



**TMMOB
ÇEVRE MÜHENDİSLERİ ODASI
BURSA ŞUBESİ**



**BURSA HAVA KALİTESİ
DEĞERLENDİRMESİ RAPORU**

OCAK 2021

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ	2
2.KLASİK HAVA KİRLİTİCİLERİ 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	7
5. HAVA KALİTESİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	8
5.1. Yıllık Verilerin Değerlendirilmesi	9
5.1.1. PM ₁₀	9
5.1.2. PM _{2,5}	13
5.1.3. SO ₂	14
5.1.4. NO ₂	20
5.1.5. CO	25
5.2. Pandemi Dönemi Verilerinin Değerlendirmesi	26
6. HAVA KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİNE YÖNELİK TEDBİRLER	28
7. TEŞEKKÜR	30
8. KAYNAKÇA	31

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 iç ortam hava kirliliği nedeniyle bir yılda çoğunluğu gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere yaklaşık olarak 4,3 milyon kişinin, dış ortam hava kirliliği nedeniyle 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.

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 Özenin,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 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 katı, sıvı ve gaz şeklinde insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zarar verecek şekilde, yoğunlukta ve sürede havada bulunmaktadır. Hava kirleticileri karbon monoksit, azot oksitler, sülfür oksitler, hidrokarbonlar ve partikül maddelerdir (hem katı hem de sıvı). Hava kirleticileri, doğal hava kirleticileri ve antropojenik hava kirleticileri olmak üzere temel iki kaynağı bulunmaktadır (Saral, 2011).

2.1. Doğal Hava Kirleticileri:

Volkanik faaliyetler, 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 sıklığıdır.

İnsan sağlığına etkileri açısından CO, akciğer yolu ile kan dolaşımına girmektedir ve kimyasal olarak oksijeni hücrelere 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 üretiminde 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, çimento fabrikaları, metalürji endüstrisi gibi tesisler atmosfere SO₂ salınımını gerçekleştirmektedir. Kentlerdeki konut ve işyeri ısıtmasında kullanılan katı ve sıvı yakıtlar, kent atmosferindeki SO₂ kirliliğinin önemli kaynaklarıdır. SO₂ asit yağmurları olarak adlandırılan çevresel bir problemin de sorumlusudur. SO₂ atmosferdeki nemde çözünerek, güneş ışığı ve bazı kimyasalların varlığında sülfürik asite dönüşmektedir. 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, çocuk 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 çökmesi 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 kirlenmelerinden 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 ysek 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,  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 işığının etkisiyle yüksek miktarlarda ozon üretilmektedir (Tecer, 2011).

Ozon retimi uçucu organik bileşikler (VOC) ve karbon monoksit sayesinde hızlandırılmaktadır veya güçlendirilmektedir. Ozonun oluşması için en önemli nc bileşenler NO_x (Azot oksitler) ve VOC’dır. Yüksek güneş işınlarının etkisiyle Akdeniz lkelerinde ozon derişimi Kuzey-Avrupa ülkelerinden daha yüksektir. Sebebi ise güneş işınlarının 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 oluşurmaktadır. Diğer gruplar arasında öğlen saatlerinde dışarıda fiziksel aktivitede bulunanlar, astım hastaları, akciğer hastaları ve yaşlılar yer almaktadır.

2.2.5.Partiküler Maddeler

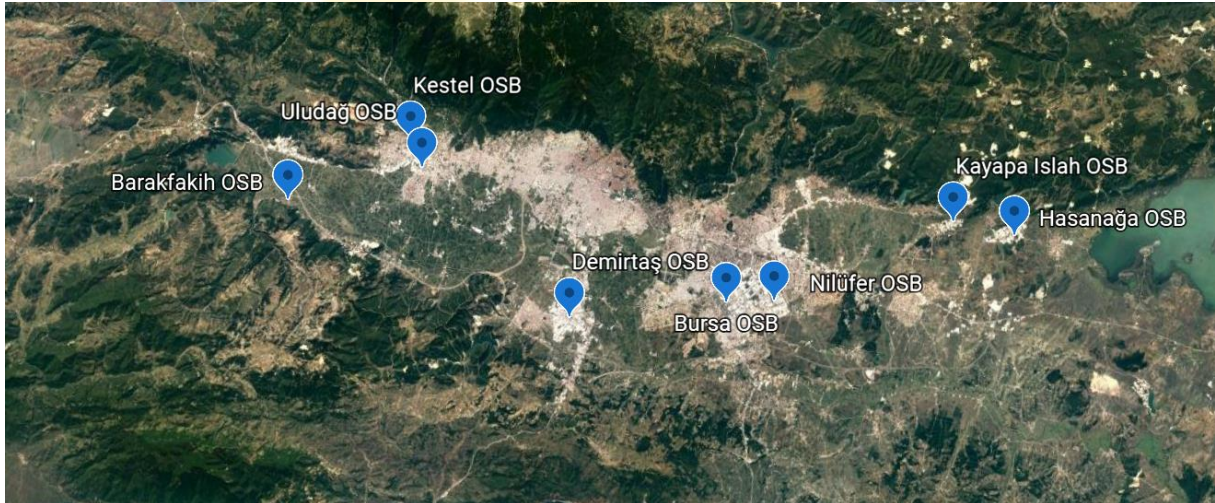
Partikül madde havada asılı bulunan katı partiküllerin ve sıvı damlacıkların bir karışımıdır. Partikül boyutları çok geniş bir aralığa sahiptir. Toz, duman, is gibi bazı partiküller gözle görülebilecek kadar byktir. Fakat mikroskopla görülebilen boyutlarda partiküller de bulunmaktadır. Çapları 10 m’den kk, 2,5 m’den büyük partikül maddeler “kaba partiküller” olarak adlandırılmaktadır. Daha çok kırma ve öğütme işlemleri ile yol tozlarından kaynaklanmaktadır. Çapları 2,5 m’den daha kk 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, kf, 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 topraklarının % 17'sini ovalar oluşturmaktadır. 2017 yılı adrese dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre nüfusumuz 2.936.803 kişidir. İlimizde kilometrekareye ortalama 280 kişi düşmektedir (BEBKA, 2018). Nüfusun büyük bölümü Osmangazi ilçesinde toplanmaktadır. TÜİK verileri incelendiğinde nüfus yoğunluğunun en yüksek olduğu ilçenin Yıldırım olduğu görülmektedir.



