkiye’de Kuraklık Olaylarının Analizi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi,10. Ulusal Hidroloji Kongresi, 2019 Muğla/TURKEY

Çamalan G., Akgündüz S., Ayvaci H., Çetin S., Arabacı H., Coşkun M.; (2017a). “SPEI indisine göre Türkiye Geneli kuraklık değişim ve eğilim projeksiyonları”, IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, (TİKDEK), İstanbul/TURKEY

Çamalan G., Akgündüz S., Ayvaci H., Çetin S., Arabacı H., Coşkun M.; (2017b). “SPEI kuraklık indisine göre Türkiye’de önümüzdeki yüzyılın kuraklık eğilim projeksiyonu”, 8. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu (ATMOS), İstanbul/TURKEY

Çamalan, G., Akgündüz, A. S., Çetin, S., & Doğan, H. (2021). Türkiye kuraklık projeksiyonları. Araştırma Dairesi Başkanlığı, Meteorolojik Afetler Şube Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını. Ankara.

<https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/kuraklikprojeksiyon.pdf>

Çevre Bakanlığı Yayınları, Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi - BMÇMS (1997)., Ankara

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (t.y.) İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi Eğitimi Projesi: Modül 3. (ss. 1-368) Türkiye Cumhuriyeti ve Avrupa Birliği işbirliğiyle oluşturulan proje. Erişim adresi:

http://iklimiduy.org/modul/iklimiduy_modul_3.pdf

Dağdemir, Ö. (2005). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve ekonomik büyüme: İklim değişikliği politikasının Türkiye imalat sanayii üzerindeki olası etkileri. *Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 60(2), 49-70.

Dai, A., Zhao, T., & Chen, J. (2018). Climate change and drought: a precipitation and evaporation perspective. *Current Climate Change Reports*, 4, 301-312.

Das, S., Ghosh, A., Hazra, S., Ghosha, T., Safra de Campos, R., & Samanta, S. (2020). Linking IPCC AR4 & AR5 frameworks for assessing vulnerability and risk to climate change in the Indian Bengal Delta. *Progress in Disaster Science*, 7, 100110. doi:10.1016/j.pdisas.2



Demir, A. (2022). Paris Anlaşması ve 26. Taraflar Konferansı (COP 26)'nda Türkiye Değerlendirmesi: Yükümlülükler ve Sorumluluklar. *Biological Diversity and Conservation*, 15(2), 162-170. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2022.1088410>

Demirtürk, D. (2021). Sürdürülebilir ulaşım da sera gazı etkisini azaltmaya yönelik çalışmalar. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi (Journal of Engineering Sciences and Design)*, 9(4), 1080-1092. <https://doi.org/10.21923/jesd.932385>

Duczu, M., & Aydın, A. (2023). *Paris Anlaşması Sonrası Dönemde Uluslararası İklim Değişikliği Politikaları*. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/profile/Abdullah-Aydin4/publication/387818255_Paris_Anlaşması_Sonrası_Dönemde_Uluslararası_Iklim_Degisikligi_Politikaları/links/677e4c3e18ad70589ea35e7c/Paris-Anlaşması-Sonrası-Doenemde-Uluslararası-Iklim-Degisikligi-Politikaları.pdf

Duru, B. (2001). *Viyana'dan Kyoto'ya İklim Değişikliği Serüveni*. Mülkiye Dergisi. Erişim Adresi: <https://www.researchgate.net/publication/314449934>.

Ege Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü. (2024). *Hava ve Hava Kirliliği*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Erişim: <https://egethm.csb.gov.tr/hava-ve-hava-kirliligi-i-87404>

Engin, B. (2010). İklim değişikliği ile mücadelede uluslararası iş birliğinin önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2010(2), 71-82.

