



**TMMOB
ÇEVRE MÜHENDİSLERİ ODASI
BURSA ŞUBESİ**

**BURSA HAVA KALİTESİ
DEĞERLENDİRMESİ RAPORU**



HAZİRAN 2023

İÇİNDEKİLER	
1.GİRİŞ	2
2.KLASİK HAVA KİRLETİCİLERİ VE ÖZELLİKLERİ	3
2.1. Doğal Hava Kirleticileri	3
2.2. Antropojenik Hava Kirleticileri	3
2.2.1. Karbonmonoksit (CO)	3
2.2.2. Kükürtdioksit (SO ₂)	4
2.2.3. Azot Oksitler (NO _x)	4
2.2.4. Ozon (O ₃)	5
2.2.5. Partikül Maddeler	5
3. İLİMİZİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ	6
4. HAVA KALİTESİ VERİLERİ VE İNDEKSİ	8
5. HAVA KALİTESİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	9
5.1. Yıllık Verilerin Değerlendirilmesi	10
5.1.1. PM ₁₀	10
5.1.2. PM _{2,5}	14
5.1.3. SO ₂	17
5.1.4. NO ₂	23
5.1.5. CO	28
6. İLİMİZDE ÖZEL KİRLETİCİLERE YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR	29
6.1. Kalıcı Organik Kirleticiler (KOK)	29
6.1.1. Çok Bromlu Difenil Eterler (PBDEler)	30
6.1.2. Heksabromocyclododekan (HBCDD)	31
6.1.3. Çok Halkalı Hidrokarbonlar (PAHlar)	32
6.1.4. Poli Klorlu Bifeniller (PCBler)	33
6.1.5. Organoklorlu Pestisitler (OCPlar)	33
6.1.6. Polikloru dibenzo-p-dioksinler / furanlar (PCDD/F)	34
6.2. Diğer Özel Kirleticiler	35
6.2.1. Organofosfat Ester Alev Geciktiriciler (OPFRlar)	35
6.2.2. Cıva	35
6.2.3. Yağ Buharı	36
7. HAVA KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİNE YÖNELİK TEDBİRLER	38
8. KAYNAKÇA	41

1.GİRİŞ

Günümüzde çeşitlenerek artan çevre sorunları doğa ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu tehdidin başında gelen hava kirliliği, küresel olarak ölümlere ve hastalıklara yol açmaktadır. Dünyada özellikle iç ortam hava kirliliği nedeniyle çoğunluğu gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere yılda yaklaşık olarak 4,3 milyon kişinin, dış ortam hava kirliliği nedeniyle ise yaklaşık olarak 3,7 milyon kişinin yaşamını yitirdiği tahmin edilmektedir (WHO, 2016). OECD verilerine göre her yıl en az 30.000 vatandaşımız hava kirliliğine bağlı hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 2013 yılında, **hava kirliliğini kansere yol açan etmenler listesine almış**, hava kirliliğinin özellikle akciğer kanserinin nedeni olduğunu ve mesane kanseri riskini arttırdığını açıklamıştır.

Artan nüfus ve gelişen teknoloji, kentlerin büyümesine ve sanayi kuruluşlarının yaygınlaşmasına, dolayısıyla hava kirliliğinin artmasına sebep olmaktadır. Isınma amaçlı yakılan fosil yakıtlar, endüstriyel emisyonlar, trafikteki taşıtlardan salınan egzoz gazları, termik santraller ve çimento fabrikaları başlıca hava kirliliği kaynakları olarak kabul edilmektedir (Yılmaz vd., 2020).

Hava kirliliği çeşitli doğal ve antropojenik (insan kaynaklı) emisyon kaynaklarından oluşabilmektedir. Bunlar kaynaklarından doğrudan havaya deşarj edildikleri için birincil kirleticiler olarak adlandırılmaktadır ve genellikle SO₂, NO_x, CO, Pb, organikler ve partikül maddeler gibi kirleticileri içermektedir. Bu kirleticiler atmosfere ulaştıklarında dispersiyon ve taşınmaya maruz kalmaktadır. Ayrıca kimyasal ve fiziksel dönüşümlere uğrayarak gaz ve partikül formdaki ikincil kirleticileri oluşturmaktadır. Kirleticilerin bir kısmı yeryüzüne ıslak veya kuru çökme ile çökerek giderilmektedir ve insanlar, hayvanlar, su ekosistemleri, bitkiler ve materyaller gibi birçok alıcıyı etkilemektedir (Cindoruk ve Özengin,2019).

Kirletici emisyonlarının yanı sıra bir bölgede gözlenen hava kirliliği seviyelerinin rüzgar, sis ve yüksek basınç gibi meteorolojik etmenler ile ilişkili olarak yükseldiğini ortaya koyan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır [(Özdemir, 2019), (Özdemir vd., 2018) (Ünal vd., 2011)].

Meteorolojik hava koşullarındaki değişimlere benzer şekilde dinamik bir yapıya sahip olan hava kalitesi önemli mekansal ve dönemsel değişimlere sahip olabilmektedir. Bu noktada, hava kalitesinin sürekli izlenmesi gereği bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Kalitedeki olumsuz görünümlere ilişkin eğilimlerin incelenmesi veya hava kalitesi korunumu ve iyileşmelerinde sağlanan başarıların sürdürülebilir bir yaklaşımla sürekli güncellenerek değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Dikmen, 2019).

Çevre Mühendisliği, hava kirliliğinin belirlenmesi ve uygun çözüm yollarının bulunması hususunda kilit öneme sahiptir. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Bursa Şubesi olarak mesleğimizin vermiş olduğu tecrübe ve deneyim ile sanayi, ulaşım, ısınma, trafik, topoğrafik, meteorolojik şartlar ve çevresel etmenler gibi hava kalitesine etki eden faktörlerin

değerlendirilmesi, kamuoyunun bilgilendirilmesi ve mevcut hava kirliliğinin önlenmesine ilişkin çözüm önerilerinin sunulması başlıca sorumluluklarımızdandır.

2. KLASİK HAVA KİRLETİCİLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Kentsel alanda kirletici maddeler insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zarar verecek şekilde, yoğunlukta ve sürede havada katı, sıvı ve gaz formlarda bulunmaktadır. Klasik hava kirleticileri CO, azot oksitler, sülfür oksitler, hidrokarbonlar ve partikül maddelerdir (hem katı hem de sıvı). Hava kirleticileri, doğal ve antropojenik (insan faaliyetleri neticesinde ortaya çıkan) olmak üzere temel iki kaynağı bulunmaktadır (Saral, 2011).

2.1. Doğal Hava Kirleticileri:

Volkanik patlamalar, orman yangınları, biyojenik faaliyetler, bitki ve hayvan artıklarının bozulması atmosfere çeşitli gaz ve partiküllerin salınmasına neden olmaktadır. Dünyanın çeşitli yerlerinde zaman zaman volkanik faaliyet gösteren yanardağlar önemli bir doğal hava kirletici kaynaktır. Benzer şekilde, özellikle yaz aylarında meydana gelen orman yangınları da atmosfere kirletici gaz ve toz yaymaktadır. Bunların dışında tarımsal faaliyetler, bitki ve hayvan artıklarının bozulma ürünleri de hava kirletici kaynakları arasında yer almaktadır (Boubel, 2008).

2.2. Antropojenik Hava Kirleticileri:

Hava kirliliğine neden olan antropojenik kaynaklar, insanların faaliyetleri sonucu oluşan kaynaklardır (Cengiz, 2013). Klasik hava kirleticiler genellikle antropojenik faaliyetler sonucu atmosfere deşarj edilmektedir. Isıtma amacıyla konutlarda/iş yerlerinde yakıt kullanımı, ulaşım, taşıt trafiğı, sanayi faaliyetleri olarak sınıflandırılabilir. Ev ve işyerlerinde ısınma amacıyla kullanılan katı (kömür), sıvı (fuel oil) ve gaz (doğal gaz) yakıtların yanması sonucu hava kirleticileri ortaya çıkmaktadır. Isınma sistemlerinden kaynaklanan hava kirliliğı yakıt özelliğine ve yakma sistemine bağıli değışiklik göstermektedir. Ortaya çıkan bu kirleticiler, yerleşim alanlarında yaşanan hava kirliliğinin önemli bir bölümünden sorumludur. Yakma sistemlerinden kaynaklanan kirleticiler, yaşadığımız kentlerde özellikle kış mevsiminde önemli bir hava kirliliğı sorunu oluşturmaktadır (Demirarslan, ve Akıncı 2018). Karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO₂), azot oksitler (NO₂, NO, NO_x), ozon (O₃) ve partikül madde (PM) başlıca hava kirleticileri olarak sayılabilmektedir.

2.2.1. Karbonmonoksit (CO):

Karbonmonoksit (CO), kokusuz ve renksiz bir gazdır. Yakıtların yapısındaki karbonun tam yanmaması sonucunda oluşmaktadır. CO derişimleri, tipik olarak soğuk mevsimlerde en yüksek değere ulaşmaktadır. Soğuk mevsimlerde çok yüksek değerlere ulaşılmasının bir sebebi de enverziyon durumudur. CO'in global arka plan konsantrasyonu 0,06 ve 0,17 mg/m³ arasında bulunmaktadır. 2000/69/EC sayılı AB direktifinde CO ile ilgili sınır değerler tespit edilmiştir. Enverziyon, sıcak havanın soğuk havanın üzerinde bulunarak, havanın dikey olarak birbiriyle karışmasının engellenmesi durumudur. Kirlilik böylece yer seviyesine yakın soğuk hava tabakasının içerisinde toplanmaktadır. CO'in ana kaynağı trafik ve trafikteki sıkışıklıktır.

İnsan sağlığına etkileri açısından CO, akciğer yolu ile kan dolaşımına girmektedir ve kimyasal olarak oksijeni hucrelere taşıyan hemoglobinle bağlanmaktadır. Bu yolla, organ ve dokulara ulaşan oksijen miktarını azaltmaktadır. Sağlıklı kişilerin yüksek seviyelerdeki CO'e maruz kalması ile algılama ve gözün görme gücü etkilenebilmektedir. Hafif ve daha ağır kalp ve solunum sistemi hastalığı olan kişiler ve henüz doğmamış veya yeni doğmuş bebekler, CO kirliliğine karşı en riskli grubu oluşturmaktadır.

2.2.2.Kükürt dioksit (SO₂) :

Özellikle katı ve sıvı yakıtlarda bulunan kükürdün yanması sonucu oluşan, renksiz, yanmayan ve parlamayan bir gazdır. Kükürt, ham petrol, kömür, alüminyum, bakır, çinko, kurşun, demir gibi maden cevherlerinde doğal olarak bol miktarda bulunmaktadır. SO_x gazları ise petrol, kömür gibi kükürt içeren katı ve sıvı yakıtların yanması sonucu oluşmaktadır. Petrolden benzin ekstrakte edilmesi ve maden cevherlerinden metallerin zenginleştirilmesi gibi prosesler sonucunda da SO_x gazları oluşmaktadır (Tecer, 2011). Elektrik retiminde kullanılan yakıtlar atmosfere salınan SO₂'nin en büyük kaynağıdır. Özellikle yakıt olarak kömür kullanan termik santraller büyük miktarlarda SO₂ emisyonu salmaktadır. Bunun dışında ham madde işleyen ve üretim yapan endüstriler de önemli SO₂ kaynaklarıdır. Petrol rafineleri, imento fabrikaları, metalürji endüstrisi gibi tesisler atmosfere SO₂ salınımını gerçekleştirmektedir. Kentlerdeki konut ve işyeri ısıtmasında kullanılan katı ve sıvı yakıtlar, kent atmosferindeki SO₂ kirleticisinin önemli kaynaklarıdır. SO₂ asit yağmurları olarak adlandırılan çevresel bir problemin de sorumlusudur. SO₂ atmosferdeki nemde znerek, güneş ışığı ve bazı kimyasalların varlığında sülfürik asite dnrmektedir. Böylece asit yağmurlarının oluşmasında en önemli katkıyı yapmaktadır. Asit yağmurları da başta ormanlar olmak üzere pek çok çevresel tahribata sebep olmaktadır (Keçebaş, 2010).

İnsan sağlığına etkileri açısından SO₂, asidik bir gazdır. Özellikle astım, kalp ve akciğer hastaları, ocuk ve yaşlılar SO₂ kirliliği açısından risk altındadır. Sağlıklı kişilerin yüksek konsantrasyonlarda uzun süreli maruziyetleri sonucunda solunum sistemi tahribatı, kalp hastalıklarının tetiklenmesi gibi etkiler meydana gelmektedir.

2.2.3.Azot oksitler (NO_x) :

Azot, atmosferin doğal bileşenidir. Hem asit okelmesi hem de fotokimyasal duman (ozon) oluşumunda önemlidir ve azot yüklemesine neden olmaktadır. Azot bazlı gübreler, ormansızlaşma, fosil yakıtların yakılması ve biyokütle yakımından dolayı azot oksitler oluşmaktadır. İnsan faaliyetlerinden yılda 30 ila 50 milyon ton ve doğal olarak yılda 10 ila 20 milyon ton meydana gelmektedir. Atmosferdeki ortalama kalma süresi günler sürmektedir (Admassu, 2011).

Azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO₂) toplamı azot oksitleri (NO_x) oluşturmaktadır. Azot oksitler genellikle (%90 durumda) NO olarak dışarı verilmektedir. NO ve NO₂'nin ozon veya radikallerle (OH veya HO₂ gibi) reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır. İnsan sağlığını en çok etkileyen azot oksit türü olması itibari ile NO₂ kentsel bölgelerdeki en önemli hava kirleticilerinden biridir. Azot oksit (NO_x) emisyonları insanların yarattığı kaynaklardan

oluşmaktadır. Ana kaynakların başında kara, hava ve deniz trafiğindeki araçlar ve endüstriyel tesislerdeki yakma kazanları gelmektedir.

İnsan sağlığına etkileri açısından, sağlıklı insanların çok yüksek NO₂ derişimlerine kısa süre dahi maruz kalmaları şiddetli akciğer tahribatlarına yol açabilmektedir. Kronik akciğer rahatsızlığı olan kişilerin ise bu derişimlere maruz kalmaları akciğerde kısa vadede fonksiyon bozukluklarına yol açabilmektedir. Uzun süre maruz kalınması durumunda ise solunum yolu rahatsızlıklarının ciddi oranda arttığı gözlenmektedir.

2.2.4.Ozon (O₃) :

Ozon, üç oksijen atomundan oluşan bir gazdır. Yer seviyesi atmosferde kompleks reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Ozon, atmosferde bulunduğu yere göre “faydalı” veya “zararlı” olabilmektedir. Ozonun %10’luk kısmı atmosferin yer seviyesine yakın kısmında fotokimyasal reaksiyonlar yoluyla üretilmektedir. Özellikle sıcak yaz günlerinde güneş ışığının etkisiyle yüksek miktarlarda ozon üretilmektedir (Tecer, 2011).

Ozon üretimi uçucu organik bileşikler (VOC) ve karbon monoksit sayesinde hızlandırılmaktadır veya güçlendirilmektedir. Ozonun oluşması için en önemli öncü bileşenler NO_x (Azot oksitler) ve VOC’dır. Yüksek güneş ışınlarının etkisiyle Akdeniz ülkelerinde ozon derişimi Kuzey-Avrupa ülkelerinden daha yüksektir. Sebebi ise güneş ışınlarının ozonun fotokimyasal oluşumundaki fonksiyonundan kaynaklanmasıdır. Diğer kirleticilere kıyasla ozon doğrudan ortam havasına karışmamaktadır. Yeryüzüne yakın seviyede karmaşık kimyasal reaksiyonlar yoluyla oluşmaktadır. Bu reaksiyonlara NO_x, metan, CO ve VOC’ler (etan, etilen, propan,benzen, toluen, xylen) gibi kimyasal maddeler de eklenmektedir.

Ozon çok güçlü bir oksidasyon maddesi olduğundan birçok biyolojik madde ile etkileşimde bulunmaktadır. Tüm solunum sistemine zarar verebilmektedir. Ozonun zararlı etkisi, derişim oranına ve ozona maruziyet süresine bağlıdır. Çocuklar büyük bir risk grubunu oluşturmaktadır. Diğer gruplar arasında öğlen saatlerinde dışarıda fiziksel aktivitede bulunanlar, astım hastaları, akciğer hastaları ve yaşlılar yer almaktadır.

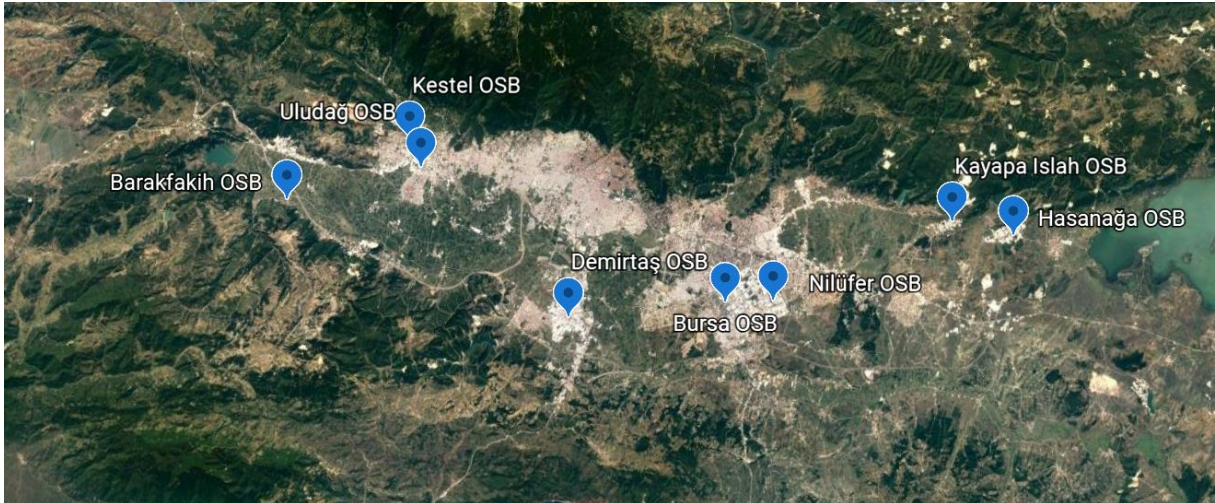
2.2.5.Partikül Madde (PM)

Partikül madde havada asılı bulunan katı partiküllerin ve sıvı damlacıkların bir karışımıdır. Partikül boyutları çok geniş bir aralığa sahiptir. Toz, duman, is gibi bazı partiküller gözle görülebilecek kadar büyüktür. Fakat mikroskopla görülebilen boyutlarda partiküller de bulunmaktadır. Çapları 10 µm’den küçük, 2,5 µm’den büyük partikül maddeler “kaba partiküller” olarak adlandırılmaktadır. Daha çok kırma ve öğütme işlemleri ile yol tozlarından kaynaklanmaktadır. Çapları 2,5 µm’den daha küçük partiküller ise “ince partiküller” olarak adlandırılmaktadır (Admassu, 2011). Katı ve sıvı yakıtlar, motorin ve kurşunlu benzin kullanan taşıtlar, termik santraller gibi yanma işlemlerinden ve bazı endüstriyel aktivitelerden kaynaklanmaktadır. Enerji santralleri, endüstri ve otomobil gibi kaynaklardan salınan partiküller asitler (sülfat, nitrat gibi), organik kimyasallar, metaller, toprak veya toz partikülleri, bakteri, küf, mantar, deniz suyunun buharlaşması ile ortaya çıkan tuzlar ve alerjik polenlerden oluşmaktadır.

Partikül maddelerin özellikle sağlık açısından son derece tehlikeli diğer etmenler için bir konak veya yutak merkezi oluşturdukları ve böylece sağlık üzerine etkilerinin çok daha tehlikeli boyutlara ulaşabildiği bilinmektedir. Partikül maddeler ağır metalleri üzerinde biriktirmekte ve bu maddelerin solunum yolu ile vücuda alınması sonucunda ağır metallerin de vücuda girdiği belirtilmektedir. Hg, Cd, As ve Pb gibi metaller düşük seviyelerde bile organizmalarda ciddi toksik etkiye sahip olabilmektedir.

3. İLİMİZİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

Genel olarak ilimizin topoğrafik özelliklerine bakıldığında, güneyinde Marmara Bölgesinin en yüksek dağı olan Uludağ (2.543 m) bulunmaktadır. Bunun yanı sıra ovayı çepeçevre saran, yükseklikleri 1.000 m'yi bulan sıradağlar ilimizin çevresinde engebeli araziye oluşturmaktadır. Ayrıca Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan ilimizde rakım 0 m'den merkezde 100 m'ye ve Uludağ zirvede 2.543 m'ye kadar çıkmaktadır. Yükselti kuzeyden güneye doğru gidildikçe artmaktadır. İlimiz topraklarının %35'ini kaplayan dağlar doğu-batı istikametinde uzanmaktadır. Toplam yüzölçümü 10.882 km² olan (BBB, 2019) ilimiz %17'sini ovalar oluşturmaktadır. 2017 yılı adrese dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre nüfusumuz 2.936.803 kişi iken 2022 yılı verilerine göre nüfusumuz 3.194.720 olmuştur. (TÜİK,2023)



Şekil 1. İlimizde Faaliyet Gösteren Bazı Organize Sanayi Bölgelerinin Konumu

İlimizde 18 adet Organize Sanayi Bölgesi, 1 adet Teknoloji Geliştirme Bölgesi ve 1 adet Serbest Bölge ile Mart 2017 itibariyle 13 adet Küçük Sanayi (KSS) bulunmaktadır. Bu KSS'lerinde 6.254 işyeri bulunmaktadır (BEBKA, 2018). İlimizin kuzeyinde Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi, kuzey batısında Bursa ve Nilüfer Organize Sanayi Bölgeleri doğusunda Kestel, Uludağ ve Barakfakih Sanayi Bölgeleri, batısında ise Hasanağa ve Kayapa Sanayi Bölgeleri bulunmaktadır. İlimizin 3 tarafında sanayi bölgeleri yer almaktadır. İlimiz merkezinde hakim rüzgar yönü kuzey doğu iken İnegöl ilçemizde kuzey batıdır. Hakim rüzgarlar ile kirleticilerin kaynaklardan şehre taşınması hava kalitemizi etkilemektedir. Bu durum ilimizde yoğun bir hava kirliliği yaşanmasına neden olmaktadır.