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.

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.

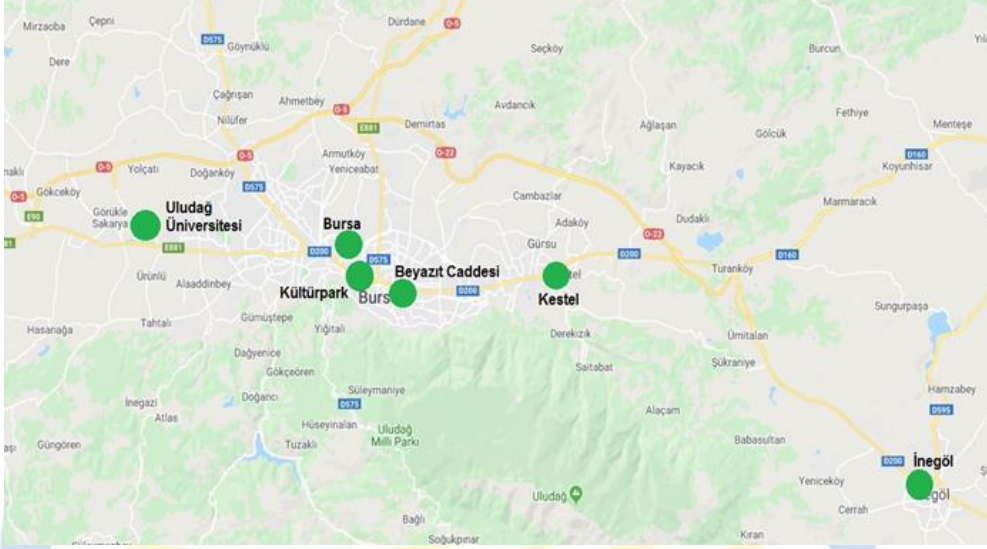
Hava kirliliğinin durumunu kamuoyuna açıklarken halkın kolayca anlayabileceği bir sınıflama sistemi kullanılmaktadır. Tüm dünyada yaygın olarak kullanılan Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) denilen bu sınıflama sistemi ile havadaki kirleticilerin konsantrasyonlarına göre hava kalitesi iyi, orta, kötü, tehlikeli vb. şeklinde 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 6 adet hava kalitesi ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlar;

- 1 Uludağ Üniversitesi
2. Kültürpark
3. Beyazıt
4. Kestel
5. İnegöl
6. Bursa istasyonlarıdır.



Şekil 2. İlimizdeki Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarının Harita Üzerinde Gösterimi

Bu rapor kapsamında ilimiz hava kalitesinin değerlendirilmesi için hava kirlenici parametrelerin ölçüm sonuçları irdelenmiştir. Bu doğrultuda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü'ne ait 6 istasyonundan son 7 yılda kaydedilen hava kalitesi parametrelerinin sonuçları temin edilmiştir. Veriler aylık veriler kullanılarak, hesaplamalar ve grafikler de excel programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

5. HAVA KALİTESİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

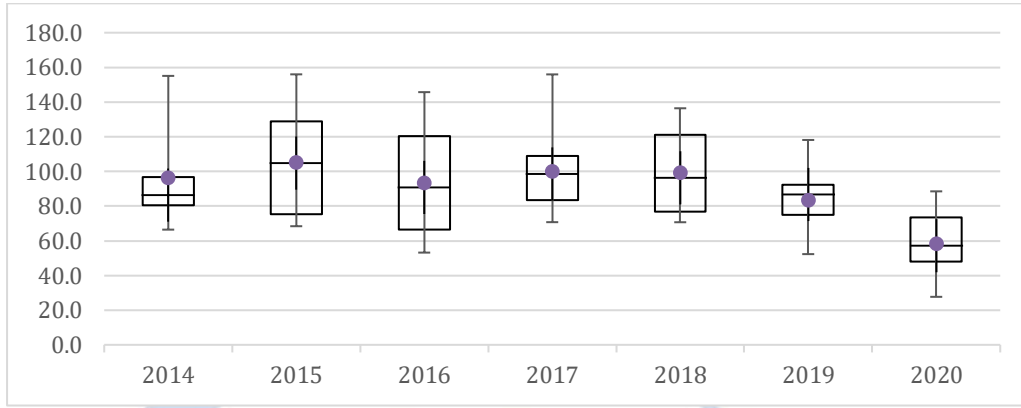
İlimizde bulunan hava kalitesi istasyonlarında 2014-2020 yılları boyunca ölçülmüş olan yıllık ortalama kirlenici konsantrasyon değerleri incelenerek ilimizin mevcut hava kalitesinin istasyon ve parametre bazlı yıllık değişimi ile pandemiden kaynaklı kapanmanın olduğu (Mart, Nisan, Mayıs, Haziran) ayların bir önceki yıl ile kıyaslaması yapılarak değerlendirmeler yapılmıştır.