Eon, R., Wenny, B. N., Poole, E., Eftekharzadeh Kay, S., Montanaro, M., Gerace, H., & Thome, K. J. (2024). Landsat 9 Termal Kızılötesi Sensör-2 (TIRS-2) fırlatma öncesi ve sonrası mekansal tepki performansı. *Uzaktan Algılama*, 16(6), 1065. <https://doi.org/10.3390/rs16061065>

Esen, M., & Batuhan, T. (2024). İklim değişikliğiyle mücadelede kent yönetimleri. *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 140-151. <https://doi.org/10.46482/ebyuifbdergi.1534792>

Fidanoğlu, A. (2024). *Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi'nin sürdürülebilir yaşam için mücadelesi*. İKSAD Yayınları. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10607491>

Fong, W. K., Sotos, M., Doust, M., Schultz, S., Marques, A., & Beck, C. D. (2014). Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories: An Accounting and Reporting Standard for Cities Version 1.1. Greenhouse Gas Protocol. World Resources Institute, C40 Cities, ICLEI - Local Governments for Sustainability. Erişim adresi: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC_Full_MASTER_RW_v7.pdf

GIZ, & EURAC. (2017). Risk supplement to the vulnerability sourcebook: Guidance on how to apply the vulnerability sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. Bonn, Germany: GIZ.

Global Carbon Project. (2024). *Global methane budget*. Retrieved March 19, 2025, from <https://www.globalcarbonproject.org/methanebudget/index.htm>



Guo, W., Xi, B., Huang, C., Li, J., Tang, Z., Li, W., Ma, C., & Wu, W. (2021). Solid waste management in China: Policy and driving factors in 2004–2019. *Resources, Conservation and Recycling*, 173, 105727. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105727>

Guo-Yu, R. E. N. (2015). Urbanization as a major driver of urban climate change. *Advances in Climate Change Research*, (6)1, 1-6.

Haliç Çevre Laboratuvarı.(2024). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*. Erişim Adresi: <https://haliclab.com>

Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2024). Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri. Erişim adresi: <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/ced/hava-kirliligi.html>

Hiçyılmaz, B., Alataş, S., & Karakaya, E. (2022). *Sanayide karbonsuzlaşma: Malzeme etkinliği stratejilerinin rolü*. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 1(2), 81-118.

IPCC. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. Institute for Global Environmental Strategies. Retrieved from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

IPCC. (2012). *Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel*

IPCC. (2021a). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

IPCC. (2021b). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Supplementary Material: Chapter 7. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Retrieved from https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FGD_Chapter07_SM.pdf

IPCC. (2022a). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>, (Erişim tarihi:19.10.2024).

IPCC. (2022b). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. Erişim adresi: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

IPCC. (2024). *About the IPCC*. Erişim adresi: <https://www.ipcc.ch/>

Johnson, K., Depietri, Y., & Breil, M. (2016). Multi-hazard risk assessment of two Hong Kong districts. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 19, 311–323.



Kanat, Z., & Keskin, A. (2018). Dünyada iklim değişikliği üzerine yapılan çalışmalar ve Türkiye'de mevcut durum. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Atatürk Univ. Journal of the Agricultural Faculty)*, 49(1), 67-78.

Karabayır, A. (2025). İklim değişikliğinin tarım ve hayvancılığa etkileri [The effects of climate change on agriculture and animal raising]. *Şura Akademi Dergisi - Journal of Şura Akademi*, (8), 11-22.

Karadeniz Teknik Üniversitesi. (2024). *Hava kirliliği*. Erişim Adresi: https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormankoruma_d0053.pdf

Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği Ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.30803/adusobed.188842>

Kemal, Ö. O. (2017). *Montreal Protokolü Sözleşmesi*. *Doğa Dergisi*. Erişim Adresi: <https://www.dogadergisi.com/montreal-protokolu-sozlesmesi/>

Keskin, T. (2011). İklim Değişikliği ve Enerji Sektörü. *Mühendis ve Makine*, 52(617), 64-69. [Landsat Missions | U.S. Geological Survey](https://landsat.missions.usgs.gov/)

Landsat/USGS. <http://landsat.usgs.gov/>

Lawrence Berkeley National Laboratory. (t.y.). *ESS-DIVE: CDIAC data collection*. Environmental System Science Data Infrastructure for a Virtual Ecosystem. Retrieved March 19, 2025, from <https://data.ess-dive.lbl.gov/portals/CDIAC>