Toraks Kongresinde İlimize yönelik yapılmış bir çalışmada, 2016 yılı Bursa-Osmangazi istasyonu Pm₁₀ verileri ile aynı yıl akut bronşit hastası sayıları incelenmiş olup partikül madde konsantrasyonu ile akut bronşit hasta sayısı artışı arasında doğru orantı olduğu görülmüştür.



Şekil 2. İlimizde 2016 yılı Akut Bronşit Hasta Sayısı ile Aylık Ortalama Pm₁₀

Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Bölge Ofisi hava kalitesi ve sağlık konusundaki çalışmaları kapsamında AirQ+ adı verilen program geliştirilmiştir. AirQ+ belirli bir nüfus üzerinde hava kirliliğinin sağlık etkilerini hesaplamak için tasarlanmıştır. Söz konusu program kullanılarak İlimizde hava kirliliğinin yol açtığı erken ölümler tahmin edilmiş **2017 yılında Bursa'da 3098 kişinin (en az 2100, en fazla 3964) erken ölümüne yol açtığı** hesaplanmıştır. Bursa'da 2017 yılında hava kirliliğine atfedilen ölüm oranı **%20,4** ve hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı ise yüz binde 165'tir.

İlimizde hava kirliliği ile mücadele en temel görevimiz olmalı, planlanan ve yapılacak çalışmalarda ilave kirlilik yükü oluşturulmaması esas alınmalı, mevcut kirlilik yükünün azaltılmasına yönelik ciddi, kararlı ve somut adımlar hızla atılmalıdır.

4. HAVA KALİTESİ VERİLERİ VE İNDEKSİ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hava kalitesi izleme istasyonlarından elde edilen verilerin bir noktada toplanması ve kamuoyu bilgisine sunulması amacıyla Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı (UHKİA) oluşturulmuştur.

UHKİA bağlı olan hava kalitesi istasyonlarında hava kirletici parametreler ölçülmekte olup, veriler üzerinde doğrulama (validasyon) yapılarak raporlar hazırlanmakta ve ölçümler eş zamanlı olarak www.havaizleme.gov.tr adresinde kamuoyu ile paylaşılmaktadır.

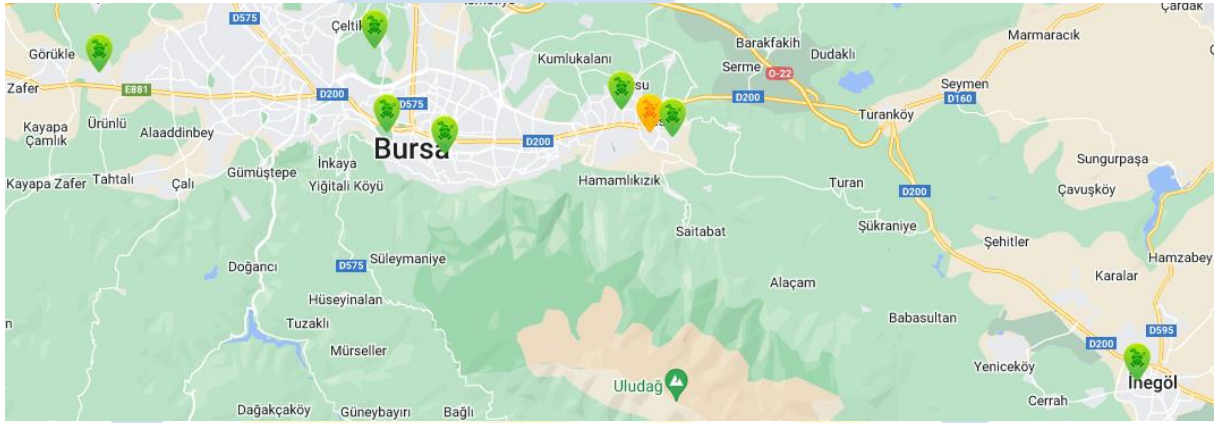
Hava kirliliğinin durumunu kamuoyuna açıklarken halkın kolayca anlayabileceği bir sınıflama sistemi kullanılmaktadır. Tüm dünyada yaygın olarak kullanılan Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) denilen bu sınıflama sistemi ile havadaki kirleticilerin konsantrasyonlarına göre hava kalitesi iyi, orta, kötü, tehlikeli vb. şekilde derecelendirilmektedir. Dünyanın pek çok ülkesinde indeks hesaplanmasında kullanılan yöntem ve kriterler, kendi ülkelerinde uygulanan hava kalitesi standartlarına uygun şekilde oluşturulmuştur. Ulusal Hava Kalitesi İndeksi (UHKİ), Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) Hava Kalitesi İndeksi'nin ulusal mevzuatımız ve sınır değerlerimize uyarlanması sonucu oluşturulmuştur. Tablo 1'de PM₁₀, CO, SO₂, NO₂ ve O₃ için belirlenen UHKİ kesme noktaları verilmektedir.

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	0-5500	0-120	0-50
Orta	51-100	101-250	101-200	5501-10000	121-160	51-100
Hassas	101-150	251-500	201-500	10001-16000	161-180	101-260
Sağlıksız	151-200	501-850	501-1000	16001-24000	181-240	261-400
Kötü	201-300	851-1100	1001-2000	24001-32000	241-700	401-520
Tehlikeli	301-500	>1101	>2001	>32001	>701	>521

Tablo 1. UHKİ Kesme Noktaları (Yılmaz vd., 2020)

İlimizde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü'ne ait 8 adet hava kalitesi ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlar;

- 1 Uludağ Üniversitesi
2. Kültürpark
3. Beyazıt
4. Kestel
5. İnegöl
6. Bursa
7. Gürsu
8. Kestel-Hilal Parkı istasyonlarıdır.



Şekil 3. İlimizdeki Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarının Harita Üzerinde Gösterimi

Bu rapor kapsamında ilimiz hava kalitesinin değerlendirilmesi için hava kirletici parametrelerin ölçüm sonuçları irdelenmiştir. Çalışmamızda 2014-2022 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Bu doğrultuda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü'ne ait 8 istasyonundan yeni kurulan Gürsu ve Kestel-Hilal Parkı istasyonlarında yeterli veri bulunmadığından değerlendirilmeye alınmamıştır. Veriler aylık veriler kullanılarak, hesaplamalar ve grafikler de excel programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

5. HAVA KALİTESİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

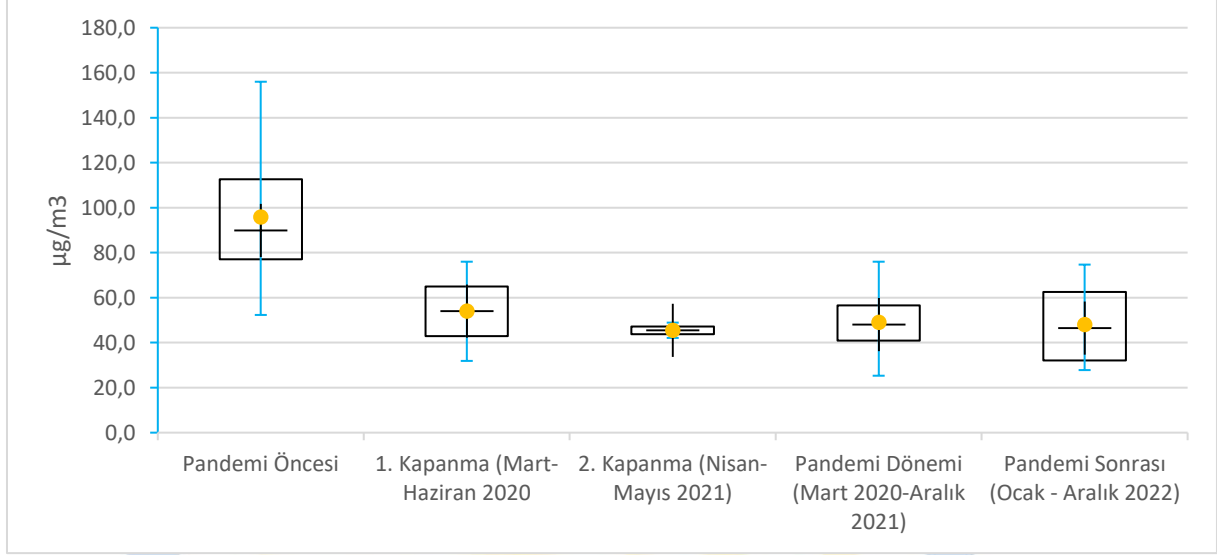
İlimizde bulunan hava kalitesi istasyonlarında 2014-2022 yılları boyunca ölçülmüş olan yıllık ortalama kirletici konsantrasyon değerleri incelenerek ilimizin mevcut hava kalitesinin istasyon ve parametre bazlı değişimi; pandemi öncesi (2014 –Mart 2020), 1. Kapanma (Mart-Haziran 2020), 2. Kapanma (Nisan-Mayıs 2021), Pandemi Dönemi (Mart 2020- Aralık 2021), Pandemi Sonrası (Ocak-Aralık 2022) olmak üzere 5 ayrı dönem olarak değerlendirmeler yapılmıştır.

5.1. YILLIK VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ:

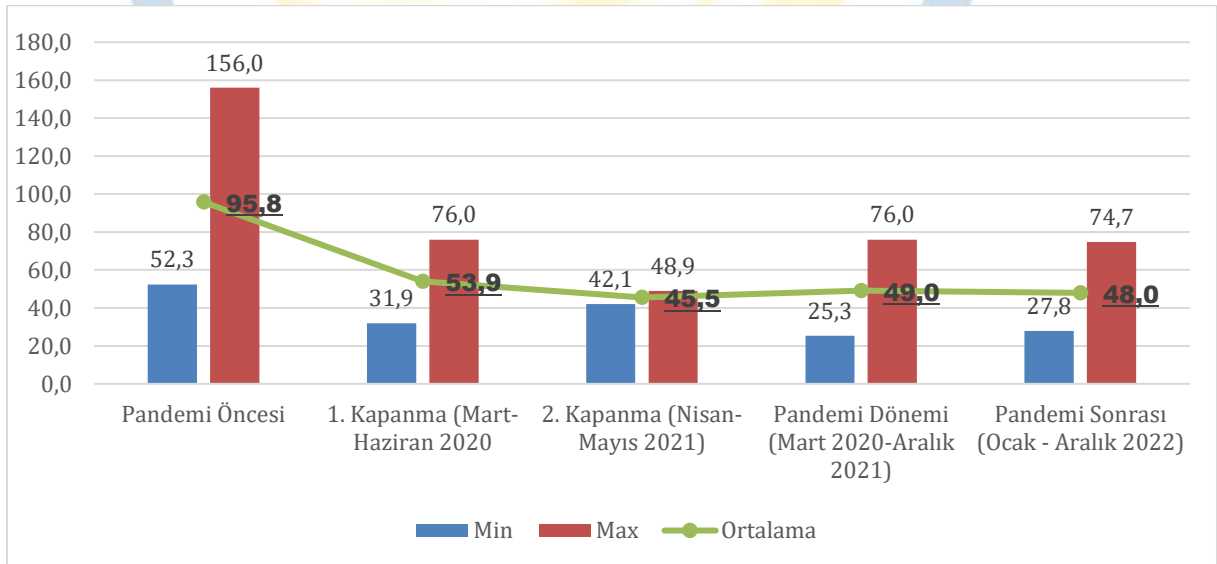
5.1.1. PM₁₀

Bursa İstasyonu:

Bursa istasyonu Osmangazi ilçesi Soğanlı Mahallesi'nde Avrupa Konseyi Bulvarı Caddesi'ne yakın bir noktada bulunmaktadır.



Şekil 4. Bursa istasyonu 2014-2022 yılları arasında PM₁₀ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



Şekil 5. Bursa istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

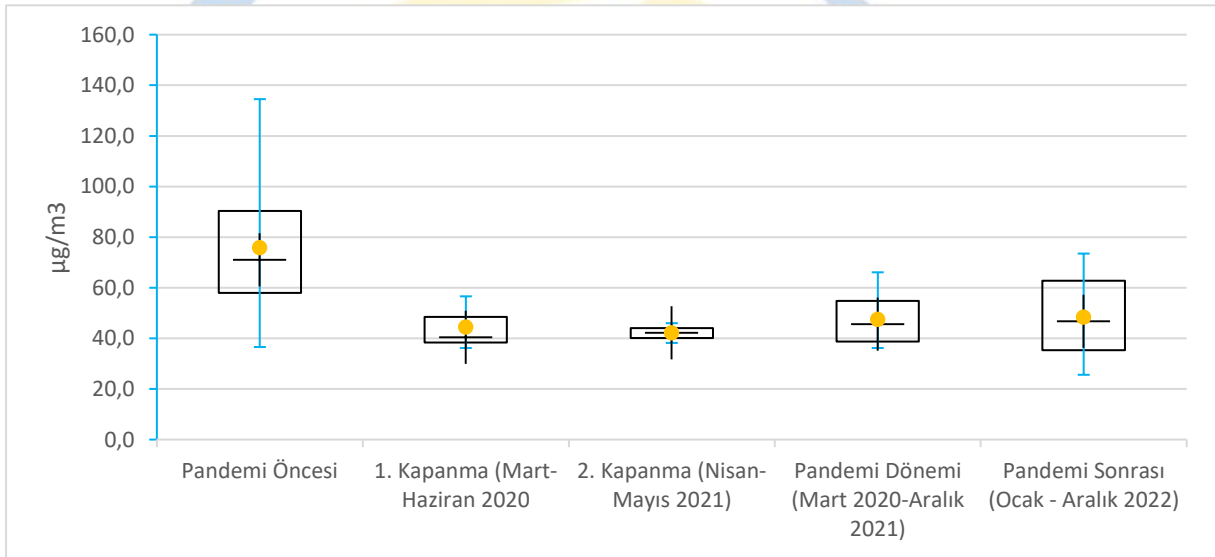
Bursa istasyonunda ölçülen PM10 konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 2023 yılında $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Ortalama değerlerin sınır değerleri aştığı görülmektedir.

İnceleme yapılan her 5 dönemde ölçülen minimum konsantrasyon değerlerinin Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınır değeri olan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

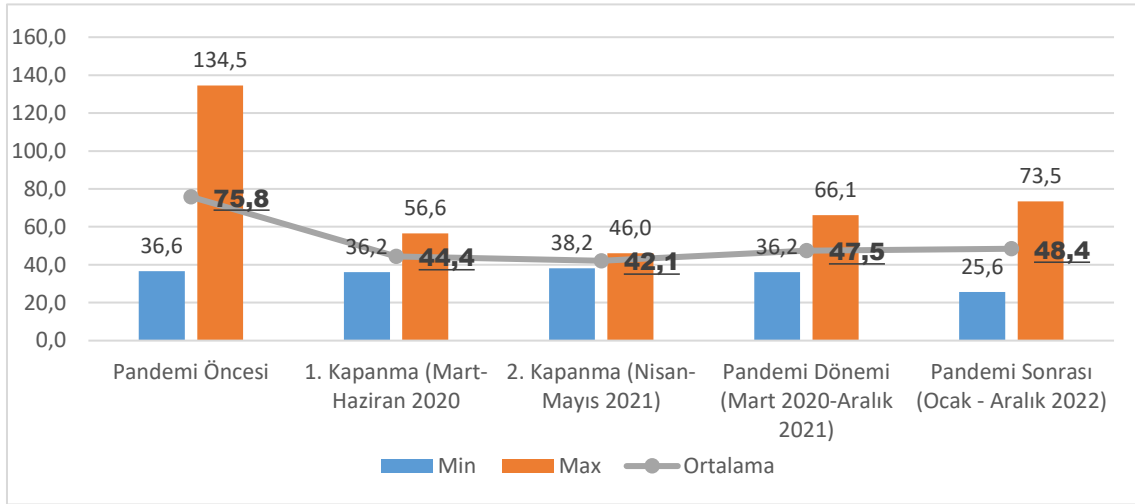
Bursa ölçüm noktasının şehrin rüzgâr taşınımına açık bir bölgesi olması (taş ocakları, sanayi vb. kaynaklardan taşınım), etrafındaki yakıt kullanım çeşitliliğinin fazla olma olasılığı, trafik kaynaklı kirleticiler kirlilik kaynaklarının başlıca sebepleridir.

Beyazıt İstasyonu:

Beyazıt istasyonu Yıldırım ilçesi Beyazıt Caddesi üzerinde bulunmaktadır. İstasyon çevresi binalarla çevrili olmakla birlikte trafik yoğunluğu söz konusudur. Bölgede yakıt olarak doğalgaz ve kömür kullanıldığı bilinmektedir.



Şekil 6. Beyazıt istasyonu 2014-2022 yılları arasında PM₁₀ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)

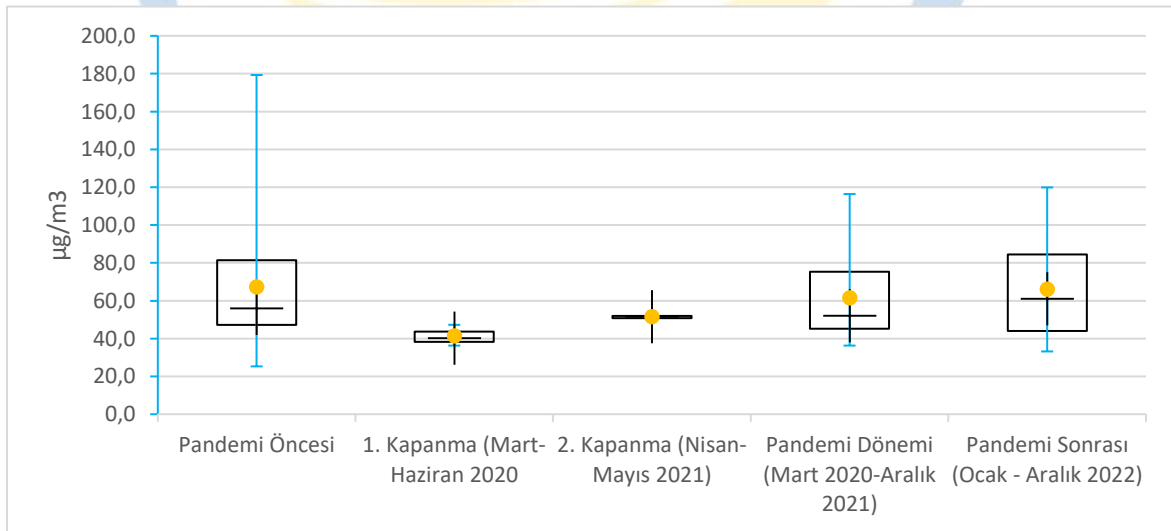


Şekil 7. Beyazıt istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

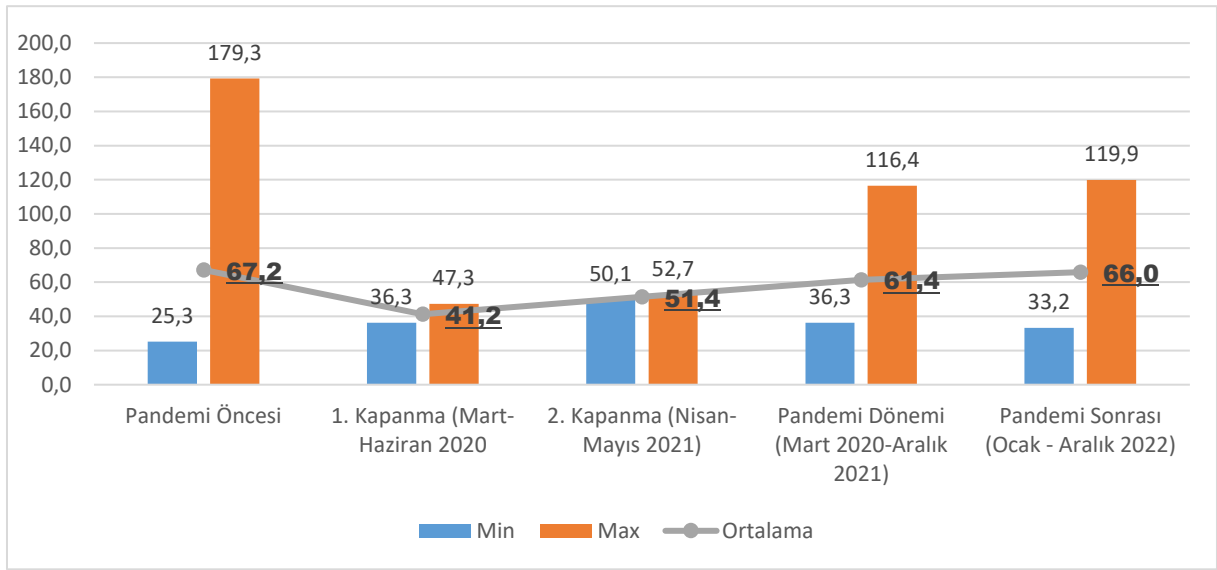
Beyazıt istasyonunda ölçülen PM10 konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 2023 yılında $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Ortalama değerlerin sınır değerleri aştığı görülmektedir. 1.ve 2. Kapanma dönemlerinde ciddi düşüş görülse de kapanmanın sona ermesiyle birlikte konsantrasyon değerleri tekrar yükseliş trendi göstermektedir. Ölçülen konsantrasyonlar pandemi sonrası dönemde Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınır değeri olan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ' nin 2,5 katına ulaşmıştır

İnegöl İstasyonu:

İnegöl ilçesinde 2 adet organize ve 1 adet ıslah olmak üzere 3 adet sanayi bölgesi bulunmaktadır. İlçede mobilya sanayi lokomotif konumundadır ve yaygın olarak katı yakıt kullanıldığı bilinmektedir.