5.1. YILLIK VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ:

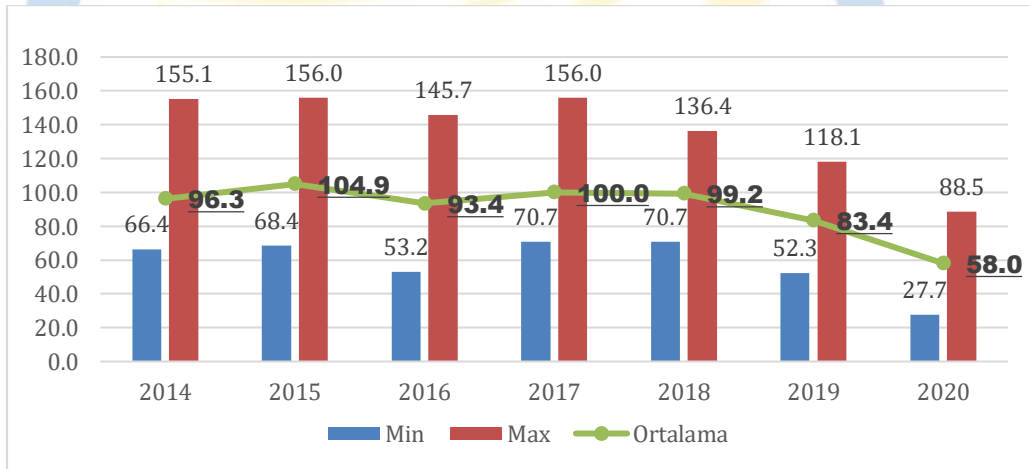
5.1.1. PM10

Bursa İstasyonu:

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



Şekil 3. Bursa istasyonu 2014-2020 yılları arasında PM₁₀ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



Şekil 4. Bursa istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

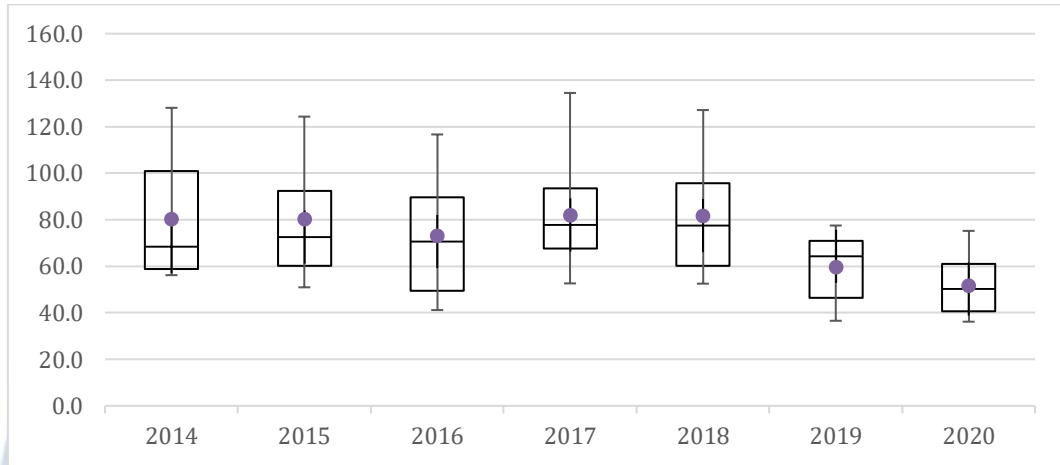
Bursa istasyonunda ölçülen PM10 konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 2020 yılında $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Yıl bazlı ortalama değerlerin sınır değerleri aştığı görülmektedir. 2017 yılından itibaren düşüş eğilimi göstermekle birlikte 2020 yılı ortalamasının $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Maksimum değer Ocak ayında $88,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken minimum değer Haziran ayında $27,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ölçülmüş, ancak minimum ortalama değer Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınır değeri olan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

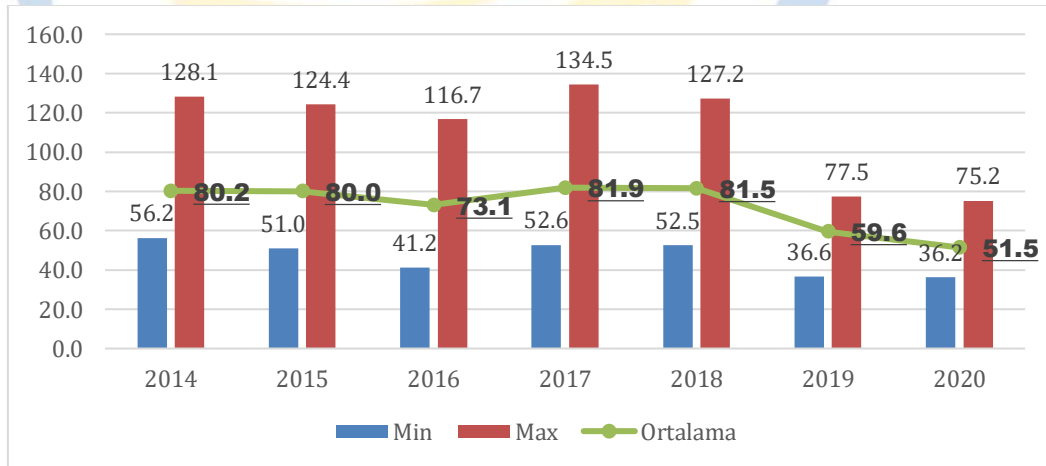
Bursa ölçüm noktasının şehrin rüzgâr taşınımına açık bir bölgesi olması (taş ocakları, sanayi vb. kaynaklardan taşınım), etrafındaki yakıt kullanım çeşitliliğinin fazla olma olasılığı, trafik kaynaklı kirleticilerin önemli düzeyde katkıda bulunması nedeniyle yüksek konsantrasyonlar ortaya çıkmıştır.