Mentese, S. (2017). Çevresel sürdürülebilirlik açısından toprak, su ve hava kirliliği: Teorik bir inceleme. *Journal of International Social Research*, 10(53), 381-389. <https://doi.org/10.17719/jisr.20175334127>

MGM. (2022). Gün Derece Verileri. Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx?g=yillik&m=06-00&y=2022&a=08#sfB>

MGM. (2023a). *2022 İklim Raporu (ss. 1–25)*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/files/iklim/yillikiklim/2022-iklim-raporu.pdf>

MGM. (2023b). *Köppen iklim sınıflandırması*. 21 Ekim 2024 tarihinde alındı, https://www.mgm.gov.tr/files/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf

MGM. (2024a). *2023 İklim Raporu (ss. 1–27)*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2023-iklim-raporu.pdf>

MGM. (2024b). *2023 Toprak 5 cm Parametre Analizi (ss. 1-4)*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/2024-toprak-5cm.pdf>

MGM. (2024c). *2023 Toprak 10 cm Parametre Analizi (ss. 1-4)*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/2024-toprak-10cm.pdf>



MGM. (2024d). 2023 Toprak 20 cm Parametre Analizi (ss. 1-4). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/2024-toprak-20cm.pdf>

MGM. (2024e). 2023 Toprak 50 cm Parametre Analizi (ss. 1-4). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/2024-toprak-50cm.pdf>

MGM. (2024f). Buharlaştırma. Erişim Adresi: <https://www.mgm.gov.tr/arastirma/buharlasma.aspx?s=2#:~:text=Meteorolojik%20Fakt%C3%B6rler,etkileyen%20%C3%B6nemli%20meteorolojik%20fakt%C3%B6rler%20aras%C4%B1nda%C4%B1r.>

Moss, R., Babiker, M., Brinkman, S., Calvo, E., Carter, T., Edmonds, J., Elgizouli, I., Emori, S., Erda, L., Hibbard, K., Jones, R., Kainuma, M., Kelleher, J., Lamarque, J. F., Manning, M., Matthews, B., Meehl, J., Meyer, L., Mitchell, J., Nakicenovic, N., O'Neill, B., Pichs, R., Riahi, K., Rose, S., Runci, P., Stouffer, R., van Vuuren, D., Weyant, J., Wilbanks, T., van Ypersele, J. P., & Zurek, M. (2008). Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies: Technical Summary . Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 25 pp.

NASA Jet Propulsion Laboratory. (2024). Merged TP J1 OSTM OST GMSL ASCII V52: GMSL TPJAOS 5.2. NASA Earthdata. https://archive.podaac.earthdata.nasa.gov/podaac-ops-cumulus-protected/MERGED_TP_J1_OSTM_OST_GMSL_ASCII_V52/GMSL_TPJAOS_5.2.txt

NASA Jet Propulsion Laboratory. (2025a). Antarctica Mass Tellus Mascon CRI Time Series RL06.3 V4. NASA Earthdata. https://archive.podaac.earthdata.nasa.gov/podaac-ops-cumulus-protected/ANTARCTICA_MASS_TELLUS_MASCON_CRI_TIME_SERIES_RL06.3_V4/antarctica_mass_200204_202501.txt

NASA Jet Propulsion Laboratory. (2025b). Greenland Mass Tellus Mascon CRI Time Series RL06.3 V4. NASA Earthdata. https://archive.podaac.earthdata.nasa.gov/podaac-ops-cumulus-protected/GREENLAND_MASS_TELLUS_MASCON_CRI_TIME_SERIES_RL06.3_V4/greenland_mass_200204_202501.txt

NASA Jet Propulsion Laboratory. (2025c). Greenhouse gases data portal. National Aeronautics and Space Administration. Retrieved March 19, 2025, from <https://earth.jpl.nasa.gov/emit/data/data-portal/Greenhouse-Gases/>

NASA Jet Propulsion Laboratory. (t.y.). AVIRIS-NG: Airborne visible/infrared imaging spectrometer next generation. National Aeronautics and Space Administration. Retrieved March 19, 2025, from <https://avirisng.jpl.nasa.gov/index.html>