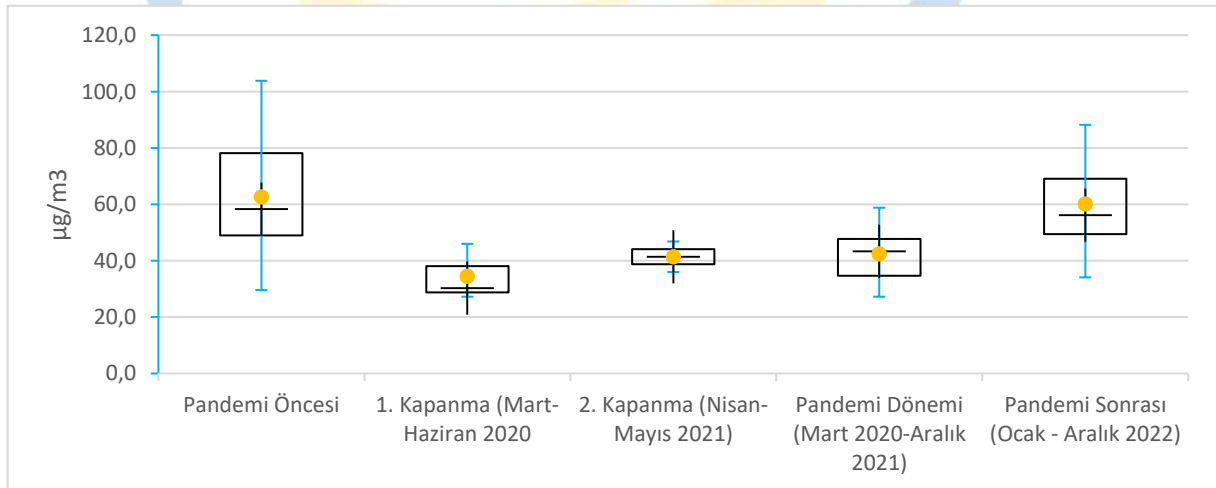
Şekil 8. İnegöl istasyonu 2014-2022 yılları arasında PM₁₀ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



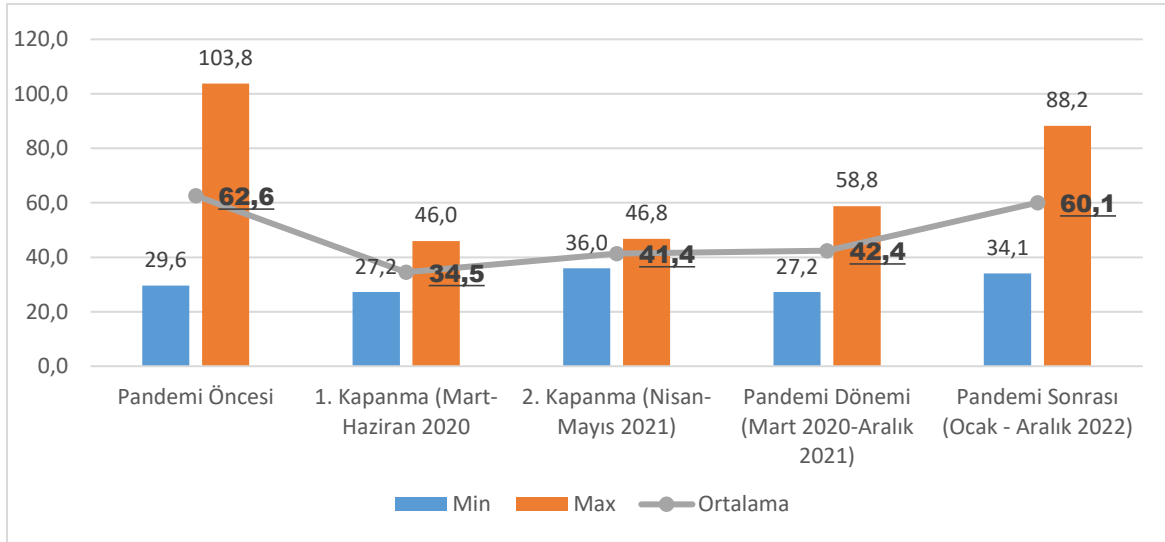
Şekil 9. İnegöl istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

İnegöl istasyonunda ölçülen PM10 konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 2023 yılında $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Ölçüm sonuçları sınır değerlerin üzerindedir. Pandemi Öncesi dönemde yüksek seyreden konsantrasyonları pandemi ve kapanma süreçlerinin etkisiyle düşüş gösterse de pandemi sonrasında; artan hareketlilik, sanayi tesislerinin tam kapasite üretime geçmesi vb. nedenlerle tekrar pandemi öncesinde ölçülen konsantrasyon seviyelerine yükselmiştir.

Kestel İstasyonu:



Şekil 10. Kestel istasyonu 2014-2022 yılları arasında PM₁₀ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



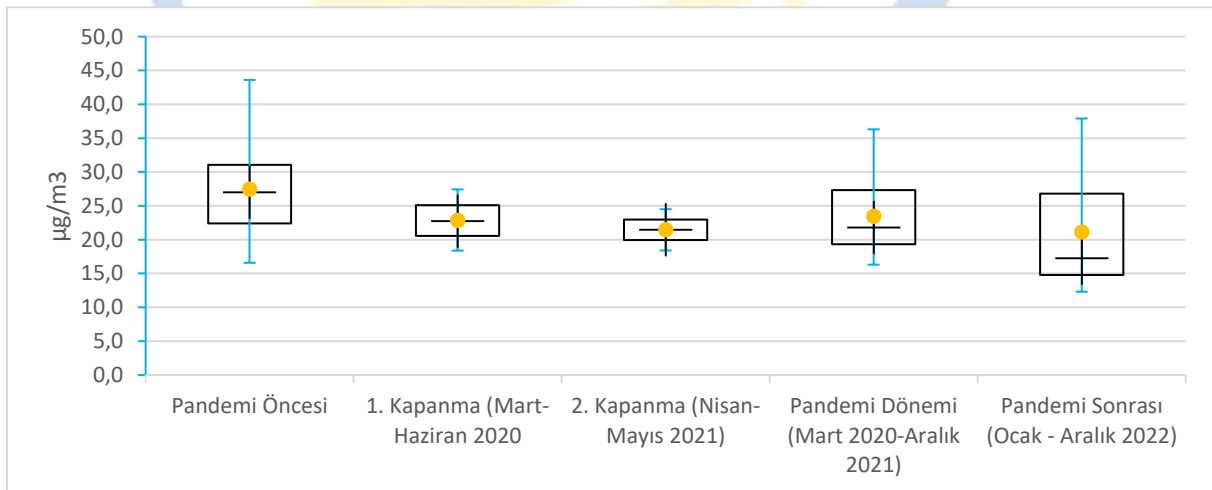
Şekil 11. Kestel istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Kestel istasyonunda ölçülen PM10 konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 2023 yılında $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Ölçüm değerleri sınır değerlerin üzerinde seyretmekle birlikte pandemi sonrası dönemde Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınır değeri olan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'nin 3 katına ulaşmıştır.

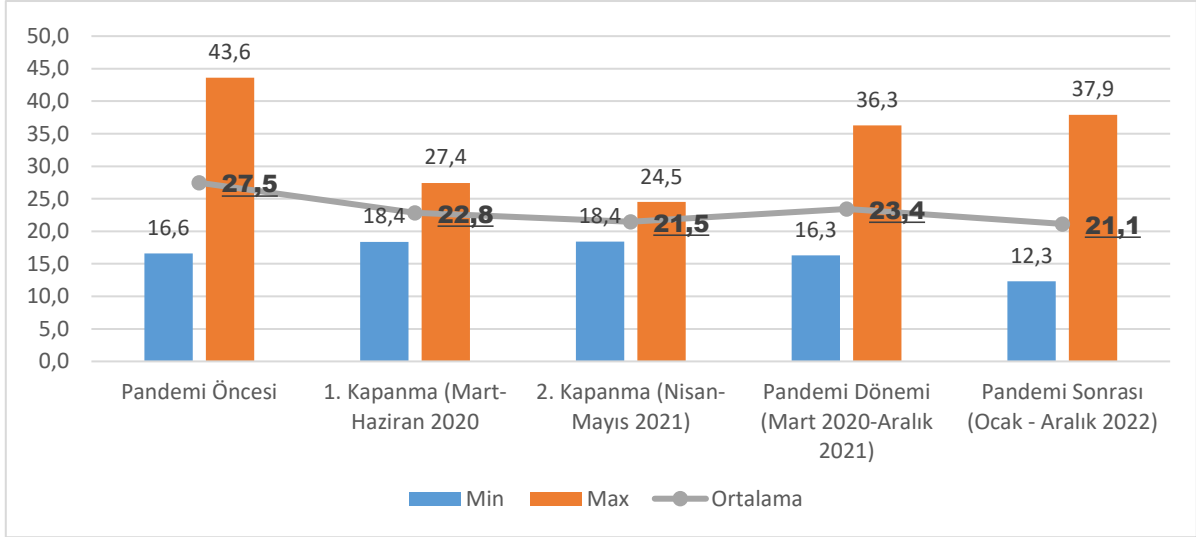
5.1.2. PM_{2.5}:

Uludağ Üniversitesi:

Çapları $2,5 \mu\text{m}$ 'den daha küçük olan ince partiküller Uludağ Üniversitesi istasyonunda 2014-2022 yılları arasında veriler değerlendirilmiştir. Ülkemizde sınır değeri bulunmamakta olup, Dünya Sağlık Örgütü yıllık sınır değeri $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür.



Şekil 12. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2022 yılları arasında PM_{2,5} değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)

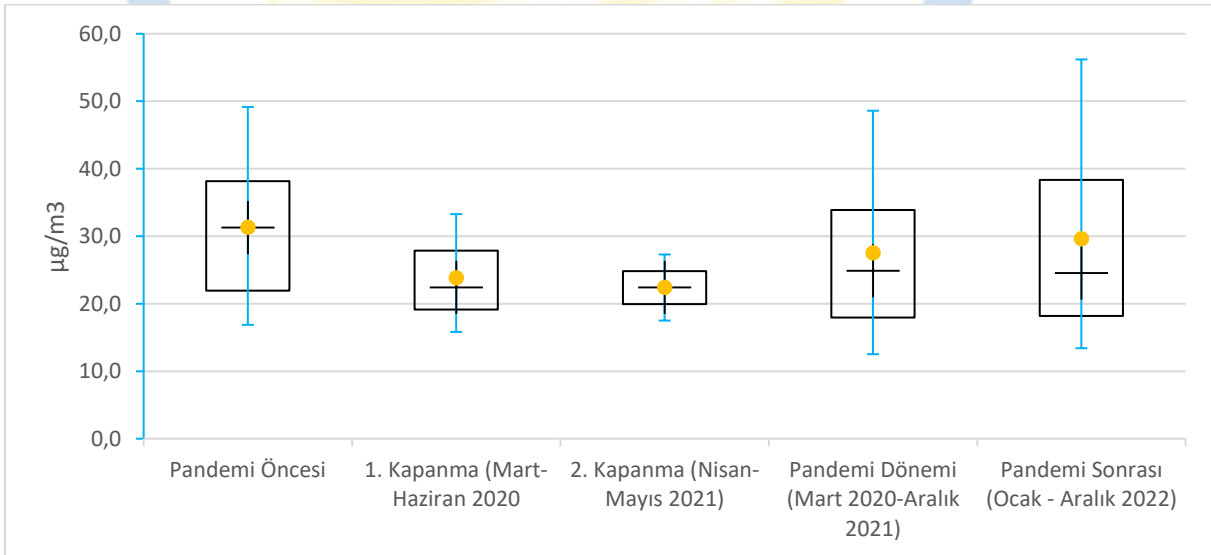


Şekil 13. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

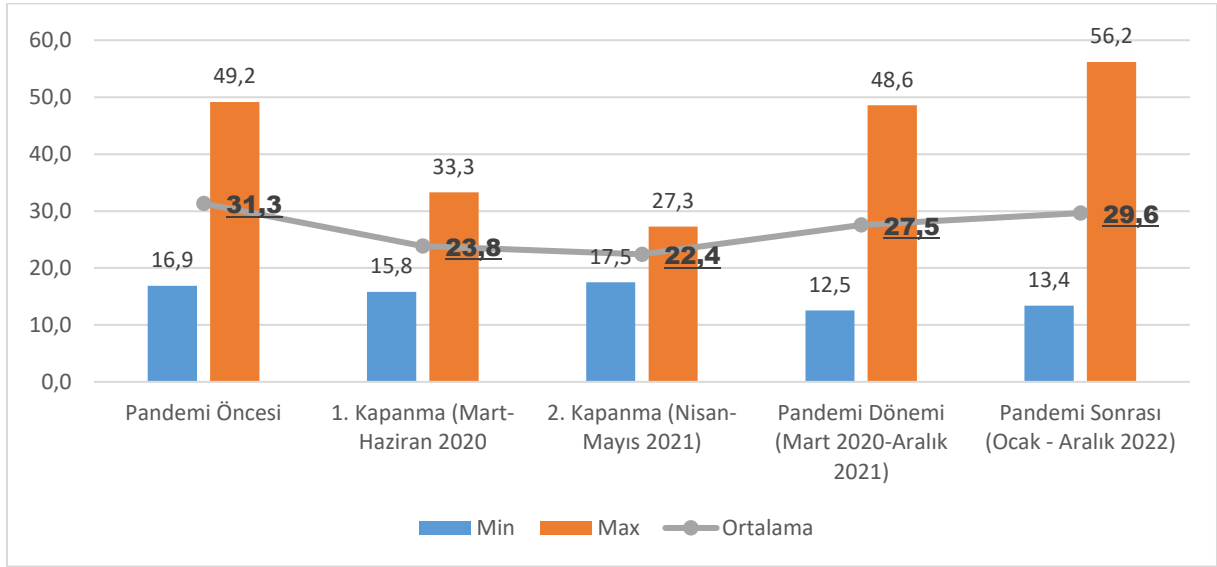
PM_{2,5} konsantrasyonu için Dünya Sağlık Örgütü yıllık sınır değeri 10 µg/m³' tür. Değerlendirilen her dönemde ortalama konsantrasyonların birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Ölçülen minimum değerler bile Dünya Sağlık Örgütü yıllık sınır değerini aştığı görülmektedir. Kapanma süreçlerinin, PM_{2,5} konsantrasyonlarının azalmasında çok etkili olmadığı değerlendirilmiştir.

Bursa İstasyonu:

Bursa istasyonunda 2019 yılından itibaren PM_{2,5} konsantrasyonu ölçülmekte olup 2019-2022 yılı verileri değerlendirilmiştir.



Şekil 14. Bursa istasyonu 2019-2022 yılları arasında PM_{2,5} değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)

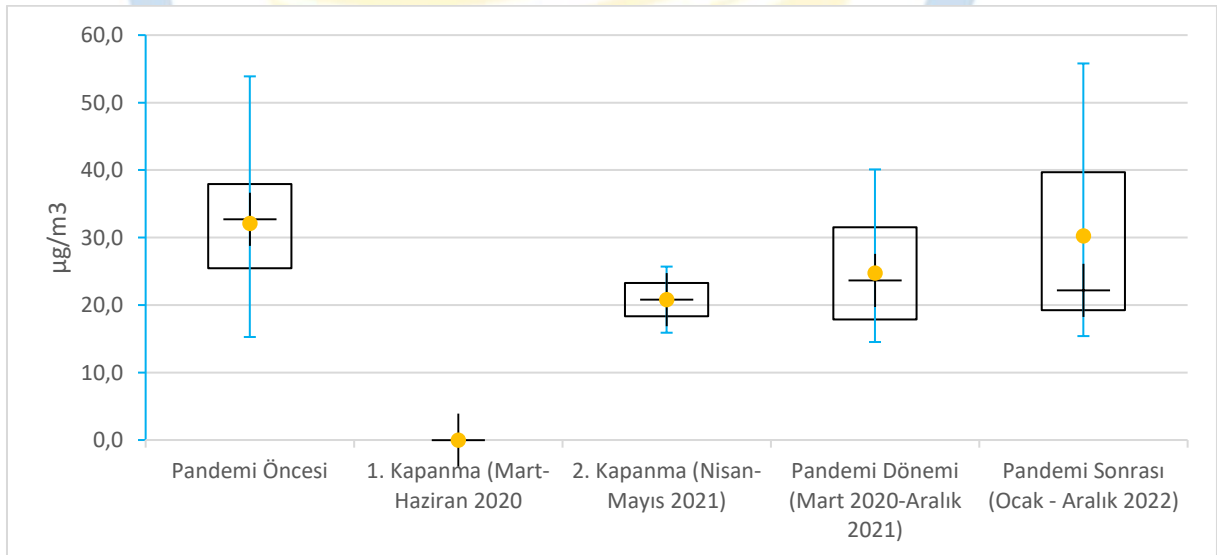


Şekil 15. Bursa istasyonu 2019-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

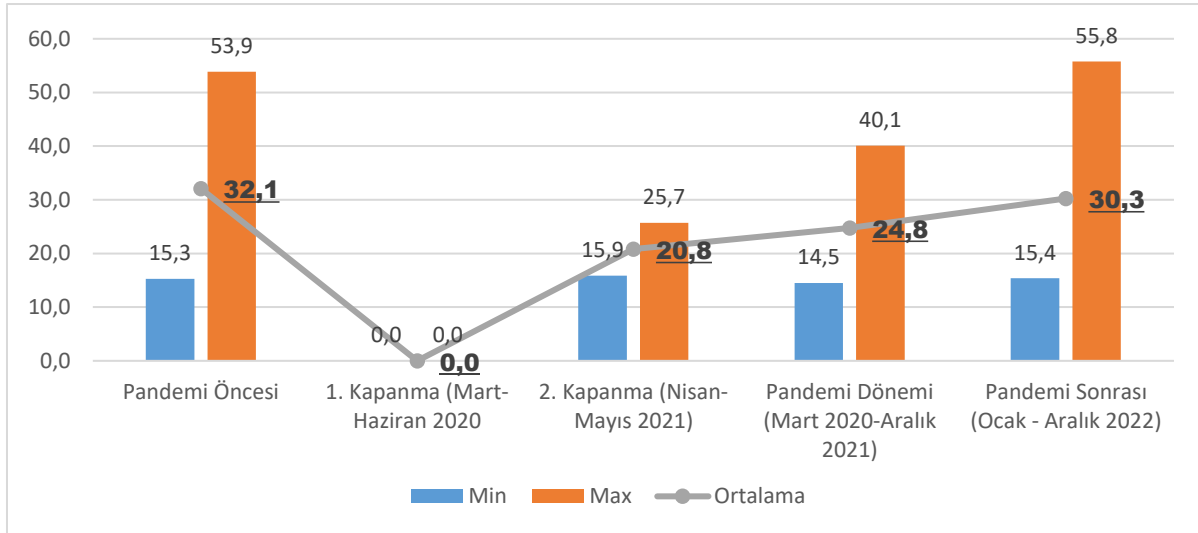
PM_{2,5} konsantrasyonu için Dünya Sağlık Örgütü yıllık sınır değeri 10 µg/m³' tür. Değerlendirilen her dönemde ortalama konsantrasyonların birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Ölçülen ortalama değerler Dünya Sağlık Örgütü yıllık sınır değerini yaklaşık 3 katıdır. 1. ve 2. Kapanma dönemi sonrasında PM_{2,5} konsantrasyonlarının artış gösterdiği görülmektedir.

Kültürpark İstasyonu:

Kültürpark istasyonunda 2019 yılından itibaren PM_{2,5} konsantrasyonu ölçülmekte olup 2019-2022 yılı verileri değerlendirilmiştir.