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 5. Beyazıt istasyonu 2014-2020 yılları arasında PM₁₀ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



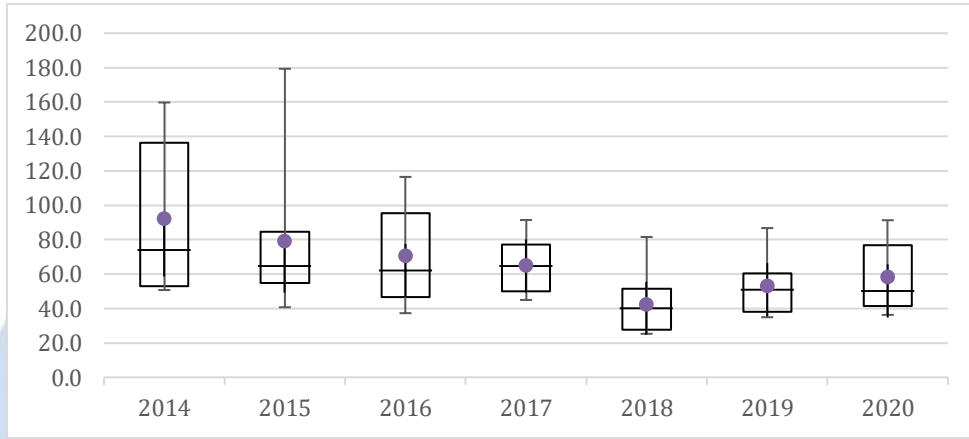
Şekil 6. Beyazıt istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

Beyazıt istasyonunda ölçülen PM₁₀ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değeri 2014 yılında 60 µg/m³ iken 2020 yılında 40 µg/m³'tür. Yıl bazlı ortalama değerlerin sınır değerleri

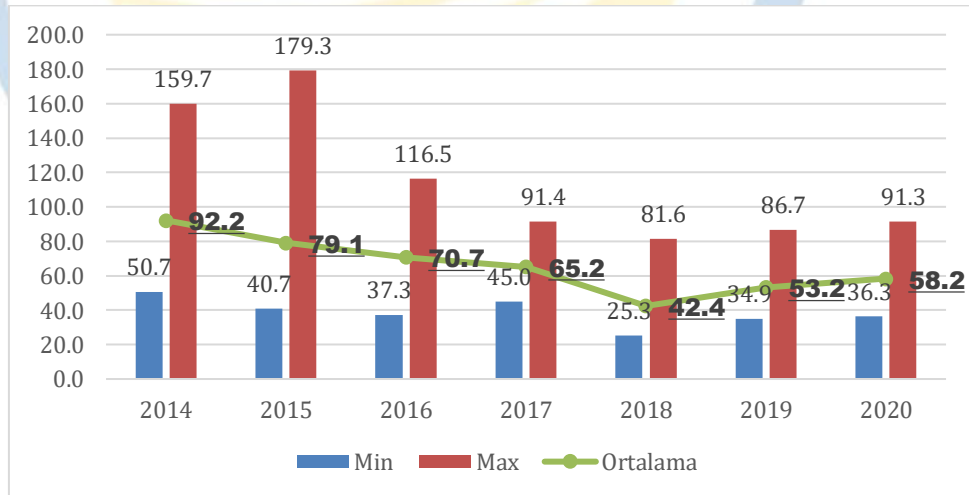
aşığı görülmektedir. 2019 yılında yaklaşık %60 iyileşme görülmüş ancak bu durumun 2020 yılında devam etmediği tespit edilmiştir. Maksimum değer Ocak ayında $75,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken minimum değer Mayıs ayında $36,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ölçülmüş ancak minimum ortalama değerlerin Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınır değeri olan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

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 7. İnegöl istasyonu 2014-2020 yılları arasında PM₁₀ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



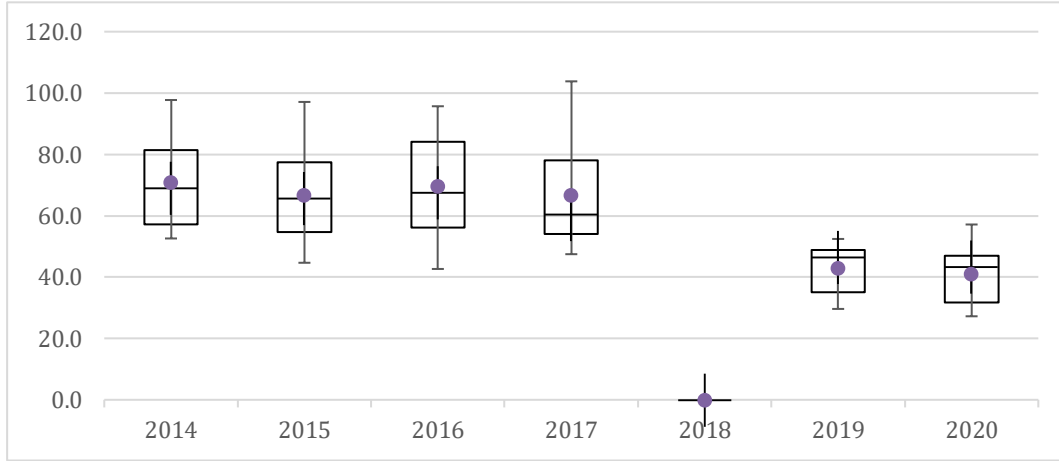
Şekil 8. İnegöl istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