NASA Sea Level Change Team. (t.y.). Understanding sea level: Global sea level overview. NASA. <https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/global-sea-level/overview/>

NASA. (2022). Methane super-emitters mapped by NASA's new Earth space mission. NASA Climate Change. Retrieved March 19, 2025, from <https://climate.nasa.gov/news/3228/methane-super-emitters-mapped-by-nasas-new-earth-space-mission/?intent=121>



NASA. (t.y.a). *Monthly mean CO₂ values at Mauna Loa.* NOAA Global Monitoring Laboratory. Retrieved October 19, 2024,, from https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/co2/co2_mm_mlo.txt

NASA. (t.y.b). *Carbon cycle greenhouse gases: Trends.* NOAA Global Monitoring Laboratory. Retrieved March 19, 2025, from <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>

NASA. (t.y.c). *Earth Science Division Visualizations: Carbon and Climate* [Video]. NASA Scientific Visualization Studio. Retrieved October 19, 2024, from <https://svs.gsfc.nasa.gov/4990>

NASA. (t.y.d). *Carbon dioxide: Vital signs.* NASA Climate Change. Retrieved October 19, 2024, from <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/?intent=121>

NASA. (t.y.e). *Watching Earth breathe: The seasonal vegetation cycle and atmospheric carbon dioxide.* NASA Jet Propulsion Laboratory. Retrieved October 19, 2024, from <https://airs.jpl.nasa.gov/resources/122/watching-earth-breathe-the-seasonal-vegetation-cycle-and-atmospheric-carbon-dioxide/>

NASA. (t.y.f). *Global mean estimates based on land and ocean data.* NASA Goddard Institute for Space Studies. Retrieved March 19, 2025, from https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/graph_data/Global_Mean_Estimates_based_on_Land_and_Ocean_Data/graph.txt

NASA. (t.y.e). *Earth observing fleet: 3D fleet in real time.* NASA Scientific Visualization Studio. Retrieved March 19, 2025, from <https://svs.gsfc.nasa.gov/4964>

NASA. (t.y.g). *Monthly mean CH₄ values: Global data.* NOAA Global Monitoring Laboratory. Retrieved March 19, 2025, from https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/ch4/ch4_mm_gl.txt

NASA. (t.y.h). *Arctic-Boreal vulnerability experiment (ABoVE).* Retrieved March 19, 2025, from <https://above.nasa.gov/>

NASA. (t.y.i). *NASA fieldwork studies signs of climate change in Arctic Boreal regions.* Retrieved March 19, 2025, from <https://www.nasa.gov/earth-and-climate/nasa-fieldwork-studies-signs-of-climate-change-in-arctic-boreal-regions/>

NASA. (t.y.i). *ECCO V4r5 extended ocean heat content anomaly data.* Retrieved March 19, 2025, from https://climate.nasa.gov/internal_resources/2745/ECCO_V4r5_ext_to_20230615_OHC_ZJ_YY_YY-MM_anom.json?intent=121

NASA's Scientific Visualization Studio. (2022). *Greenland mass change (2002-2022).* NASA. <https://svs.gsfc.nasa.gov/5036>

National Centers for Environmental Information (NCEI). (t.y.). *Pentadal ocean heat content data for 0-2000m depth.* Retrieved March 19, 2025, from https://www.ncei.noaa.gov/data/oceans/woa/DATA_ANALYSIS/3M_HEAT_CONTENT/DATA/basin/pentad/pent_h22-w0-2000m.dat



National Snow and Ice Data Center. (2022, September). Arctic sea ice minimum ties tenth lowest. NSIDC. <https://nsidc.org/arcticseaicenews/2022/09/arctic-sea-ice-minimum-ties-tenth-lowest/>

Nguyen, C. (2015). Development and application of a social vulnerability index at the local scale. Melbourne: RMIT University. <https://cutt.ly/CvA1qnP> adresinden alındı

Nguyen, C., Horne, R., Fien, J., & Cheong, F. (2017). Assessment of social vulnerability to climate change at the local scale: Development and application of a Social Vulnerability Index. *Climatic Change*, 143(3–4), 355–370. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2012-2>

Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1–24. <https://doi.org/10.1002/qj.49710845502>

Osmangazi Belediyesi. (t.y.). *Osmangazi ilçesi hakkında*. 21 Mart 2025 tarihinde alındı, <http://www.osmangazi.bel.tr/tr/osmangazi/ilcemiz-hakkinda>

Öztürk, İ. (2015). *Katı atık yönetimi ve AB uyumlu uygulamaları*. İstanbul: İSTAÇ Teknik Kitaplar Serisi.