Şekil 16. Kültürpark istasyonu 2019-2022 yılları arasında PM_{2,5} değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)

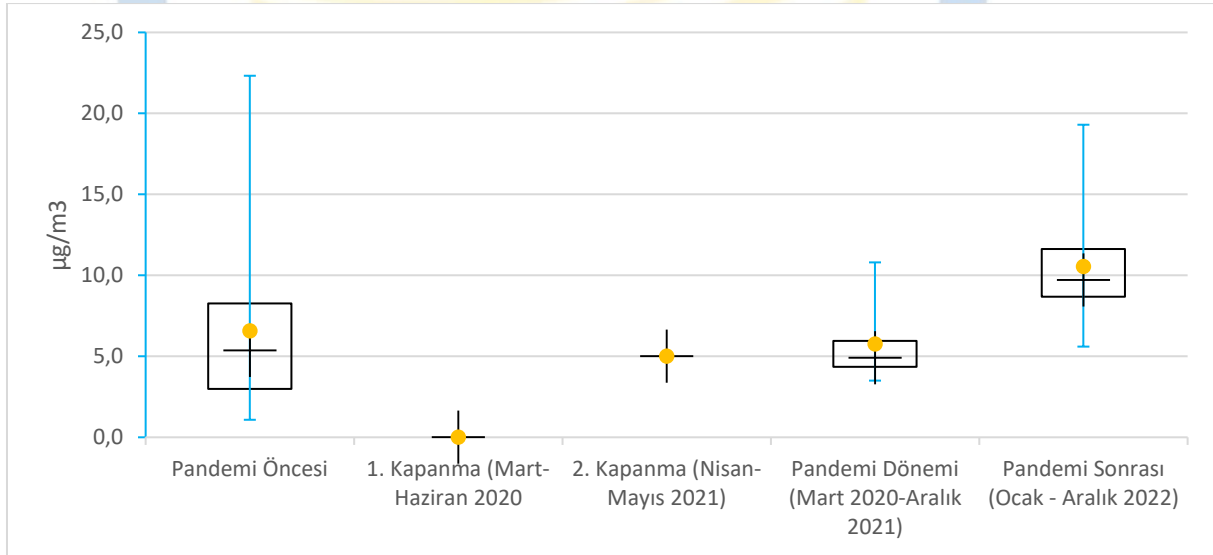


Şekil 17. Kültürpark istasyonu 2019-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

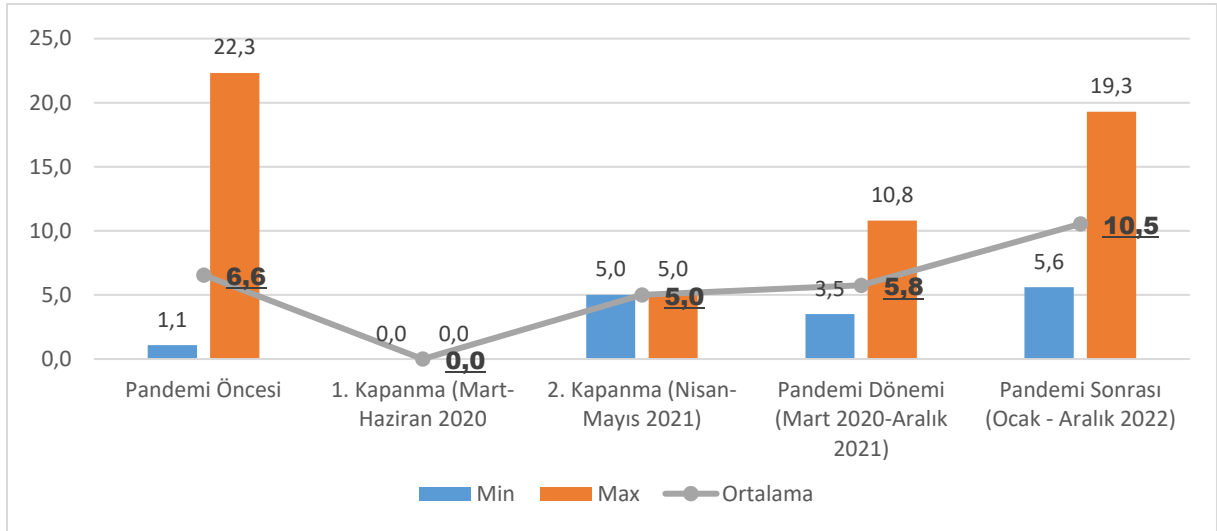
PM_{2,5} konsantrasyonu için Dünya Sağlık Örgütü yıllık sınır değeri 10 µg/m³ tür. 1. Kapanma döneminde 4 ay veri bulunmadığı tespit edilmiştir. Ölçülen ortalama değerler Dünya Sağlık Örgütü yıllık sınır değerini yaklaşık 3 katıdır. 2. Kapanma dönemi sonrasında ölçülen PM_{2,5} konsantrasyonlarının %50 artış gösterdiği görülmektedir.

5.1.3. SO₂:

Bursa İstasyonu:



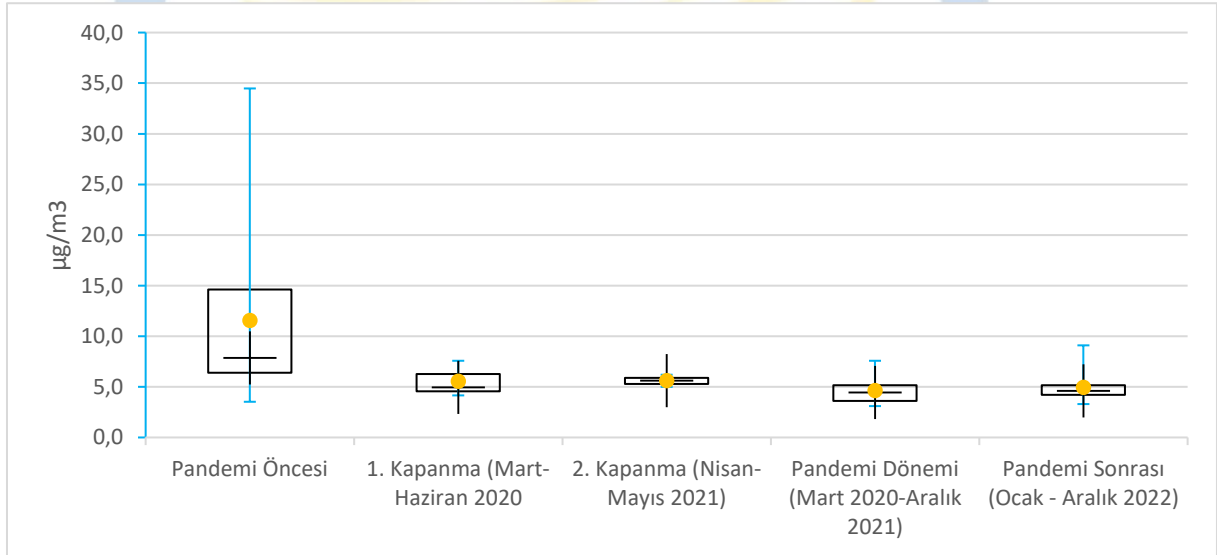
Şekil 18. Bursa istasyonu 2014-2022 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



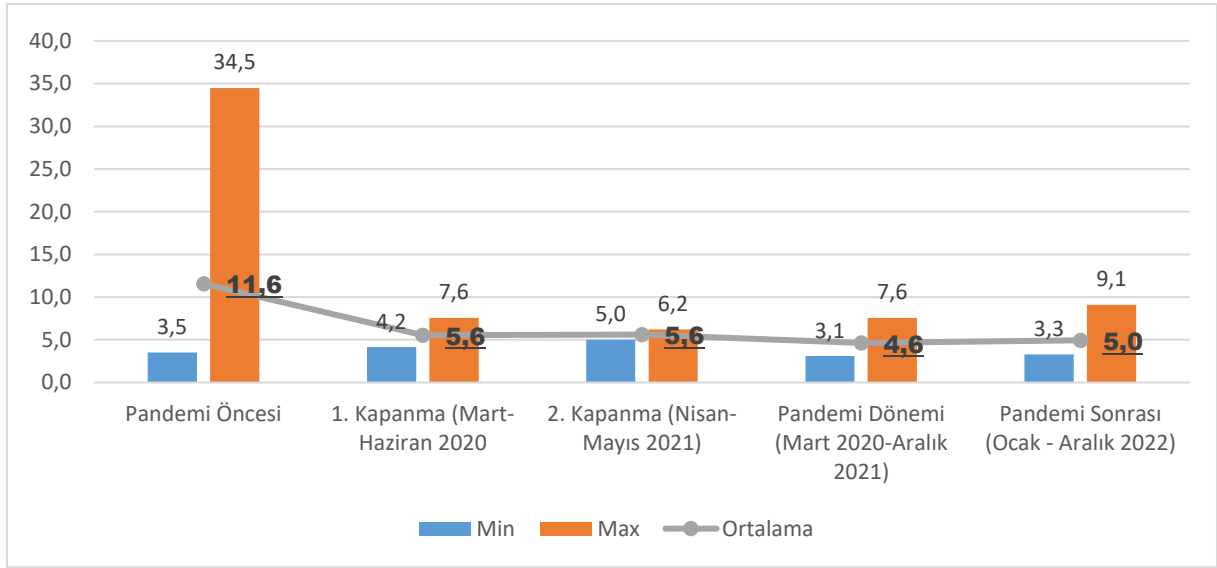
Şekil 19. Bursa istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Bursa istasyonunda ölçülen SO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 20 µg/m³'tür. Ortalama değerlerin sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür. 2020-2021 yılları arasında 15 aylık veri bulunmadığı tespit edilmiştir.

Bevizit İstasyonu:



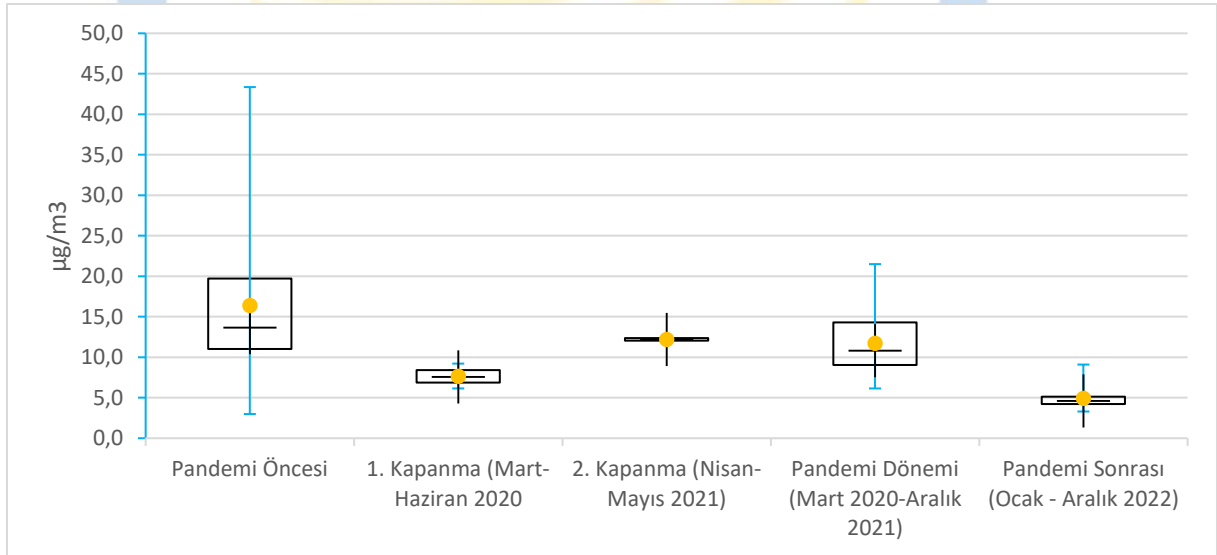
Şekil 20. Beyazıt istasyonu 2014-2022 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



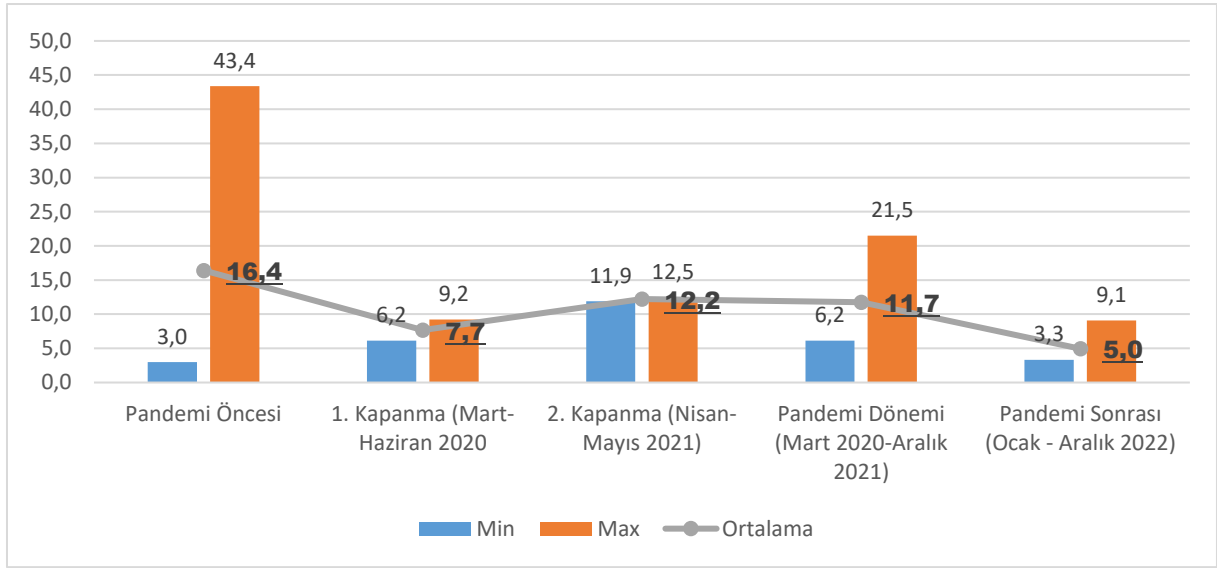
Şekil 21. Beyazıt istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Beyazıt istasyonunda ölçülen SO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 20 µg/m³'tür. Ortalama değerlerin sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür. Yıl bazında kirliliğin düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. 2015 yılında 34,5 µg/m³ olarak belirlenen maksimum değer, 2022 yılında 9,1 µg/m³ olarak belirlenmiştir.

İnegöl İstasyonu:



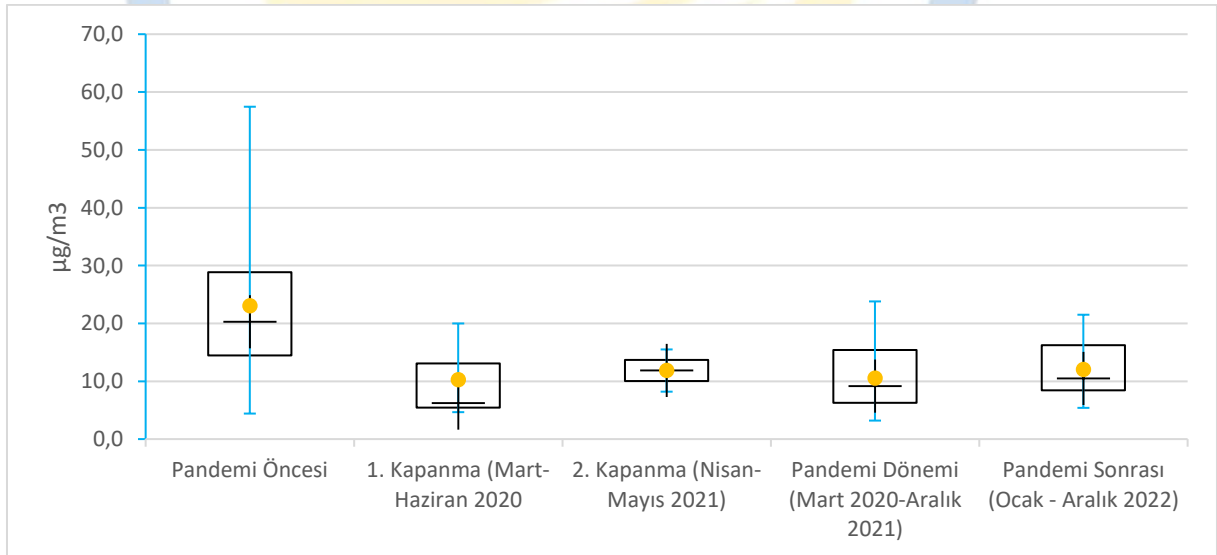
Şekil 22. İnegöl istasyonu 2014-2022 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



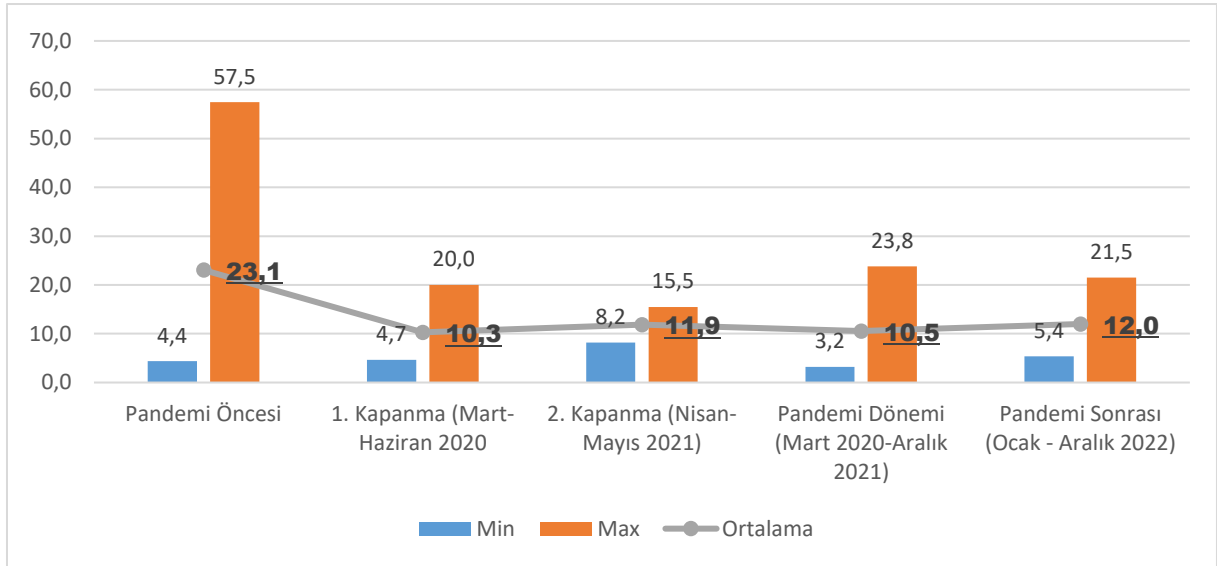
Şekil 23. İnegöl istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

İnegöl istasyonunda ölçülen SO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 20 µg/m³'tür. Ortalama değerlerin 2017 yılından itibaren sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür. Doğalgazın yaygınlaşmasıyla birlikte düşüş yaşanmış ancak bölgede katı yakıt kullanımı devam etmektedir. Kükürt içerikli yakıtların yanmasının başlıca kirlilik kaynağı olduğu düşünülmektedir.