İnegöl istasyonunda ölçülen PM₁₀ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değeri 2014 yılında $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 2020 yılında $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Yıl bazlı ortalama değerlerin doğalgaz kullanımının yaygınlaşması ile birlikte 2018 yılına kadar düşüş eğiliminde olduğu, sadece 2018

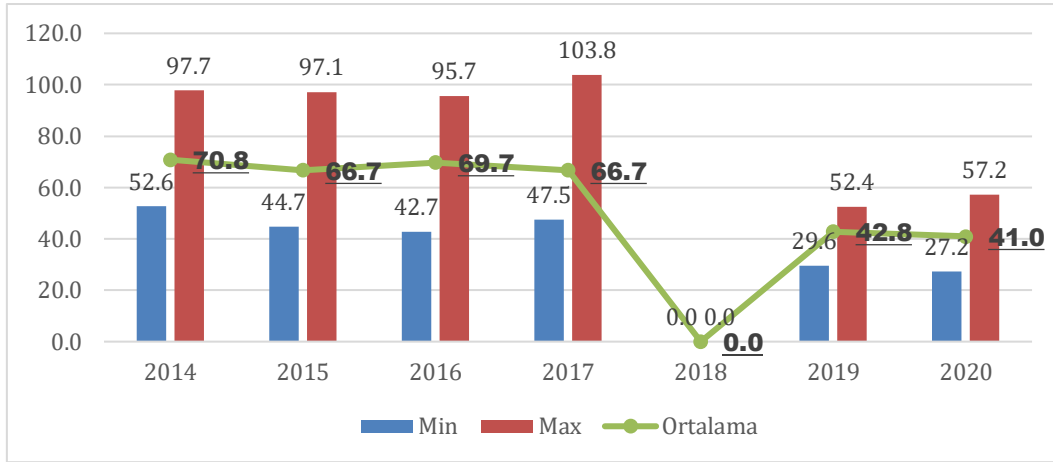
yılında sınır değerleri sağladığı görülmektedir. 2019 ve 2020 yıllarında ise tekrar artış gösterdiği tespit edilmiştir. Veriler incelediğinde özellikle kış döneminde ciddi yükselmenin olduğu bu nedenle ısınma kaynaklı kirliliğin PM10 konsantrasyonlarında etkili olduğu görülmektedir.

Kestel İstasyonu:

Bu bölgeden alınan verilerde 2018 yılı verileri bulunmamaktadır. Kestel istasyon kabinine araç çarpması sonucu istasyon bir süre devre dışı kalmıştır.



şekil 9. Kestel istasyonu 2014-2020 yılları arasında PM₁₀ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)

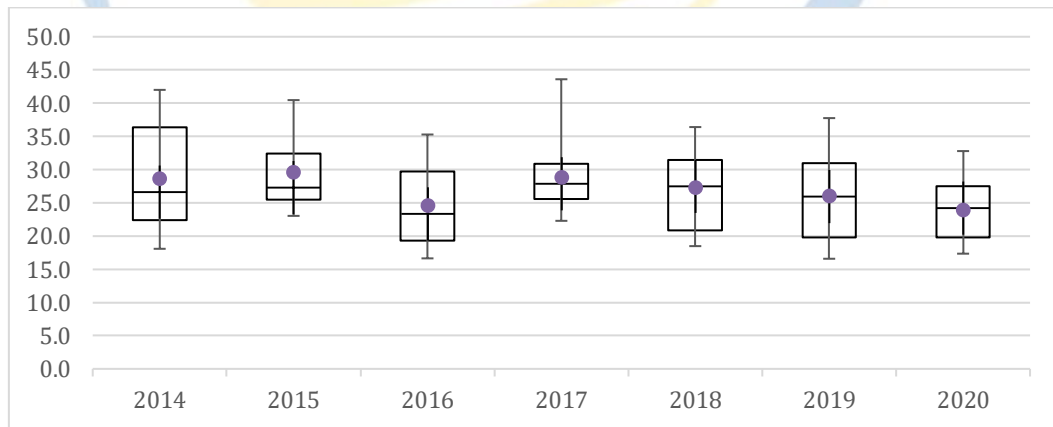


Şekil 10. Kestel istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

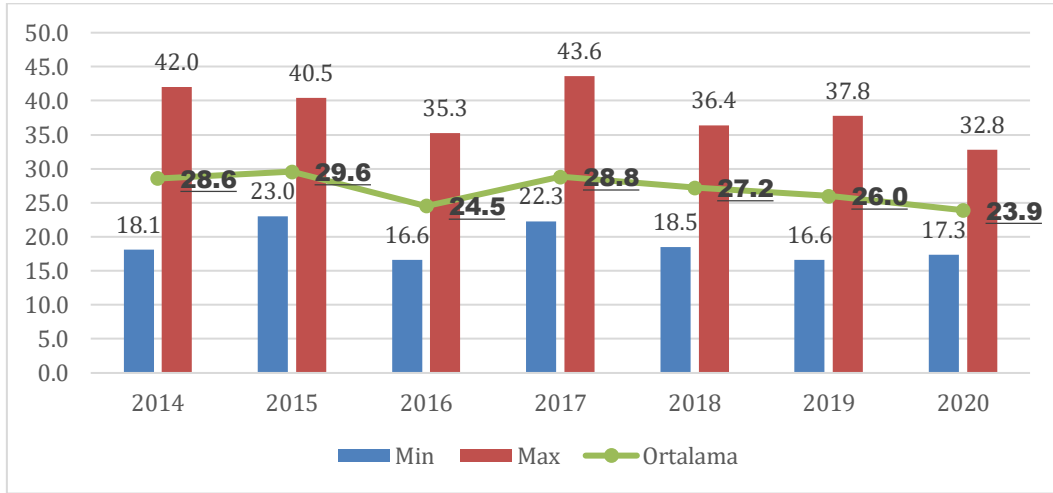
Kestel istasyonunda ölçülen PM10 konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 2020 yılında $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Yıl bazlı ortalama değerlerin sınır değerleri aştığı görülmektedir. Maksimum değer Ekim ayında $57,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken minimum değer Mayıs ayında $27,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ölçülmüş ancak minimum ortalama değerinin Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınır değeri olan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