Partigöç, N. S., & Çubukçu, K. M. (2017). Hava kirliliği ve kent ilişkisine ampirik bakış: Ekolojik sürdürülebilirlik ekseninde bir değerlendirme. *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 28-45. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/adbad/issue/33581/334876>

Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). *Köppen iklim sınıflandırması*. 21 Mart 2025 tarihinde alındı, <https://people.eng.unimelb.edu.au/mpeel/koppen.html>

Polat, M. A., & Özkök, C. S. (2022). Ulaşımdan Kaynaklanan Hava Kirliliği ve Ekonomik Büyümenin Sağlık Harcamaları Üzerine Etkileri: Türkiye Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 18(1), 115.

Rizwan, A. M., Dennis, L. Y. C., & Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences*, 20(1), 120–128. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)60019-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)60019-4)

Santamouris, M. (2020). Heat island research in Europe: The state of the art. *Advances in Building Energy Research*, 4(1), 27–45

Sargıncı, M., Dönmez, A. H., & Yıldız, O. (2022). Biyosferde Su Döngüsü ve Bitkiler Tarafından Suyun Alınma Mekanizmaları. *Düzce Üniversitesi Süs ve Tıbbi Bitkiler Botanik Bahçesi Dergisi*, 1(1), 8-20.

Sümer, G. Ç. (2014). Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye’de Hava Kirliliğini Önlemeye Yönelik Yasal Düzenlemele-rin ve Örgütlenmelerin İncelenmesi. *Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Dergisi*(13), 37-56. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.232135>

Sweeney, C., Dlugokencky, E., Miller, C. E., Wofsy, S., Karion, A., Dinardo, S., Chang, R. Y.-W., Miller, J. B., Bruhwiler, L., Crotwell, A. M., Newberger, T., McKain, K., Taş, R. S., Wolter, S. E., Lang, P. E., & Tans, P. (2016). Despite significant increases in North Slope of



Alaska air temperature, no significant increase in long-term CH₄ emissions. *Geophysical Research Letters*, 43(12), 6604–6611. <https://doi.org/10.1002/2016GL069292>

Şahinöz, A. (2023). Ekonomik büyüme ve ekolojik sürdürülebilirlik. İçinde A. Akkuş (Ed.), *Kapadokya Ekonomi Toplantıları VI: Ekolojik sürdürülebilirlik ve ekolojik tarım* (ss. 11-31). Kapadokya Üniversitesi Yayınları.

Şimşek, Ç. K., & Şengezer, B. (2012). İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi. *Megaron*, 7(2), 116–128

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2013). *Türkiye iklim değişikliği 5. bildirimi*. Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Erişim adresi: <http://www.iklim.gov.tr>.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2008). Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği. Resmî Gazete Tarihi: 06.06.2008, Sayı: 26898. Erişim adresi: Mevzuat Bilgi Sistemi

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024a). Havza İzleme Sistemi. Erişim adresi: <https://sim.csb.gov.tr/Home/HKI?baslik=HAVZA%20%C4%B0ZLEME%20S%C4%B0STEM%C4%B0>

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024b). Hava Kalitesi İzleme Servisi. Erişim adresi: <https://sim.csb.gov.tr/Services/AirQuality>

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024c). İstasyon Verileri İndirme Raporu. Erişim adresi: https://sim.csb.gov.tr/STN/STN_Report/StationDataDownloadNew

T.C. Dışişleri Bakanlığı. (t.y.a). Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü. Erişim Adresi: <https://www.mfa.gov.tr/viyana-sozlesmesi-ve-montreal-protokolu.tr.mfa>