Kestel İstasyonu:



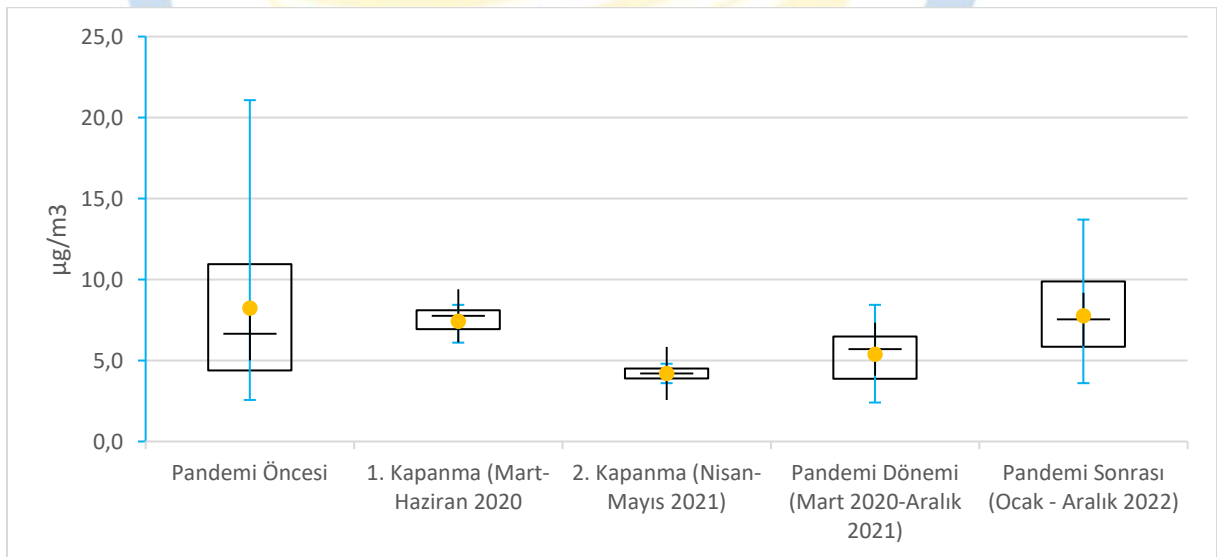
Şekil 24. Kestel istasyonu 2014-2022 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



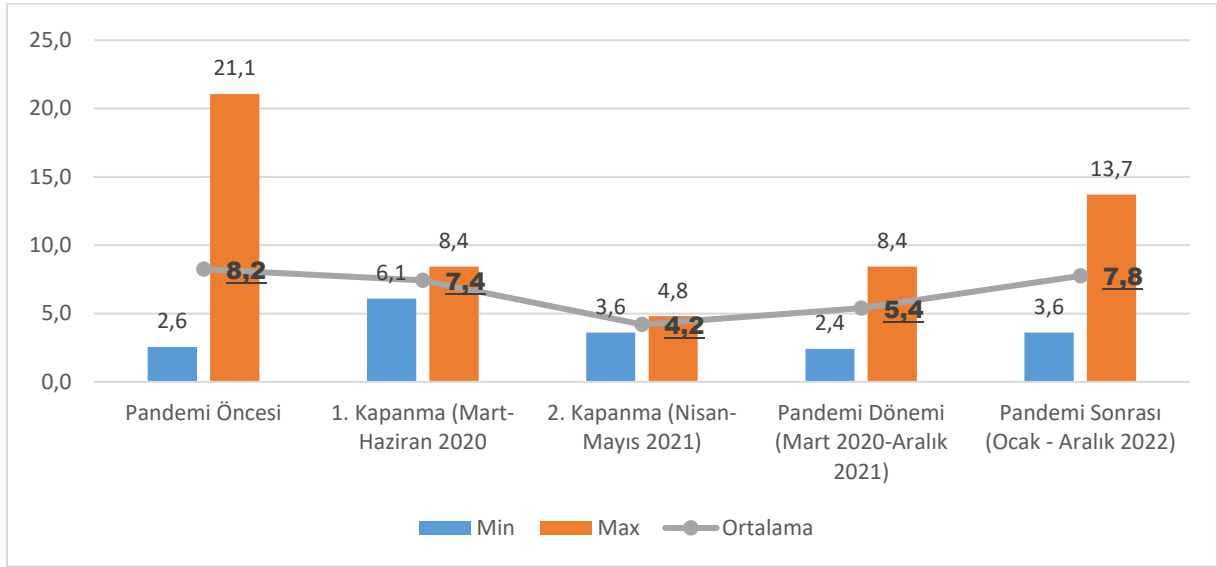
Şekil 25. Kestel istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Kestel istasyonunda ölçülen SO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 20 µg/m³'tür. Yıl bazlı ortalama değerlerin 2016 yılından itibaren sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür. Veriler incelendiğinde kış aylarının gelmesiyle birlikte aylık ortalama değerlerin yıllık ortalama için sınır değer olan 20 µg/m³'ü geçtiği görülmekte olup, bu durumun ısınma amacıyla kullanılan kükürt içerikli yakıtlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bölgede kullanılan yakıtların kükürt içeriklerinin incelenmesi gerekmektedir

Kültürpark İstasyonu:



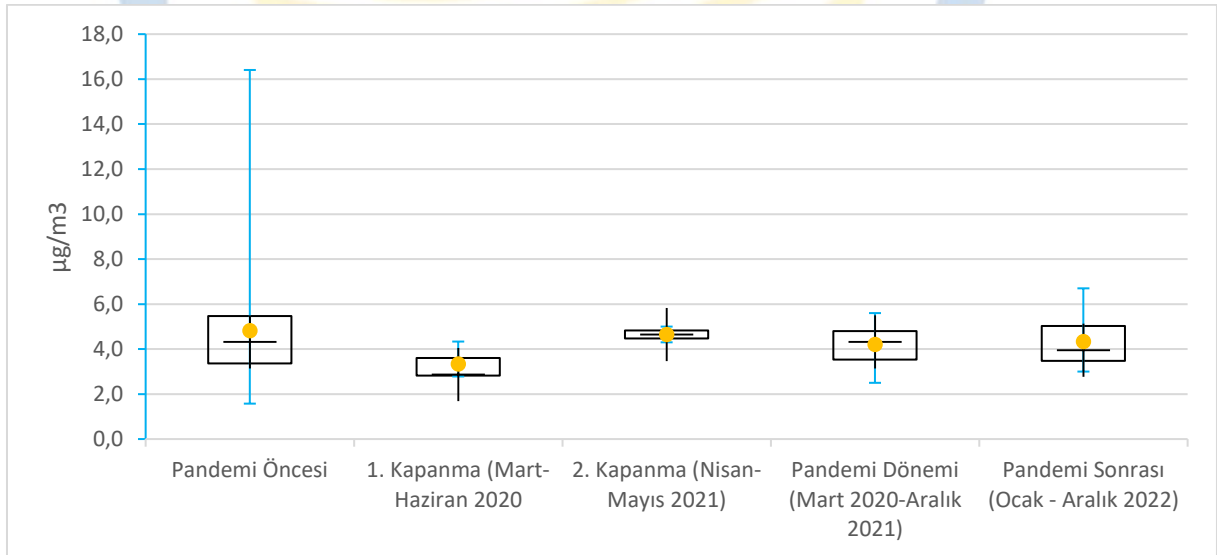
Şekil 26. Kültürpark istasyonu 2014-2022 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelerik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



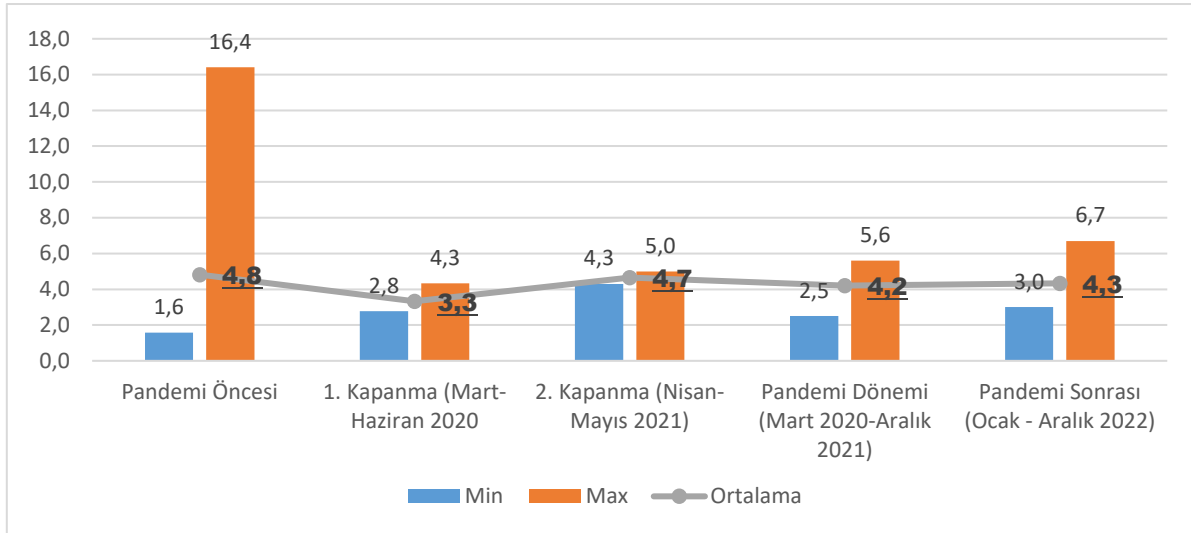
Şekil 27. Kültürpark istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Kültürpark istasyonunda ölçülen SO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 20 µg/m³'tür. Ortalama değerlerin sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür.

Uludağ Üniversitesi İstasyonu:



Şekil 28. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2022 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



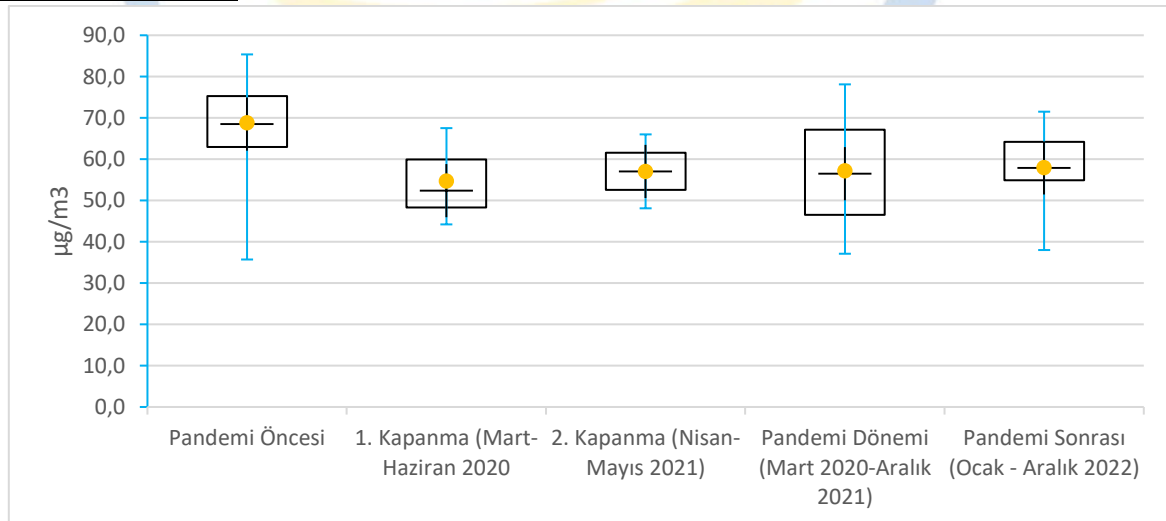
Şekil 29. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Uludağ Üniversitesi istasyonunda ölçülen SO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 20 µg/m³'tür. Ortalama değerlerin sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür.

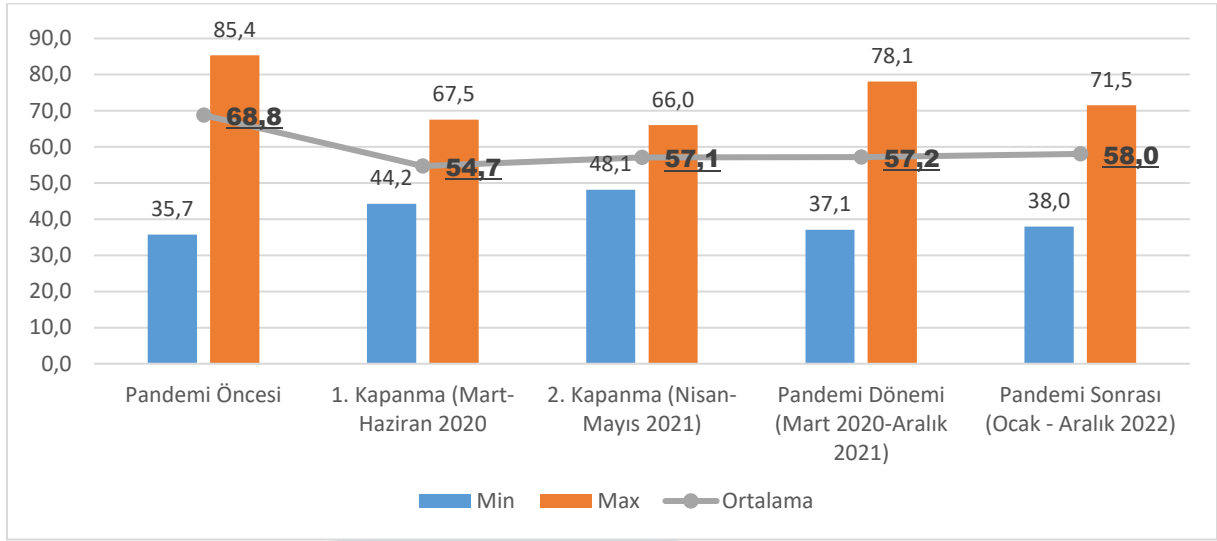
5.1.4. NO₂:

Yanma reaksiyonları sonucu oluşan azot dioksit (NO₂), yanma prosesleri sonucunda atmosfere doğrudan verilebildiği gibi azot monoksit (NO) kirleticisinin atmosferde yükseltgenmesiyle de meydana gelebilmektedir. HKDYY'de NO₂ için sınır değer verilmişken NO'nun hızlı oksitlenme potansiyeli sonucu NO₂'ye dönüşme eğiliminden dolayı sınır değer verilmemiştir. Bu raporda NO₂ verileri değerlendirilmiştir.

Bevazıt İstasyonu:



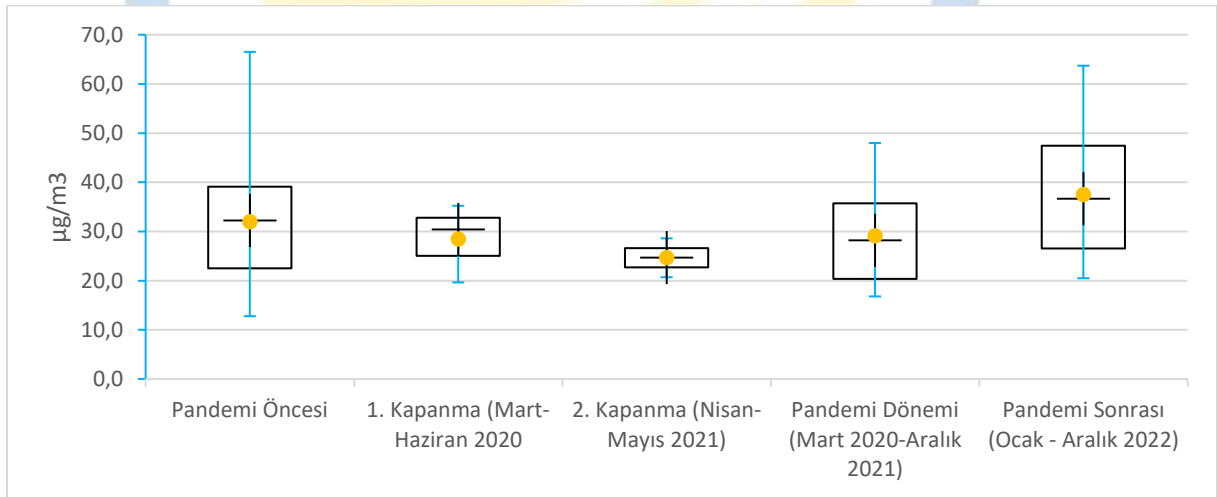
Şekil 30. Bevazıt istasyonu 2014-2022 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



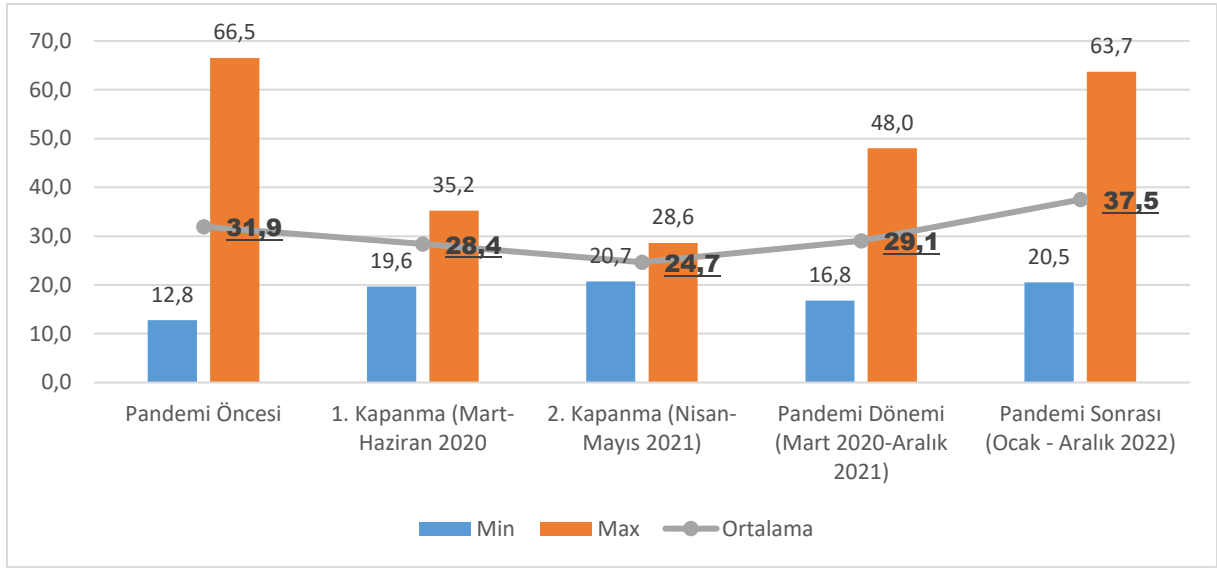
Şekil 31. Beyazıt istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Beyazıt istasyonunda ölçülen NO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında 60 µg/m³ iken 2022 yılında 40 µg/m³'tür. Ortalama verilerin sınır değeri aştığı görülmektedir. Bölgede trafik, kirliliğin yüksek olmasının en temel nedenidir. Kapanma ve Pandemi döneminde bireysel araç kullanımı arttığından kirlilik düzeyinde herhangi bir azalma gözlenmemiştir.

İnegöl İstasyonu:



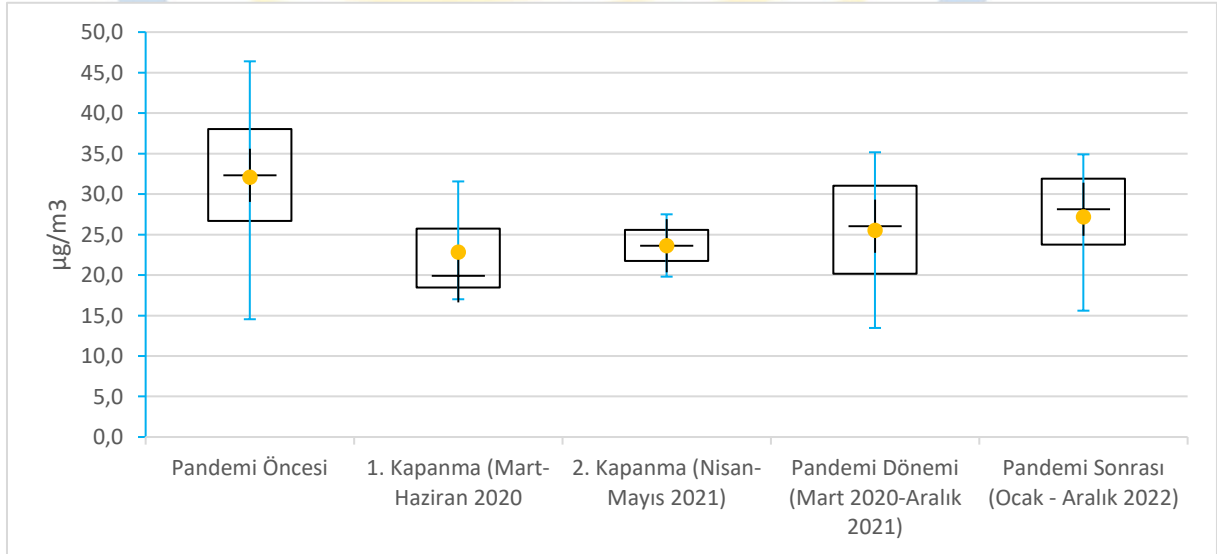
Şekil 32. İnegöl istasyonu 2014-2022 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



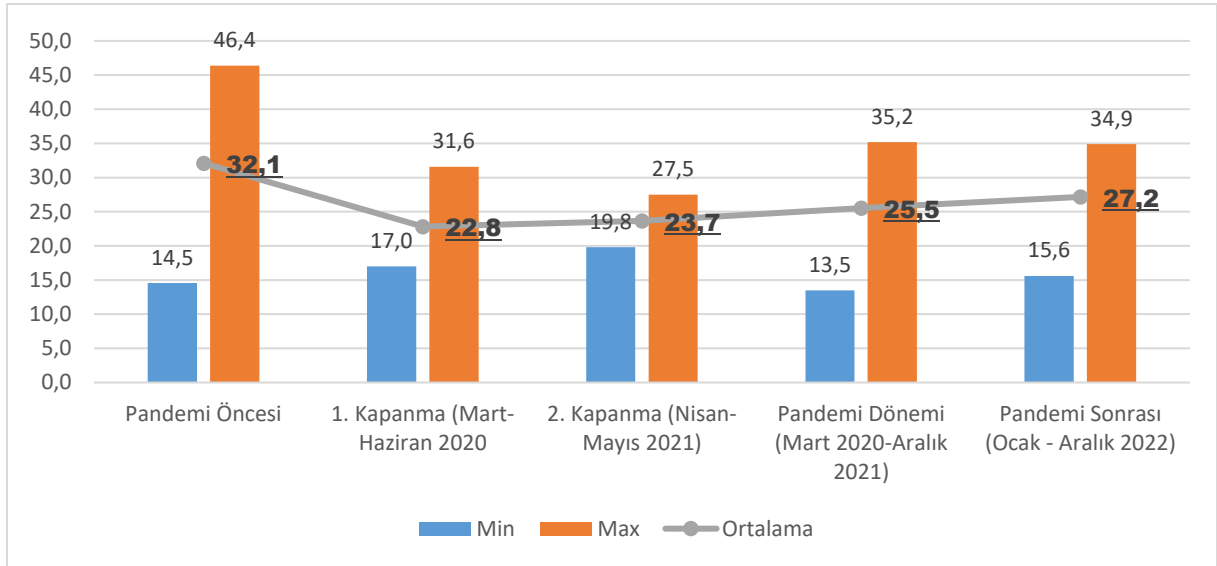
Şekil 33. İnegöl istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

İnegöl istasyonunda ölçülen NO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında 60 µg/m³ iken 2022 yılında 40 µg/m³'tür. Ortalama verilerin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. İstasyon etrafında trafik yoğunluğunun yüksek olmaması nedeniyle ortalamaların sınır değerinin altında kaldığı tespit edilmiştir. Konsantrasyonların kış döneminde artış göstermesi kirliliğin ısınmadan kaynaklı olduğunun göstergesidir.