5.1.2. PM 2,5:

Çapları $2,5 \mu\text{m}$ 'den daha küçük olan ince partiküller Uludağ Üniversitesi istasyonunda 2014-2020 yılları arasında Kültürpark ve Bursa istasyonlarında ise 2019 yılından itibaren ölçülmektedir. Kültürpark ve Bursa istasyonlarında 2 yıllık veri olduğundan grafik oluşturulmamıştır. Ülkemizde sınır değeri bulunmamakta olup, Dünya Sağlık Örgütü yıllık sınır değeri $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tür.



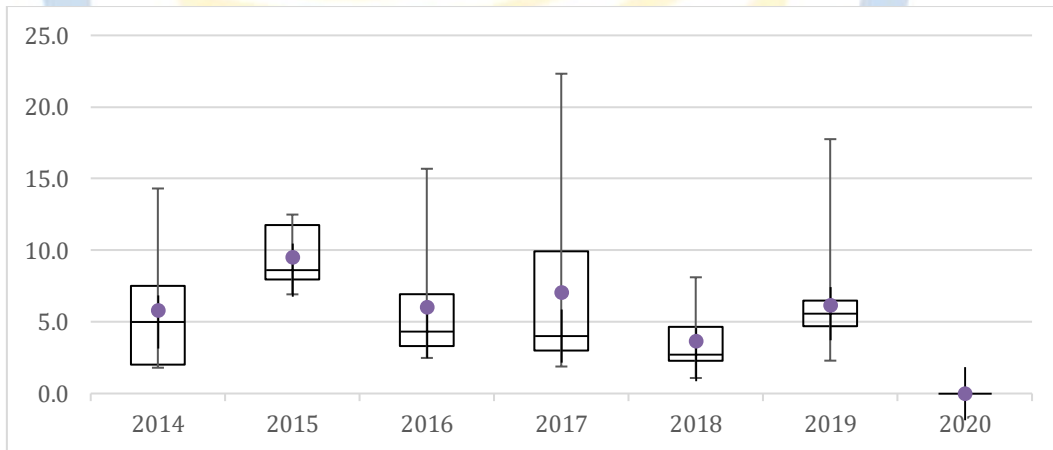
Şekil 11. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2020 yılları arasında PM_{2,5} değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



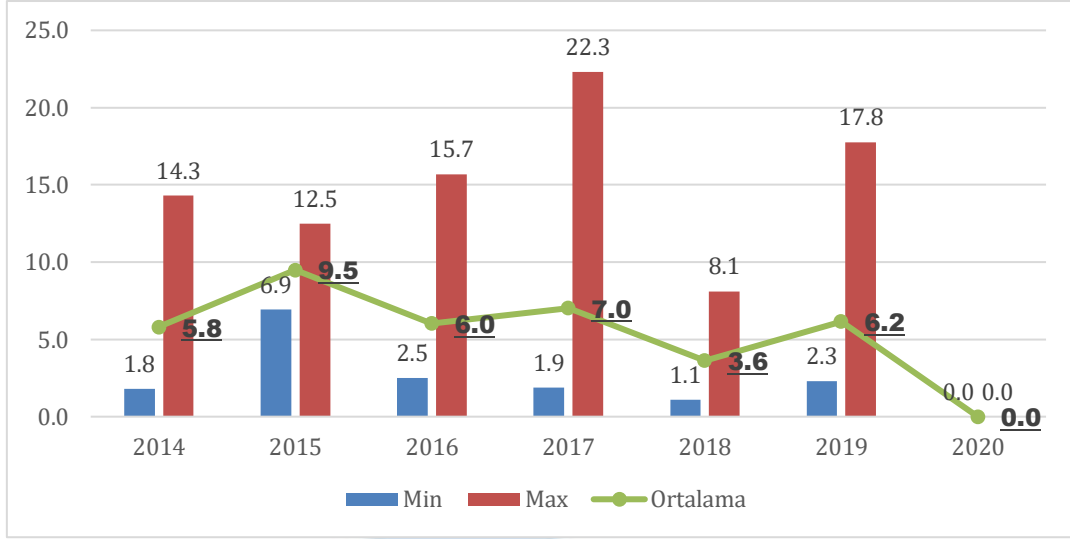
Şekil 12. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri
 PM 2,5 konsantrasyonu için Dünya Sağlık Örgütü yıllık sınır değeri 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tür. Yıl bazlı ortalama değerlerin sınır değerleri aştığı görülmektedir. İstasyonlarda ölçülen yıllık ortalamaların sınır değerinin 2 katından fazla olduğu belirlenmiştir. Kış aylarında ortalamaların yükseldiği görülmektedir. Kültürpark ve Uludağ Üniversitesi istasyonlarında bulunan ormanlık alanların ve Bursa istasyonunun trafiğe yakın olmasının sonuçları etkilemekte olduğu düşünülmektedir.