T.C. Dışişleri Bakanlığı. (t.y.b). Paris Anlaşması. Erişim adresi: <https://mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>

T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2024a). İklim değişikliğiyle mücadelenin önemi. *T.C. Dışişleri Bakanlığı*. <https://www.mfa.gov.tr/iklim-degisikligiyle-mucadelenin-onemi.tr.mfa>

T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2024b). Erişim Adresi. <https://www.mfa.gov.tr/>

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2023, Temmuz 21). *Veri talebiniz hk.* (E-14644415-130.03.01-727515). Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2023a). *Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu*. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=026SALitzRU=>

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2023b). *Doğal gaz piyasası 2022 yılı sektör raporu*. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=J3PMRLrxosE=>



T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2023c). Petrol piyasası 2022 yılı sektör raporu.
<https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=VB8jdt417k=>

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023). Bursa Yenilenebilir Enerji Potansiyeli Atlası (REPA). Erişim adresi: <https://repa.enerji.gov.tr/REPA/iller/BURSA-REPA.pdf>

Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (t.y.). Enerji projeleri ve uygulamaları. 21 Ekim 2024 tarihinde alındı,
<https://gepa.enerji.gov.tr/pages/16.aspx>

T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2024, 23 Eylül). Rasat bilgisi ve bilgi istekleri.
E-95579059-107-381139 sayılı yazı.

T.C. Osmangazi Kaymakamlığı. (t.y.). İlçemizin tarihi ve coğrafi yapısı. 21 Ekim 2024 tarihinde alındı, <http://www.osmangazi.gov.tr/ilcemizin-tarihi-ve-cografya-yapisi>

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (t.y.). SEGE. 21 Ekim 2024 tarihinde alındı, <https://www.sanayi.gov.tr/merkez-birimi/b94224510b7b/sege>

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2025, 28 Şubat).
Osmangazi Belediyesi veri talebi (Belge No: E-72995521-605.01-18199046)

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2017). Ulusal Kuraklık Yönetimi Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2017-2023). Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ulusal%20Kuraklik%20Yoneti%20Strateji%20Belgesi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1/Ulusal%20Kuraklik%20Yoneti%20Strateji%20Belgesi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1.pdf>

Tuğaç, Ç. (2022). İklim değişikliği ve kentsel dirençlilik bağlamında yeşil ulaşım. İdealkent, 13(36), 545–575. <https://doi.org/10.31198/idealkent.1061386>

Turoğlu, H. (2019). Kentsel Isı Adası Etkisi ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle İncelenmesi. Coğrafya Dergisi, 39(1), 45–60. <https://doi.org/10.26650/jgeog2019-0001>

Türkeş, M. ve Tatlı, H. (2010). “Kuraklık ve Yağış Etkinliği indislerinin Çölleşmenin Belirlenmesi, Nitelenmesi ve izlenmesindeki Rolü” Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 245–263, Çorum.

Türkiye Bilimler Akademisi. (2020). Türkiye’de iklim değişimi ve halk sağlığı raporu (M. Şeker, İ. Koyuncu, & İ. Öztürk, Edt.). Ankara, Türkiye.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2025). İl ve İlçelere Göre İl/İlçe Merkezi, Belde/Köy Nüfusu ve Yıllık Nüfus Artış Hızı. 21 Mart 2025 tarihinde alındı, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49685>

U.S. Environmental Protection Agency. (2024). Air Quality Index (AQI).
Erişim adresi: <https://www.airnow.gov/aqi/>



Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş. (UEDAŞ). (2023, Temmuz 20). Tahakkuk ve Tahsilat Yönetmeliği (Evrak No: 17119).

Voogt, J. A., & Oke, T. R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. Remote Sensing of Environment, 86(3), 370–384. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8)

WHO (2021). WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Erişim adresi: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>

Wilhite, D.A., Glantz M.H. , (1985). Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. Water Int., 10, 111–120.

World Meteorological Organization (WMO). (2016). Handbook of drought indicators and indices. Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.



Kitaba ulaşmak için
QR kodu tarayın.



444 16 01



osmangazi.bel.tr



[osmangazibld](#)