Kestel İstasyonu:



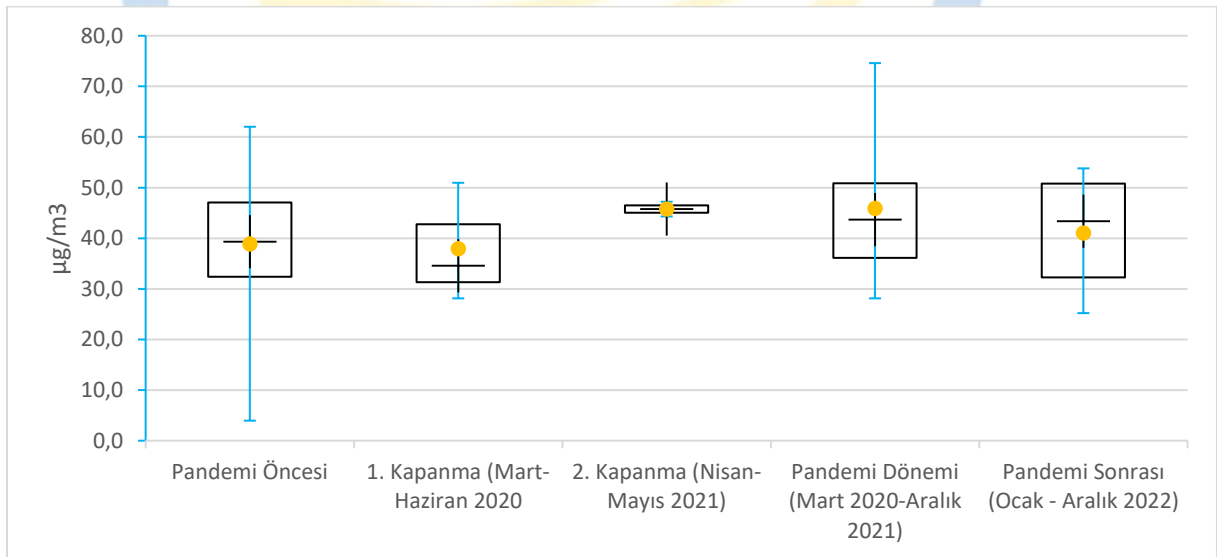
Şekil 34. Kestel istasyonu 2014-2022 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



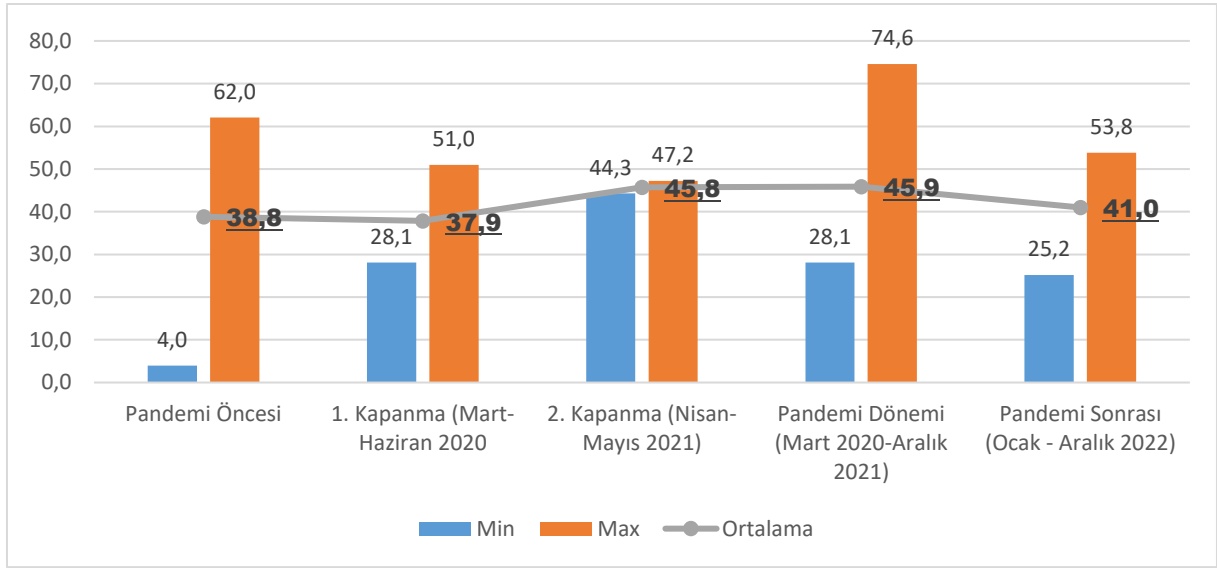
Şekil 35. Kestel istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Kestel istasyonunda ölçülen NO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında 60 µg/m³ iken 2022 yılında 40 µg/m³'tür. Ortalama verilerin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. Veriler incelendiğinde mevsimsel olarak büyük farklar görülmemekte olup, kirliliğin endüstriyel yanma ve trafik kaynaklı olduğu görülmektedir.

Kültürpark İstasyonu:



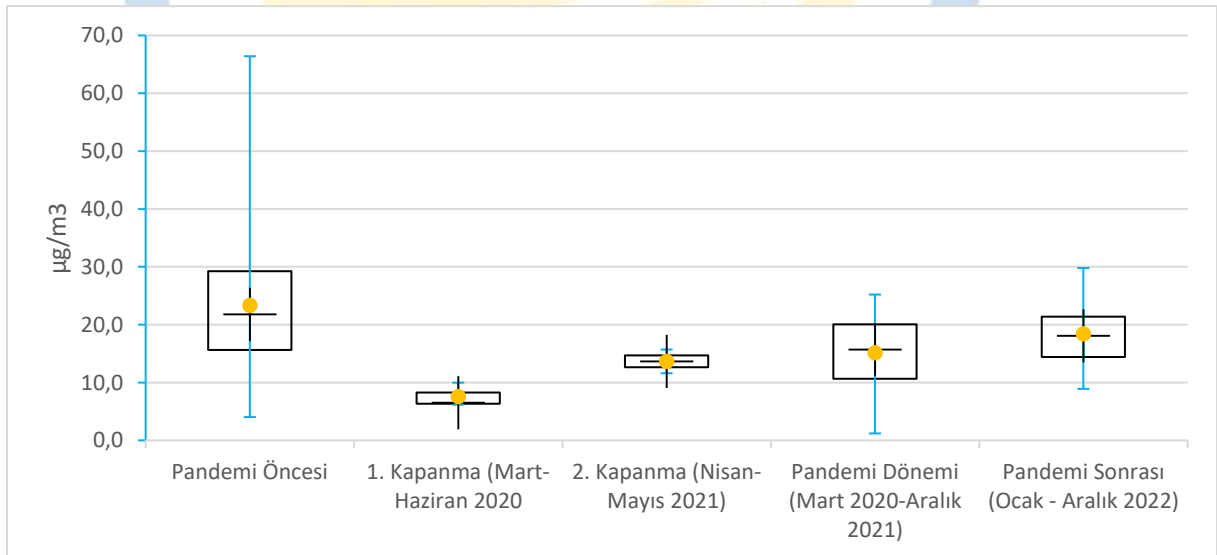
Şekil 36. Kültürpark istasyonu 2014-2022 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdeler değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



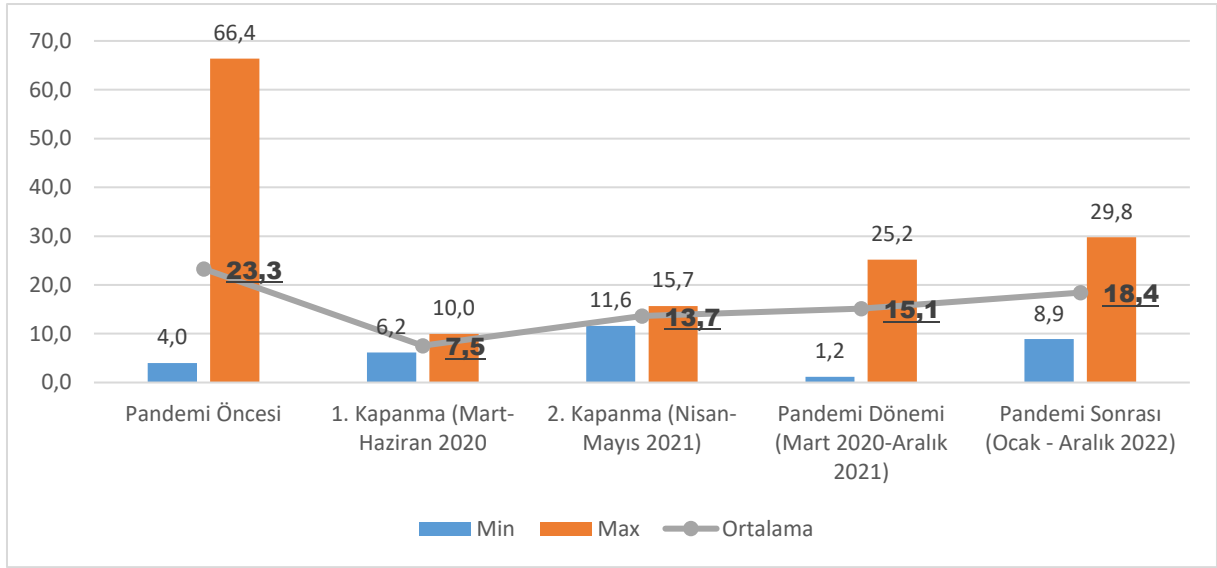
Şekil 37. Kültürpark istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Kültürpark istasyonunda ölçülen NO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değeri 2014 yılında 60 µg/m³ iken 2022 yılında 40 µg/m³'tür. 2. Kapanma Dönemi ve sonrasında ortalama değerlerin sınır değeri aştığı tespit edilmiştir. Veriler incelendiğinde kış dönemlerinde artış olduğu görülmektedir. Bölgede yakıt olarak doğalgaz kullanımı mevcut olması ve istasyonun stadyum caddesine yakın olmasından dolayı NO₂ konsantrasyonlarının kaynağının doğalgaz kullanımı ve araçlar olduğu düşünülmektedir.

Uludağ Üniversitesi İstasyonu:



Şekil 38. Uludağ Uni. istasyonu 2014-2022 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)

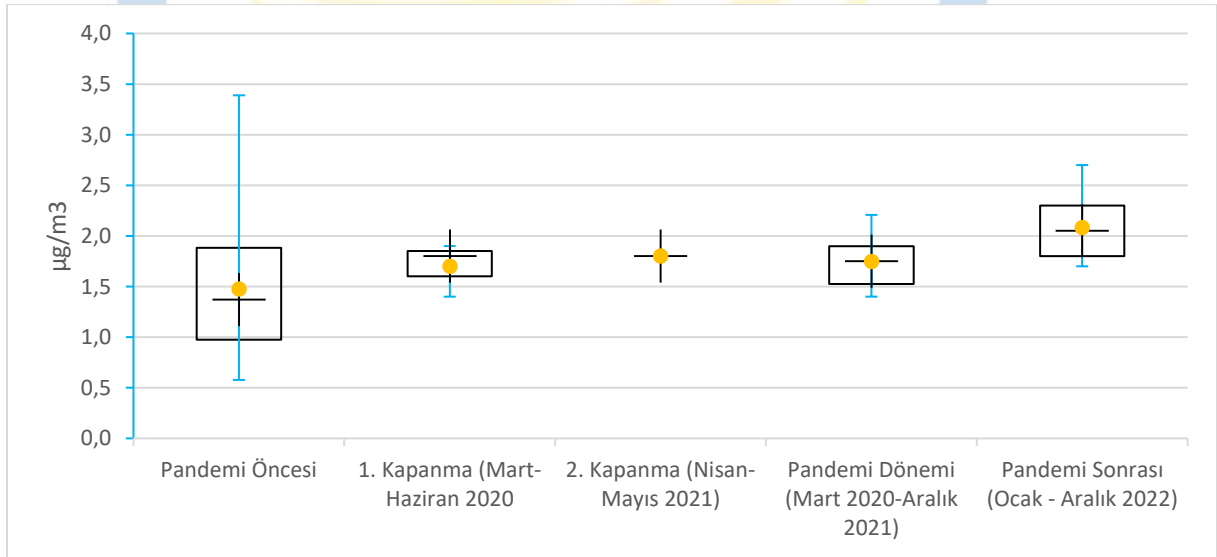


Şekil 39. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

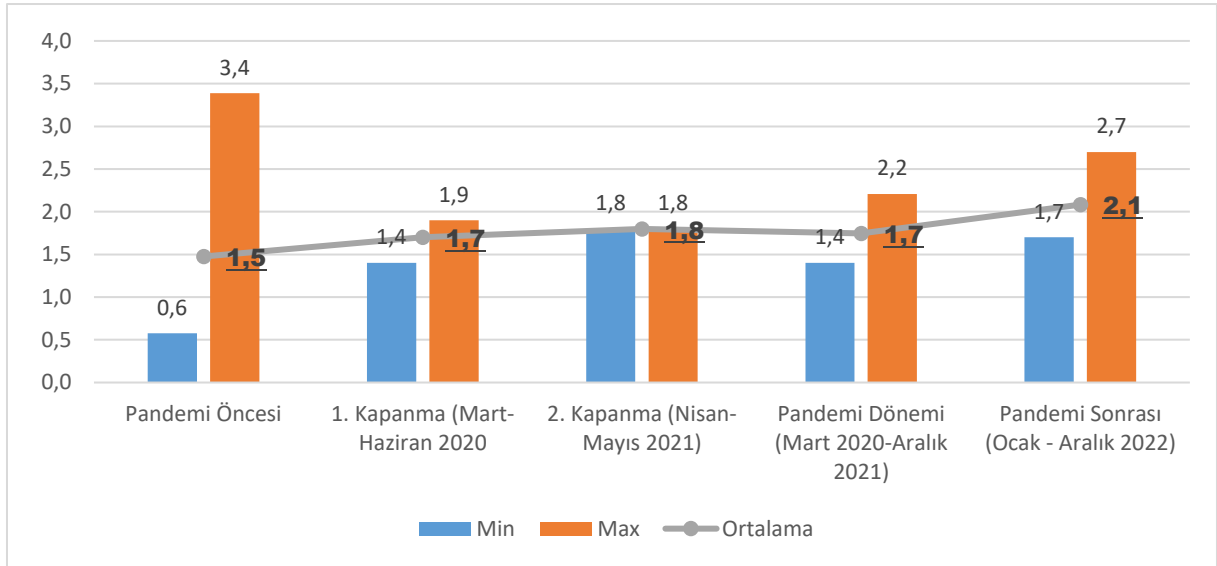
Uludağ Üniversitesi istasyonunda ölçülen NO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında 60 µg/m³ iken 2022 yılında 40 µg/m³'tür. Ortalama verilerin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir.

5.1.5. CO

Özellikle eksik yanma ürünü olan CO sadece Beyazıt istasyonunda ölçülmektedir.



Şekil 40. Beyazıt istasyonu 2014-2022 yılları arasında CO değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, mavi çizginin alt ve üst sınırı minimum ve maksimum değerleri, + işareti ortanca değeri, sarı nokta ortalama değeri göstermektedir.)



Şekil 41. Beyazıt istasyonu 2014-2022 yılları min, max ve ortalama değerleri

Beyazıt istasyonunda ölçülen CO konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 2022 yılında $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Ortalama verilerin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir.

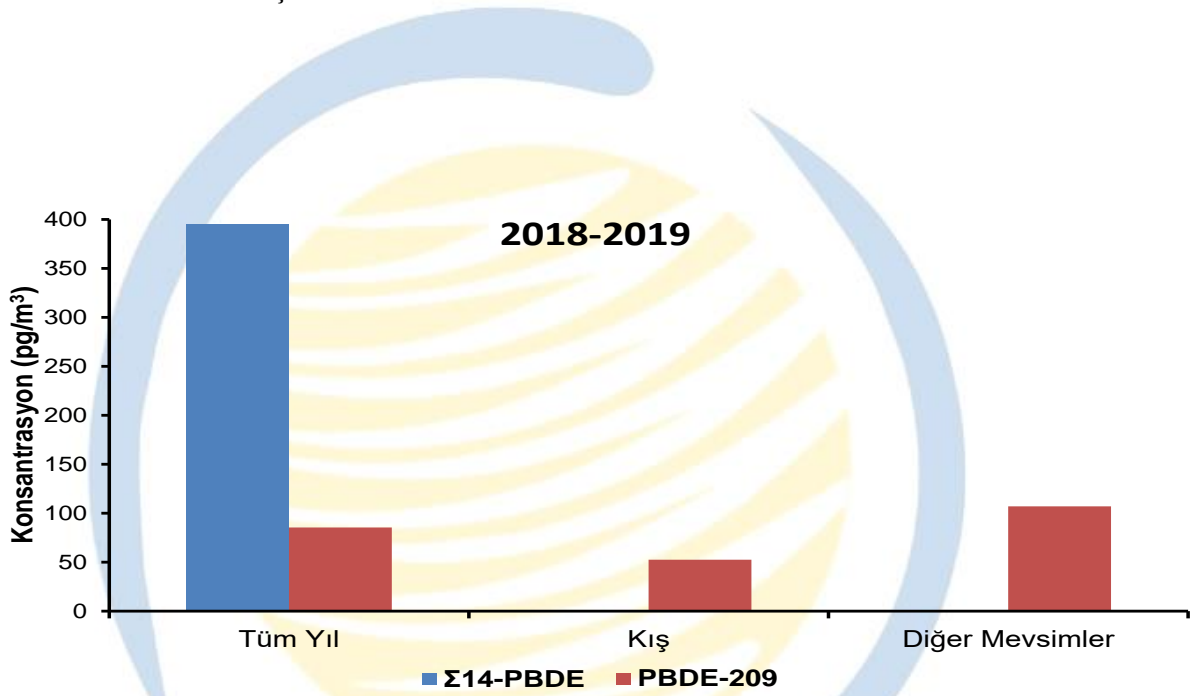
6. İLİMİZDE ÖZEL KİRLETİCİLERE YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR

6.1. Kalıcı Organik Kirleticiler (KOK)

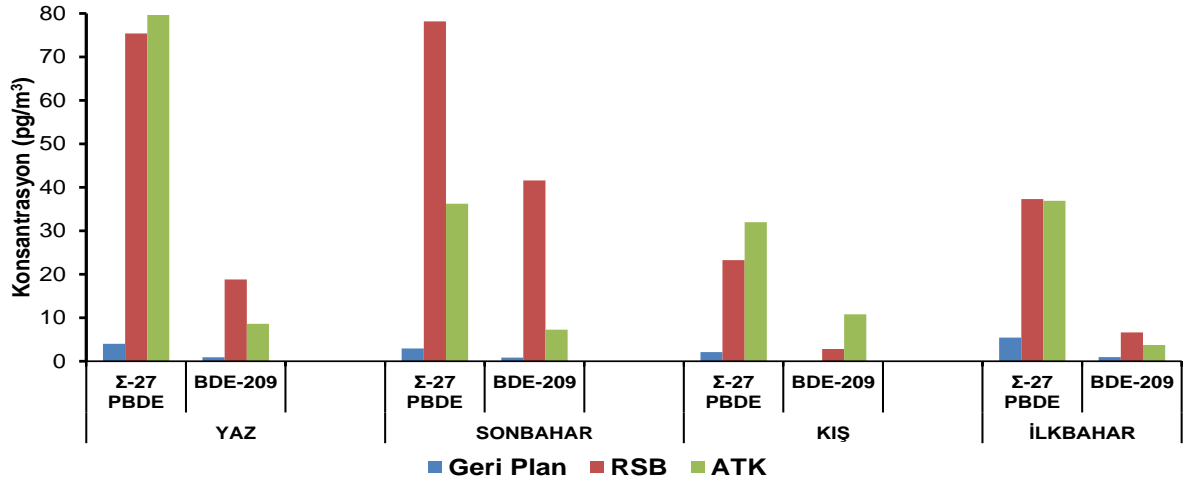
Kalıcı Organik Kirleticiler (KOKlar), biyolojik olarak parçalanamayan, su, toprak ve hava gibi çevresel ortamlarda yıllarca varlığını sürdürebilen organik maddelerdir. Bunlar, insan sağlığına ve çevreye zararlı etkileri nedeniyle ciddi bir endişe kaynağıdır. Bunlar arasında Polihalkalı Aromatik Hidrokarbonlar (PAHlar), Poliklorlu bifeniller (PCBler), Organoklorlu pestisitler (OCPlar) Poliklorlu dibenzo-p-dioksinler / poliklorlu dibenzofuranlar (PCDD/F), çok bromlu difenil eterler (PBDEler) ve heksabromosiklododekan (HBCDD) yaygın olanlardır. KOKların, çevreye salınma kaynaklarını azaltmak ve toprak, su ve hava kirliliğini önlemek için çeşitli düzenlemeler ve yasalar oluşturulmuştur. Ancak, söz konusu maddelerin geçmişte yoğun olarak kullanılmış olmaları, halen ülkemizde ve dünyanın çeşitli bölgelerinde atıl durumda bulunan stoklarının bulunması, PBDEler, HBCDD, PCBler gibi KOKların özellikle tüketici ürünleri bünyesinde kullanılmış olmaları nedeni ile atık haline gelen tüketici ürünleri vasıtasıyla halen doğaya karışabilmeleri, PCDD/Flerin yanma yan ürünü olarak ortaya çıkabilmeleri, yasaklanan KOKlara alternatif olarak önerilen yeni kimyasalların (örneğin PBDElere alternatif olarak önerilen fosfatlı alevlenmeyi geciktirici kimyasalların da kısa/orta ve uzun vadede doğada negatif etkilerinin gözlemlenmesi (OPFRlar) gibi nedenlerle bu maddelerin çevresel ortamlara etkileri hala büyük bir endişe kaynağıdır ve daha fazla araştırma ve çalışma gerektirmektedir.