5.1.3. SO₂:

Bursa İstasyonu:



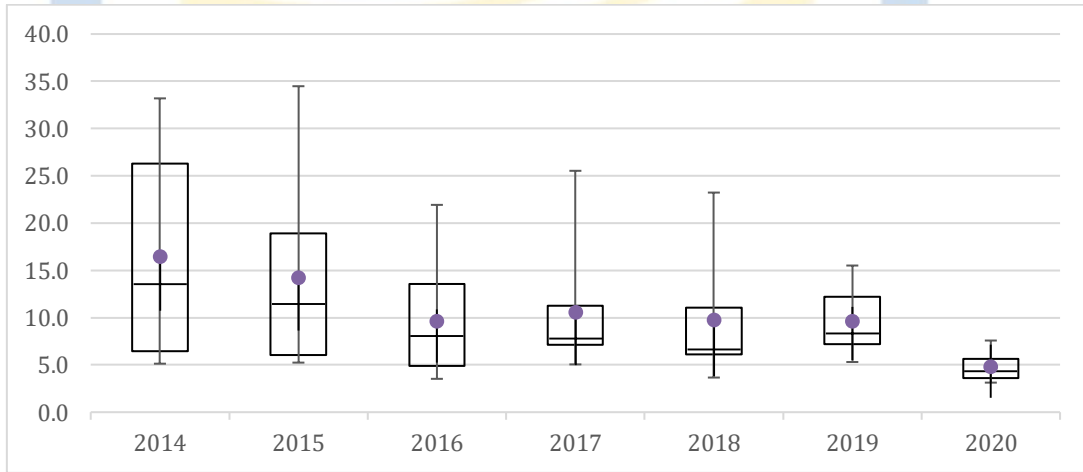
Şekil 13. Bursa istasyonu 2014-2020 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdeleri, yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



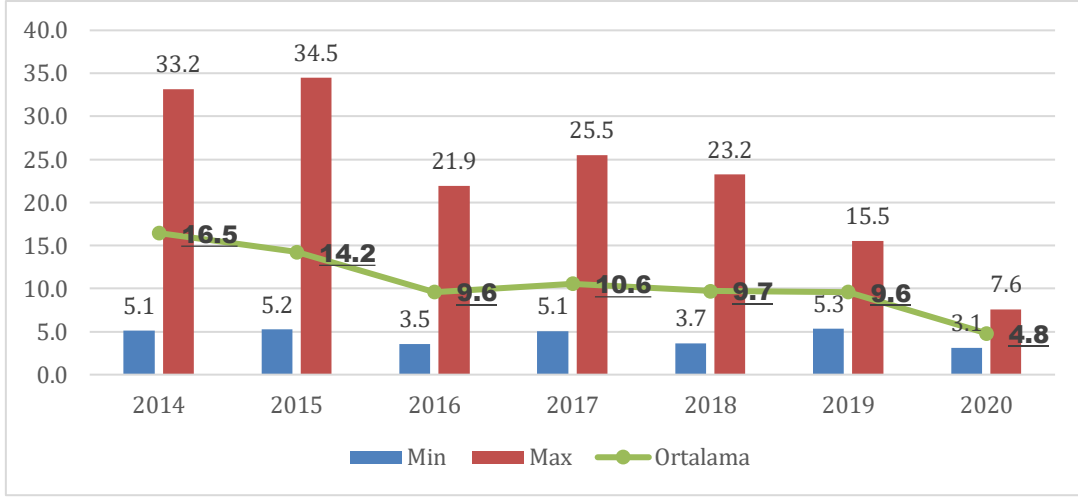
Şekil 14. Bursa istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

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. Yıl bazlı ortalama değerlerin sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür. 2020 Yılında sadece 1 aylık veri bulunduğu için değerlendirme yapılmamıştır.

Beyazıt İstasyonu:



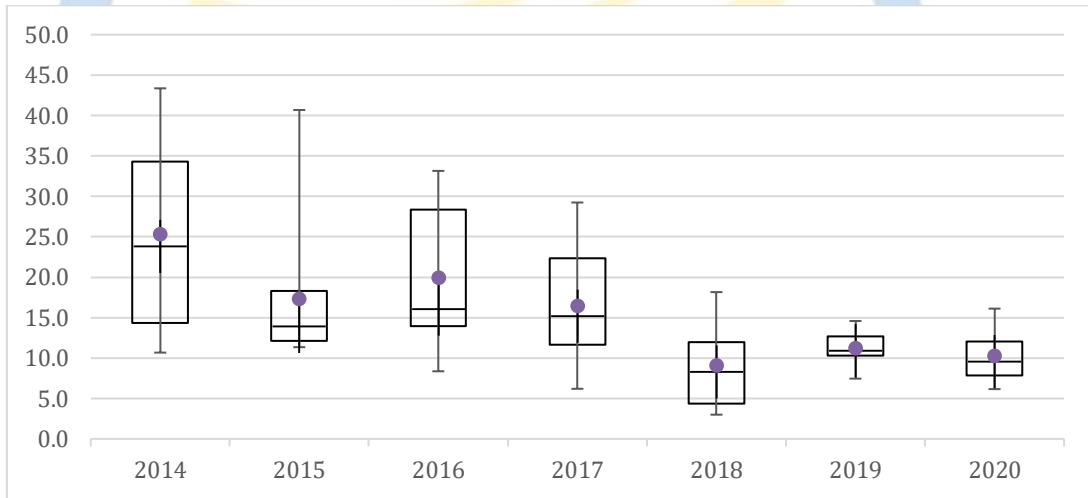
Şekil 15. Beyazıt istasyonu 2014-2020 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