6.1.1. Çok Bromlu Difenil Eterler (PBDEler)

PBDEler kullandıkları ürünlere “alevlenmeyi geciktirici” özellik kazandıran sentetik kimyasallardır. Elektrik ve elektronik ekipmanların yapısındaki plastikler, otomobillerin plastik ve koltuk süngerlerinde bulunan polimerler, sentetik tekstil ürünleri ve bazı uygulamalarda kullanılan poliüretan köpük gibi alev alma ihtimali yüksek malzemelerde yaygın olarak kullanılmıştır. Uluslararası düzeyde PBDElere dair endişelerin artmasının temel sebebi söz konusu kimyasalların insan ve diğer canlıların dokularında biyolojik olarak artan miktarlarda birikime uğrayarak kanser ve endokrin sisteminin bozulması gibi pek çok olumsuz etkiler meydana getirmesindedir. Bu kimyasalların Stockholm sözleşme kapsamında alınması, söz konusu kimyasallara dair yasaklama ve kısıtlama getirmiş olmasına rağmen, geçmişte bünyelerinde kullandıkları tüketici ürünlerin bir süre atık haline gelmesi sebebi ile halen çevresel ortamlara karışmaları söz konusudur



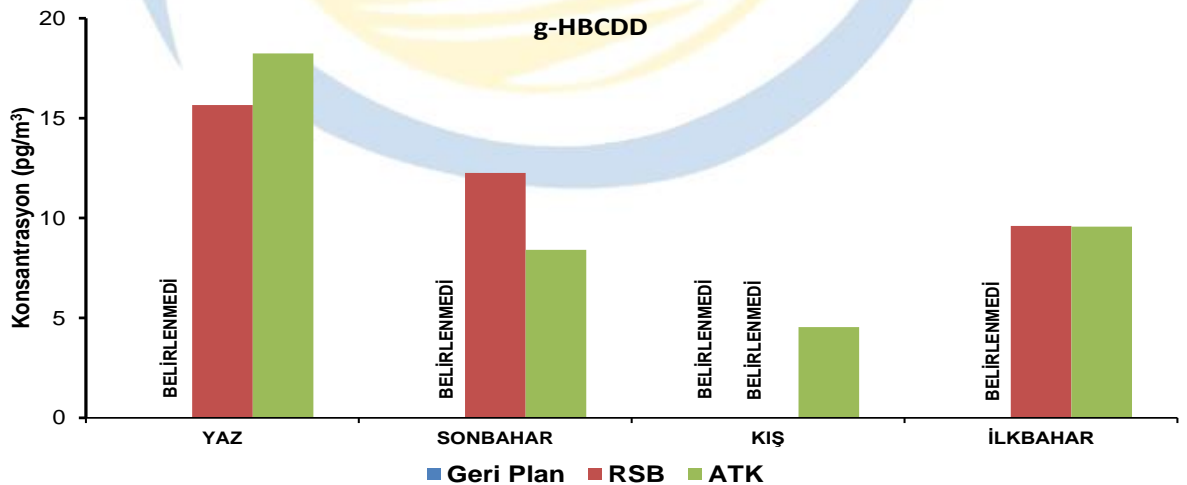
Şekil 42. Bursa ilinde geri plan alanda (Uludağ) belirlenen Σ14-PBDE türdeşi ve PBDE-209 türdeşi konsantrasyon seviyeleri (Ayri ve ark., 2023, Science of the Total Environment 878 (2023) 162966)



Şekil 43. Bursa ilinde 2021-2022 yıllarında geri plan alan ve endüstriyel alanlarda belirlenen Σ27-PBDE türdeşi ve PBDE-209 türdeşi konsantrasyonu (Kurt-Karakuş, P.B. TÜBİTAK destekli araştırma projesi sonuçları)

6.1.2. Hekzabromocyclododekan (HBCDD)

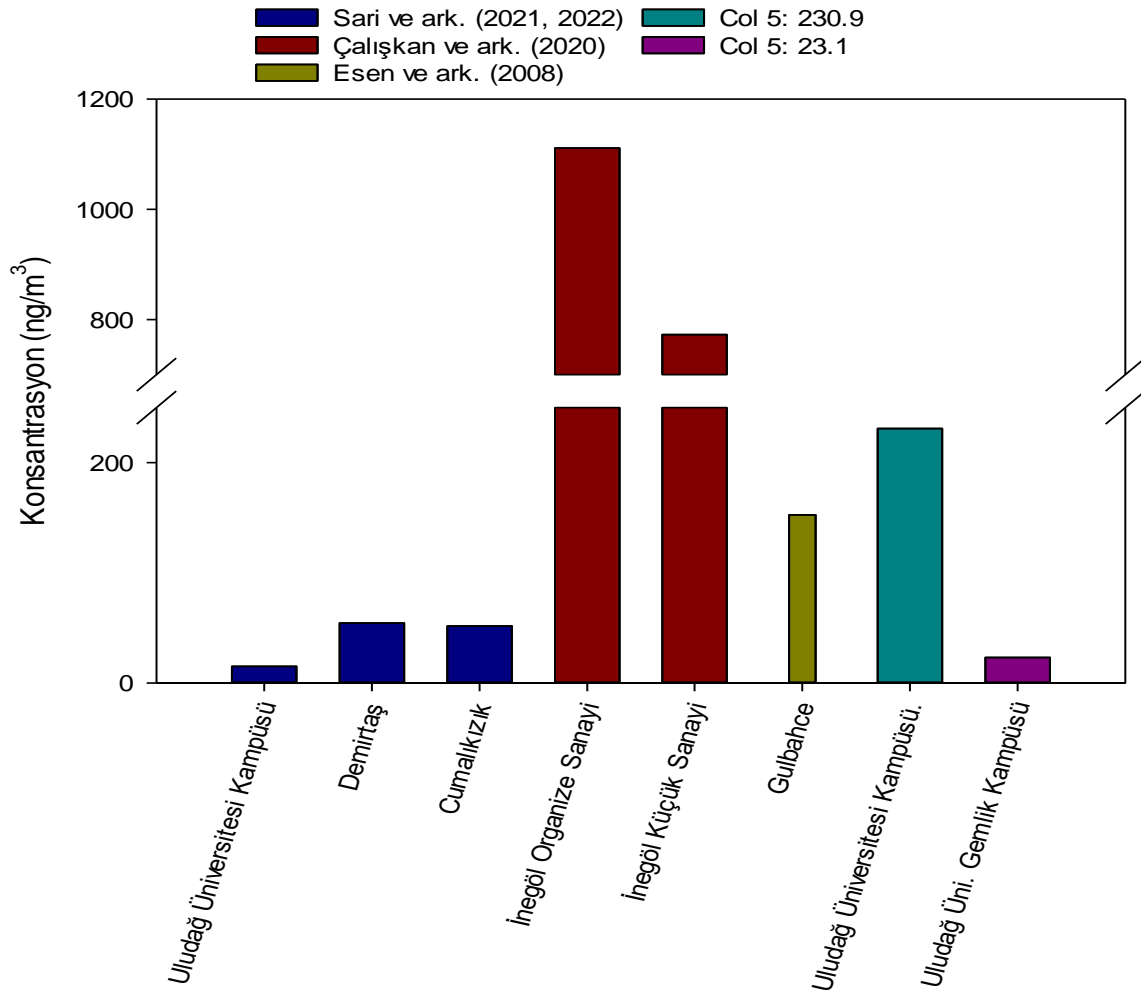
Alternatif bir “alev geciktirici” kimyasal olarak piyasaya sürülen ve özellikle PBDElerin ticari teknik karışımlarının yasaklanmasını takiben kullanımı artan HBCDD, tüm dünyada en çok kullanılan bromlu alev geciktiricilerden biridir. Kullanım alanları elektrik ve elektronik cihazların parçalarında bulunan polimerleri, binalarda izolasyon malzemesi olarak uygulanan genişletilebilir ve ekstrüde polistirenler, mobilyalarda kullanılan döşemelik kumaşlar, otomobil içlerinde kullanılan tekstil malzemeler, otomobil koltuklarında kullanılan süngerler ve izolasyon blokları, paketleme malzemeleri olarak sıralanabilir. HBCDD, 2013 Stockholm Sözleşmesi kapsamına alınarak uluslararası olarak yasaklanmıştır.



Şekil 44. Bursa ilinde 2021-2022 yıllarında geri plan alan ve endüstriyel alanlarda belirlenen g-HBCDD konsantrasyonu (Kurt-Karakuş, P.B. TÜBİTAK destekli araştırma projesi sonuçları)

6.1.3. Çok Halkalı Hidrokarbonlar (PAHlar)

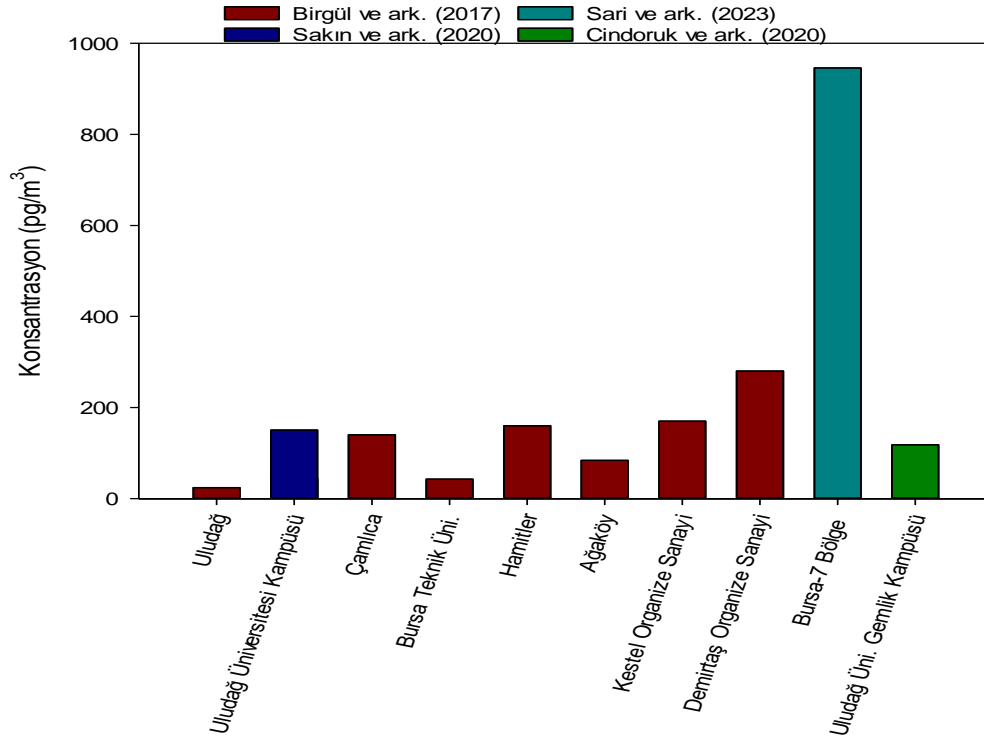
PAH'ler, doğal olarak oluşan ve insan kaynaklı kaynaklardan kaynaklanabilen karbon ve hidrojen içeren bileşiklerdir. Hava kirliliği, endüstriyel faaliyetler ve otomobil egzozları gibi insan faaliyetleri nedeniyle çevreye salınabilirler. PAH'lerin bazıları kanserojen olarak bilinir ve solunum yoluyla alındıklarında insan sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturabilirler.



Şekil 45. Bursa ilinde belirli noktalar ve farklı yıllarda ölçülen PAH konsantrasyonları

6.1.4. Poli klorlu bifeniller (PCBler)

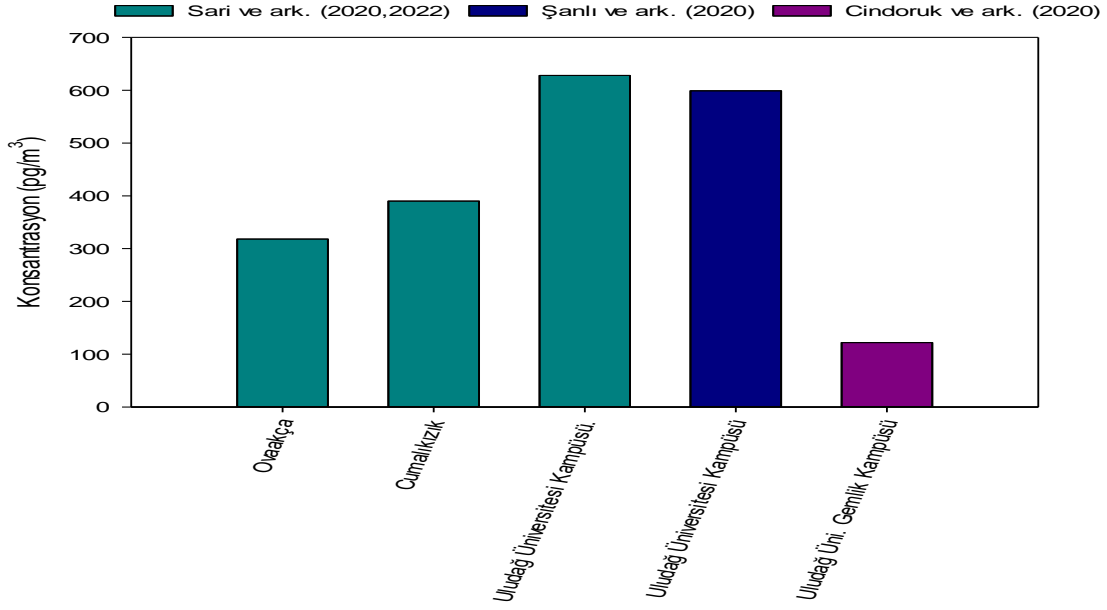
PCB'ler, elektrikli cihazlar, kaplamalar, yalıtım malzemeleri ve diğer endüstriyel ürünlerde kullanılan sentetik organik bileşiklerdir. PCB'lerin insan sağlığına zararlı etkileri arasında kanser, üreme bozuklukları, bağışıklık sistemi bozuklukları ve nörolojik bozukluklar bulunur.



Şekil 46. Bursa ilinde belirli noktalar ve farklı yıllarda ölçülen PCB konsantrasyonları

6.1.5. Organoklorlu pestisitler (OCPlar)

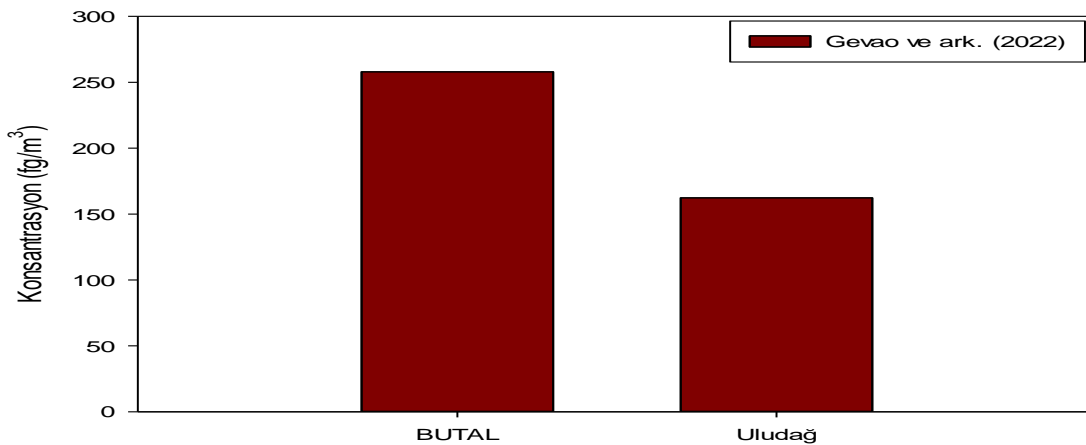
OCP'ler, böcek ilaçları ve tarımsal ürünlerde kullanılan organik bileşiklerdir. Bu maddeler, biyolojik olarak parçalanamazlar ve su, toprak ve gıdalarda birikme eğilimindedirler. OCP'lerin insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri arasında kanser, üreme bozuklukları ve nörolojik bozukluklar bulunur.



Şekil 47. Bursa ilinde belirli noktalar ve farklı yıllarda ölçülen OCP konsantrasyonları

6.1.6. Poliklorlu dibenzo-p-Dioksinler/Furanlar(PCDD/Fler)

PCDD/F'ler, endüstriyel faaliyetler ve yanma işlemleri gibi insan kaynaklı etkinliklerin yanı sıra doğal olaylar tarafından da oluşabilirler. Bu maddeler, insanlar tarafından solunabilir, yutulabilir veya cilt yoluyla emilebilirler. PCDD/F'ler, insan sağlığına ciddi bir tehdit oluşturan kanserojenlerdir. Ayrıca, bağışıklık sistemine, üreme sistemi fonksiyonlarına ve nörolojik sağlığa da zarar verebilirler. Bu kirleticiler, çevreye salınma kaynaklarının azaltılması ve kontrol altına alınması için çeşitli düzenlemeler ve yasalar tarafından sıkı bir şekilde kontrol edilmektedir.

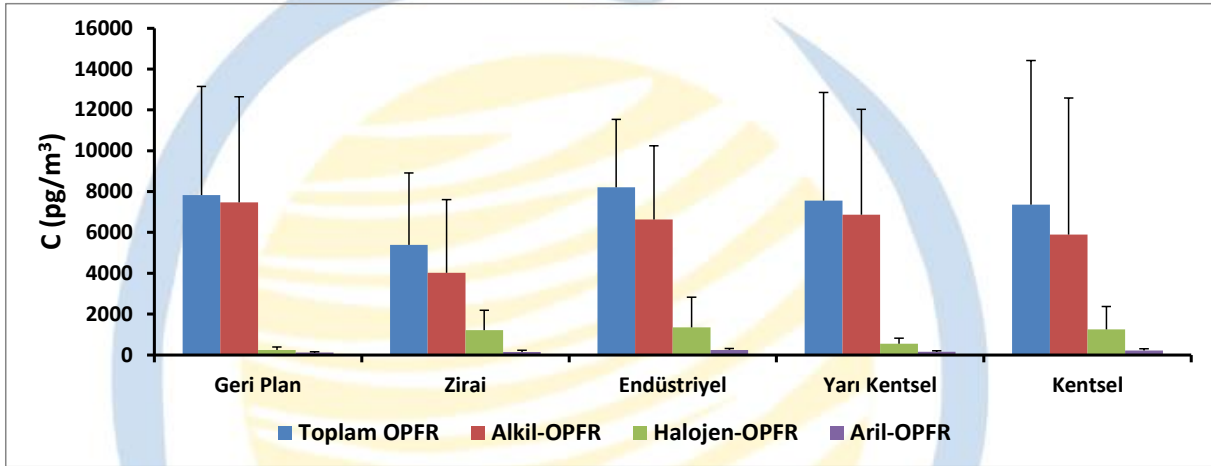


Şekil 48. Bursa ilinde belirli noktalarda ölçülen PCDD/F konsantrasyonları

6.2. Diğer Özel Kirleticiler

6.2.1. Organofosfat Ester Alev Geciktiriciler (OPFRlar)

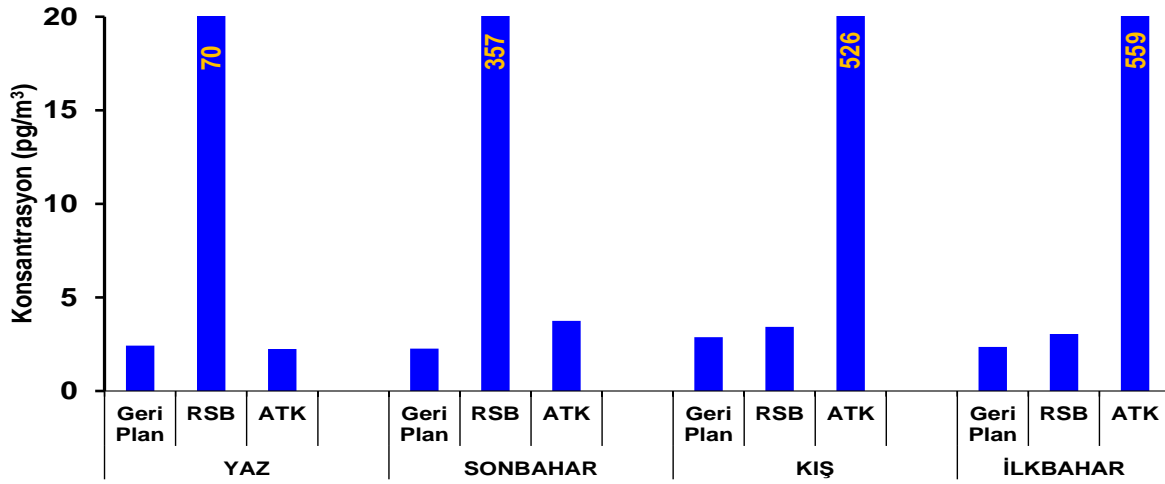
OPFRlar, alkil zinciri veya aril grubu içeren fosforik asidin organik esterleri olup halojenli veya halojensiz olarak piyasaya sürülmektedirler. OPEler plastikler, elektrik ve elektronik ekipmanlar, mobilya, tekstil, inşaat malzemeleri ve endüstriyel ürünlerin bünyesinde alev geciktirici olarak kullanılmalarının yanı sıra vernik, hidrolik sıvılar ve parke cilalarında köpüklenmeyi engelleyici ajan olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Her ne kadar henüz uluslararası Stockholm Sözleşmesi veya başka bir sözleşme kapsamına alınmamış olsalar da, mevcut bilimsel veriler hali hazırda ticari olarak kullanılan tüm OPFRların çevre ve insan sağlığı için zararlı etkileri olduğuna işaret etmektedir. Hali hazırda OPFR kimyasallar dünyanın pek çok bölgesinde yapılan farklı çalışmalarda hava ortamı, biyolojik örnekler, tatlı su kaynakları, yağmur suyu, iç ortam havası ve tozu, gıdalar, insan kanı ve idrarı, anne sütü gibi ortamlarda tespit edilmiştir



Şekil 49. Bursa ilinde geri plan, zirai, endüstriyel, yarı kentsel ve kentsel alanlarda belirlenen OPFR seviyeleri (pg/m³) (Kurt-Karakus ve ark., Science of the Total Environment, 625 (2018) 555–565)

6.2.2. Cıva

Cıva; volkan patlamaları, madenler üzerindeki doğal olaylar, okyanus bölgesi ya da deniz sedimentleri gibi coğrafik olaylar gibi doğal kaynaklardan ve fosil yakıtlar ve altın madenciliği gibi insan faaliyetlerinden dolayı çevresel ortamlara karışabilmektedir. Bunun yanı sıra muhtemel cıva kaynakları arasında katı atık deponi sahaları, trafiğin yoğun bölgeler, bacalı sanayi bölgeleri, atık geri dönüşüm alanları, cıvanın direkt ya da yan ürün olarak kullanıldığı tüm alanlar sayılmaktadır. Atıklar bünyesinde bulunan cıvanın temel kaynağı flüoresan tüpler, mekanik kapı zilleri, termostatlar, piller ve düz ekran monitörler olarak belirtilmektedir. Cıva maruziyeti, duyu bozukluğu, dermatit, hafıza kaybı ve kas zayıflığı dahil olmak üzere çeşitli olumsuz sağlık etkilerine yol açabilir. Cıva, Minamata Sözleşmesi kapsamında olup, söz konusu sözleşme insan sağlığını ve çevreyi cıvanın olumsuz etkilerinden korumaya yönelik küresel bir anlaşmadır ve Ülkemizde bu anlaşmaya taraftır.



Şekil 50. Bursa ilinde geri plan, zirai, endüstriyel, yarı kentsel ve kentsel alanlarda belirlenen OPFR seviyeleri (pg/m³) (Kurt-Karakus ve ark., Science of the Total Environment, 625 (2018) 555–565)

6.2.3. Yağ Buharı

Bursa Tekstil sektörü, Türkiye'de ki sentetik iplik toplam üretim kapasitesinin % 75'i karşılamakta olup ve ülkemizde boyama sanayinin en az % 25'i Bursa'da bulunmaktadır. Günümüzde Bursa'da tekstil sektörü, otomotiv ile birlikte kentin ekonomisinde en fazla ağırlığa sahip olan iki sektörden biridir. Bursa'da toplam 18 adet organize sanayi bölgesi ve ayrıca 1 adet serbest bölge içinde faaliyet gösteren yaklaşık 4100 tekstil firması bulunmaktadır.

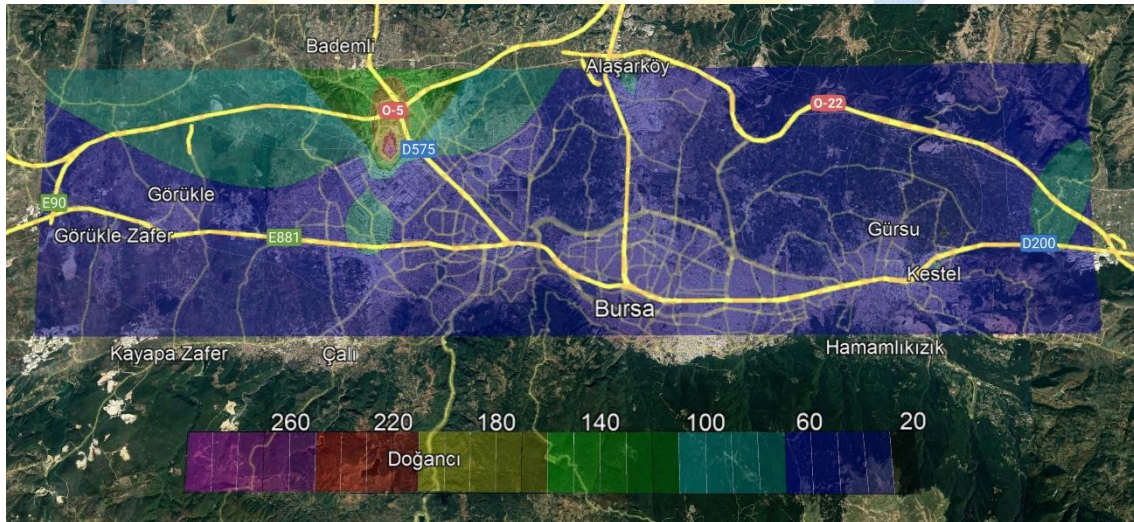
Tekstil başta olmak üzere önemli miktarda yağın aerosol veya buhar halinde içinde VOC'leri içerecek şekilde atmosfere verildiği bilinmekte ve gözlenmektedir. Bu yağlar, iplik üretimi sırasında yüksek hız nedeniyle elyafın eriyerek zarar görmesini engelleyen silikon esaslı yağlarla birlikte örme /dokuma yağları da olabilmektedir. Özellikle tekstil endüstrisinde termofiksaj işlemleri sırasında ortalama 200 °C seviyesinde VOC ve yağ buharı içeren emisyon oluşmaktadır. Yağ buharının içeriğinde; uçucu organik bileşikler, aldehit, poliaromatik hidrokarbonlar, ve güçlü kanserojen maddeler olan karbonil bileşikleri bulunmaktadır.

Bu yağlar petrolden elde edilen mineral yağlar olup, yağ buharı emisyonlarına maruziyet sonrası cilt hastalıkları, solunum rahatsızlıkları, astım gibi rahatsızlıkların yanı sıra içerdikleri PAH'lar nedeniyle aynı zamanda kanserojen etkiye sahiptirler. Polyester iplik üretimi sırasında ağırlıkça %3 ile %11 arasında eğirme yağı kullanılmaktadır. Bursa'dan 2021 yılında ihraç edilen polyester kumaş içeriklerinden hesaplanan yağ buharı miktarı aşağıda verilmiştir.

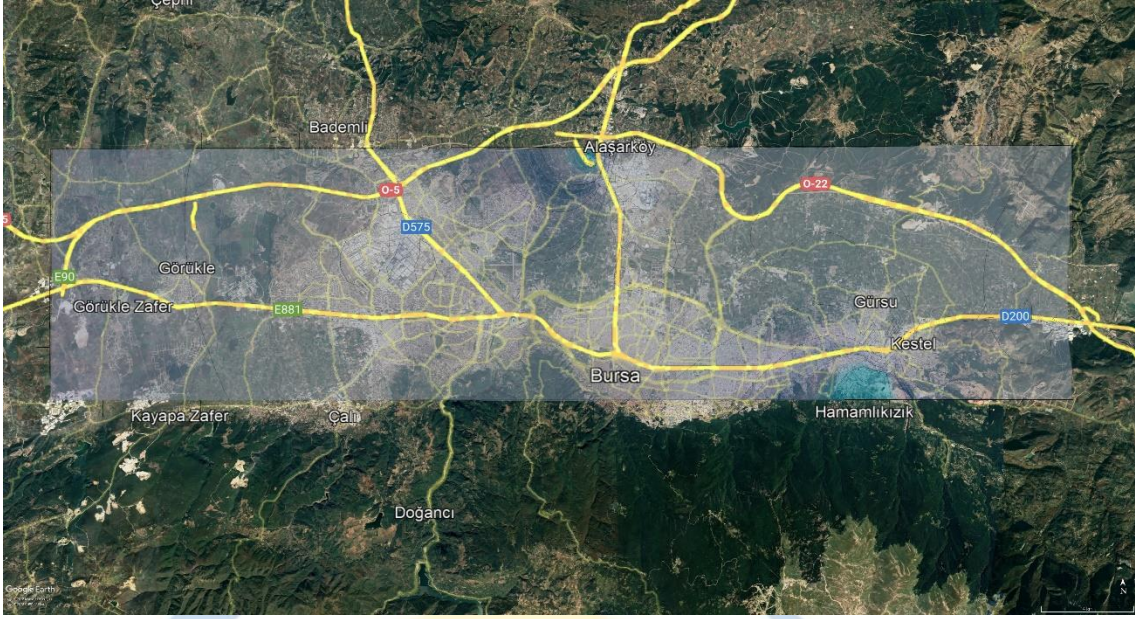
2021/ AYLAR	İHRAÇ EDİLEN POLYESTER KUMAŞ (TON)	ATMOSFERE VERİLEN YAĞ MİKTARI %3 (TON)	ATMOSFERE VERİLEN YAĞ MİKTARI %8 (TON)
OCAK	3485,01	104,55	278,80
ŞUBAT	7174,79	215,24	573,98
MART	11204,69	336,14	896,38
NİSAN	15858,16	475,74	1268,65
MAYIS	19537,15	586,11	1562,97
HAZİRAN	24320,28	729,61	1945,62
TEMMUZ	28205,49	846,16	2256,44
AĞUSTOS	32443,89	973,32	2595,51
EYLÜL	37067,14	1112,01	2965,37
EKİM	41931,11	1257,93	3354,49
KASIM	46745,26	1402,36	3739,62
ARALIK	51775,98	1553,28	4142,08

Tablo 2. İhraç edilen polyester kumaş ve atmosfere verilen yağ buharı miktarı

Çalışma kapsamında 6 farklı ilçede faaliyet gösteren 65 adet tekstil işletmesinde 144 adet bacada yağ buharı ölçümleri gerçekleştirilerek ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir. Ölçüm sonuçları Surfer programında ilimiz için konsantrasyon dağılım haritaları oluşturulmuş mevcut konsantrasyon dağılımı ortaya konmuş ayrıca İMÇK kararı ile 15 mg/m^3 sınır değer sağlandığı takdirde konsantrasyon dağılımının nasıl olacağı haritalandırılmıştır.



Şekil 51. Bursa şehir merkezi yağ buharı konsantrasyon dağılımı



Şekil 52. Bursa şehir merkezi 15 mg/Nm³ ve altı yağ buharı konsantrasyon dağılımı

Oluşan yağ buharı emisyonlarının Bursa Valiliğince alınan 15 mg/Nm³ ve altına indirilerek atmosfere deşarj edilmesi halinde Şekil 51’de verilen yağ buharı dağılımının aksine konsantrasyon yoğunluğu ve kirliliğe olan maruziyetin önemli ölçüde azalması sağlanacaktır.

7. HAVA KİRLİLİĞİNİ ÖNLENMESİ YÖNELİK TEDBİRLER

Veriler incelendiğinde Covid-19 salgını sürecinde kısıtlamaların uygulandığı dönemde klasik hava kirletici parametrelerde düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. Kirliliğin azalmasında kapanma sürecinde sanayinin üretime ara vermesi, trafik ve insan hareketliliğinin azalması gibi nedenler azalmasında etkili olsa da İlimizde bazı istasyonlarda, hava kirliliği parametrelerinden **Partikül Madde ve NO₂ yıllık ortalama verileri sınır değerlerin üzerindedir.**

Bu raporumuzda; ilimizde özel kirleticilere yönelik yapılan akademik çalışmalar irdelendiğinde uçucu organik bileşikler, kalıcı organik kirleticiler, ağır metaller, yağ buharı gibi kirleticilerinde ilimizde ciddi kirlilik oluşmasına neden olduğu görülmüştür.

Dünya Sağlık Örgütü **hava kirliliğini kansere yol açan etmenler listesine almış,** hava kirliliğinin özellikle akciğer kanserinin nedeni olduğunu ve mesane kanseri riskini artırdığını açıklamıştır.

Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Bölge Ofisi hava kalitesi ve sağlık konusundaki çalışmalarını kapsamında AirQ+ adı verilen program kullanılarak 2017 yılında İlimizde **hava kirliliğinin yol açtığı erken ölümlerin %20 oranında gerçekleştiği belirtilmiştir.**

Bu nedenle ilimizde en öncelikli sorunlarımızdan biri **HAVA KİRLİLİĞİ'dir**. Bu gerçekten yola çıkarak hava kirliliği sorunun ortadan kaldırılması için çözüm önerileri geliştirilmiştir. Mevcut önlemlerin yetersiz olduğu görülmektedir. Bursa'da hava kirliliğinin önlenmesi için etkin bir planlamaya ve radikal önlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Çözüm için öneriler önceliklendirilmeli, kararlılıkla uygulanmalıdır. Bu doğrultuda atılması gereken adımlar maddeler halinde özetlenmiştir:

- İlimizde öncelikle daha çok veri elde edilebilmesi adına 8 adet olan hava kalitesi istasyon sayısı arttırılmalı, her ilçede en az 2 adet sanayi ve kentsel kirliliğin tespiti için istasyon olmalı, her istasyonda bütün parametrelerin ölçülmesi sağlanmalıdır. Özellikle sanayi bölgelerinden kaynaklı kirliliğin tespiti için sanayi bölgelerinde hakim rüzgar yönüne göre hava kalitesi istasyonları kurulmalıdır. Hasanağa ve Kayapa Sanayi bölgeleri etrafı istasyon kurulumu için öncelikli alan olarak değerlendirilebilir.
- Bazı parametrelerde 1 yıllık veri bulunmadığı görülmüştür. Bu nedenle verilerin düzenli olarak takip edilebilmesi için gerekli bakım, yedek parça bulundurma vb. çalışmalara önem verilmelidir.
- Ayrıca ilimiz gibi sanayi şehirlerinde hava kalitesi istasyonlarında sadece temel kirleticilerin (Partikül Madde, SO₂, NO₂, CO, O₃) ölçümleri yeterli değildir. **Tekstil ve otomotivin başkenti diyebileceğimiz şehrimizde uçucu organik bileşikler, kalıcı organik kirleticiler, ağır metaller, yağ buharı ölçümlerinin takibinin insan ve çevre sağlığı için ne kadar önemli olduğu raporumuzda irdelenen çalışmalarda açıkça görülmektedir.** Şehrimizdeki binlerce sanayi tesisinde on binlerce bacadan yayılan VOC' ler ile ağır metallerin kümülatif etkilerinin bilinmesi ve takip edilmesi şu an ilimizin en önemli sorunu olarak karşımızda durmaktadır. **Acilen bu konuda yapılan bilimsel arttırmalı ve önlemler çok geç olmadan alınmalıdır.**
- Mevcut sanayi tesislerinde kullanılan filtre sistemlerinin doğru seçilerek tekstil sektöründe olduğu gibi sektörel filtre zorunlulukları getirilmelidir. Yağ buharı filtre sistemleri online izlenmesi sağlanmalıdır.
- Ülkemizde baca bazlı sınır değer uygulaması yerine alan bazlı emisyon sınırlaması getirilmesi konusunda mevzuat düzenlemeleri yapılmalıdır.
- Ulusal mevzuatımız PM_{2,5} ve PM₁₀ kirleticisinin de azaltılmasına yönelik somut uygulamalar yapılmalıdır. Kirliliğin ve insan sirkülasyonun yoğun olduğu alanlara hava temizleme kuleleri kurulmalıdır.
- Sosyal yardım amaçlı kömür dağıtımı yerine doğalgaz kullanımına yönelik teşvik verilmelidir.
- Bursa'nın hava kirliliği taşıma kapasitesi belirlenmeli ve buna bağlı olarak kent merkezine yakın bölgelerde yeni organize sanayi bölgelerinin kurulmasına ve merkez ilçelerimizde bacalı sanayi tesisi kurulmasına kesinlikle izin verilmemelidir.
- Sanayi kuruluşlarında enerji verimliliği ve enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması teşvik edilmelidir.
- İlimizde toplu ulaşımı yaygınlaştırıcı politikalar üretilmeli, metro seferleri ve bisiklet yolları artırılmalıdır. Şehir Merkezinde trafiğe kapalı saatler oluşturulmalıdır.
- İlimizde akıllı kavşak sistemi uygulamaları şehir geneline yayılmalı, alternatif yol güzergahları oluşturulmalı, trafikte bekleme süreleri kısaltılmalı, şehir içi dolmuş ve taksilerde elektrikli araçlara geçilmesi yönünde çalışmalar yapılmalıdır.

- Kentsel dönüşüm ve bina yıkım çalışmalarında sulu perde sistemi kullanılarak yıkımlar yapılmalı ve toz oluşumu engellenmelidir.
- Şehir içi yol temizliklerinde süpürme araçları yerine vakumlu temizlik araçları kullanılmalı, mevcut araç sayısı artırılmalıdır.
- Küçük işletmelerin, hurdacıların veya geri dönüşüm yapan işletmelerin açıkta atık yakması engellenmelidir.
- İlimizde toprak alanlar yeşillendirilmeli, yapılacak olan tesis ve binalarda ruhsatlandırma aşamasında ağaç dikimi yaptırılması sağlanmalıdır.
- Binalarda zorunlu olan yalıtım sistemlerinin kullanılması teşvik edilmelidir.
- Sızıntı sularının arıtımı gerçekleştirilirken emisyon oluşumu kontrol altına alınmalıdır.
- İmar planlamalarında kat yükseklikleri bölgedeki hava akımını engellemeyecek şekilde planlanmalıdır.
- Küresel ısınma tartışmasız bir gerçektir, 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı “Karbon Nötr Kent” hedefiyle yapılmalıdır. Planlama yapılırken hava kalitesinde oluşacak etkiler hesaba katılarak kararlar alınmalıdır. Kentin planları, hava kirliliği sorununu çözmeye, iklim krizinin etkisini azaltmaya yönelik olmalıdır.
- Şehir içinde kalan sanayi bölgelerinin taşınması konusunda planlama çalışmaları yapılmalıdır. Bu süreçte “Yeşil OSB” kavramı desteklenmelidir.
- Alınan kararlarda verilen süreler uzatılmamalı, gerekli denetim ve kontroller artırılmalıdır.
- Hava kirliliği ile mücadelede şehrimize özel çalışmalar yapılmalı, yapılacak çalışmalar ve hazırlanacak eylem planları Akademik Odalar işbirliği ile gerçekleştirilmelidir.

8. KAYNAKÇA

Admassu, M., & Admassu, M. (2011). For Environmental Health Science Students. E. Miaśkiewicz-Peska and M. Łebkowska," Effect of antimicrobial air filter treatment on bacterial survival," *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 19, 1.

Ayrı vd. (2023). The effect of military conflict zone in the Middle East on atmospheric persistent organic pollutant contamination in its North. *Science of the Total Environment* 878 (2023) 162966.

BBB, (2019). Bursa Şehir Sağlık Profili, Bursa Büyükşehir Belediyesi, Mayıs 2019.

BEBKA (2018). Bursa Yatırım Destek ve Tanıtım Stratejisi 2017-2023, 2018 Eylem Planı.

Boubel RW.,Fox DL., Turner DB., Stern AC., 2008. *Fundamentals of Air Pollution*, fourth edition, Elsevier Inc.

Cengiz, M. A., Şenel, T., Terzi, E., Savaş, N., & Terzi, Y. (2013). Samsun bölgesindeki hava kirliliğinin neden olduğu hastalıkların istatistiksel modellenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(8), 27-36.

Cindoruk S.S. ve Özengin N., (2019). Bursa'da Hava Kirliliğinin Ana Sebeplerinin Ortaya Konması ve Çözüm Önerilerinin Belirlenmesi, Bursa Büyükşehir Belediyesi, Şubat 2019.

Çalışkan vd. (2020). PAH Levels in A Furniture-Manufacturing City Atmosphere. *Chemosphere* 240 (2020) 124757.

Çalışkan vd. (2020). Atmospheric Volatile Organic Compounds Levels İn Furniture-Manufacturing City in Turkey. *Urban Climate* 43 (2022) 101163.

Demirarslan, K. O., & Akıncı, H. (2018). Cbs ve hava kalitesi verileri kullanılarak Marmara bölgesinin kış sezonunda hava kalitesinin değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 11-27.

DİKMEN, A. Ç. (2019). Ulusal Hava Kalitesi Gözlemleri Bağlamında Türkiye'de Hava. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 49-65.

Gevao vd. (2022). Spatial variability in the ambient concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans across theMiddle East. *Atmospheric Pollution Research* 13 (2022) 101613.

Keçebaş, A., Gedik, E., & Kayfeci, M. (2010). Fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan hava kirliliği üzerine jeotermal enerji ve doğalgaz kullanımının etkisi: Afyon örneği. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(3), 23-30.

Kurt-Karakuş vd. (2018). Organophosphate ester (OPEs) flame retardants and plasticizers in airand soil from a highly industrialized city in Turkey. *Science of the Total Environment* 625 (2018) 555-565.

Özdemir vd. (2018). Investigation of Fog-Air Quality Relationship in Istanbul. Fresenius Environmental Bulletin, 30-36.

Özdemir. (2019). Investigations of a Southerly Non-Convective High Wind Event in Turkey and Effects on PM10 Values: A Case. Pure and Applied Geophysics, 4599-4622.

Saral, A. (2011). Hava Kirliliği Nedir, Ülkemizdeki Durumdan Kesitler. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, Aylık Eğitim Dergisi ISSN-1302-5600, (135).

Tecer, L. H. (2011). “Hava Kirliliği ve Sağlığımız”, Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi, sayı: 135, s.15-29.

TÜİK (2023). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2022-49685>.

Ünal vd. (2011). Influence of meteorological factors and emission sources on spatial and temporal variations of PM10 concentrations in Istanbul metropolitan area. Atmospheric Environment, 5504-5513.

WHO, (2016) Ambient Air Pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. World Health Organization. <https://doi.org/9789241511353>

Yılmaz vd., (2020). Dilovası Hava Kalitesinin Ulusal Mevzuata Göre Değerlendirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 703-714.