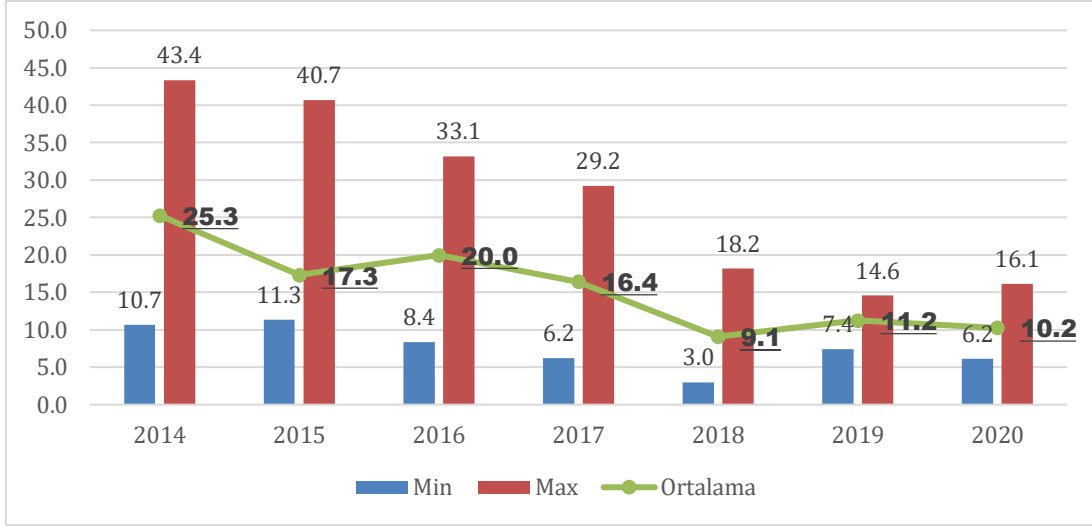
Şekil 16. Beyazıt istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

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. Yıl bazlı ortalama değerlerin sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür. Yıl bazında kirliliğin düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. 2015 yılında 34,5 µg/m³ olarak belirlenen maksimum değer, 2020 yılında 7,6 µg/m³ olarak belirlenmiştir.

İnegöl İstasyonu:



Şekil 17. İnegöl istasyonu 2014-2020 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdilik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)

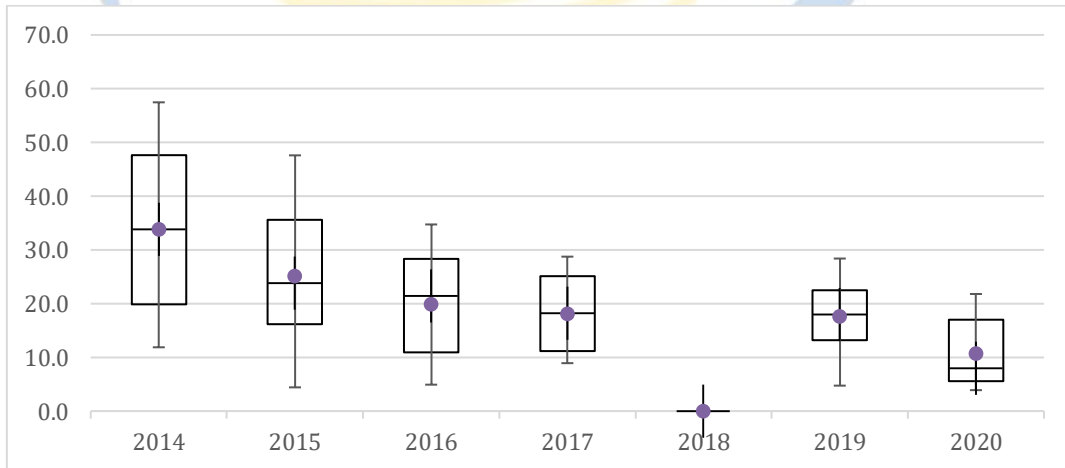


Şekil 18. İnegöl istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

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. Yıl bazlı 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.

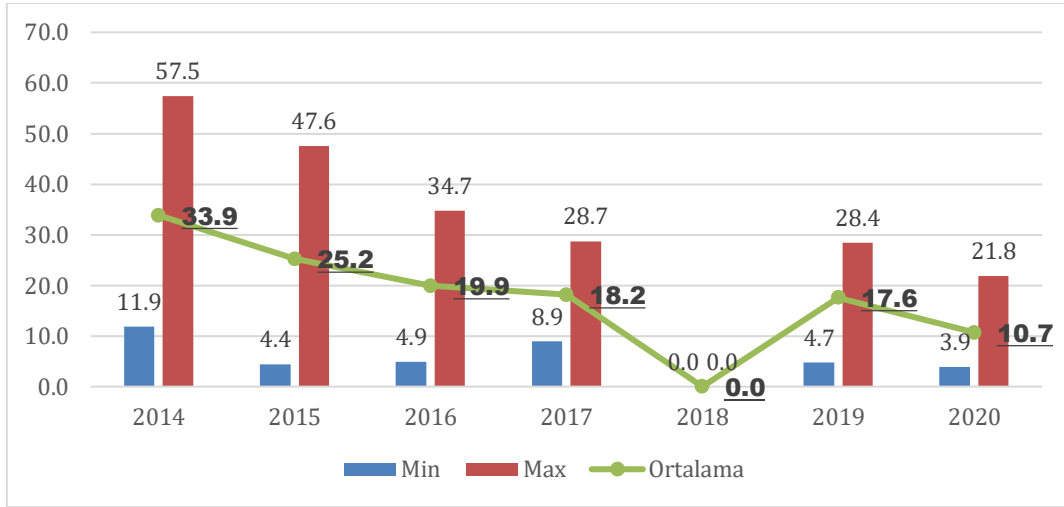
Kestel İstasyonu:

Bu bölgeden alınan veriler de 2018 yılı verileri bulunmamaktadır. Kestel istasyon kabinine araç çarpması sonucu istasyon bir süre devre dışı kalmıştır.



Şekil 19. Kestel istasyonu 2014-2020 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdeleri değerlerini, kutuların içerisindeki yatay

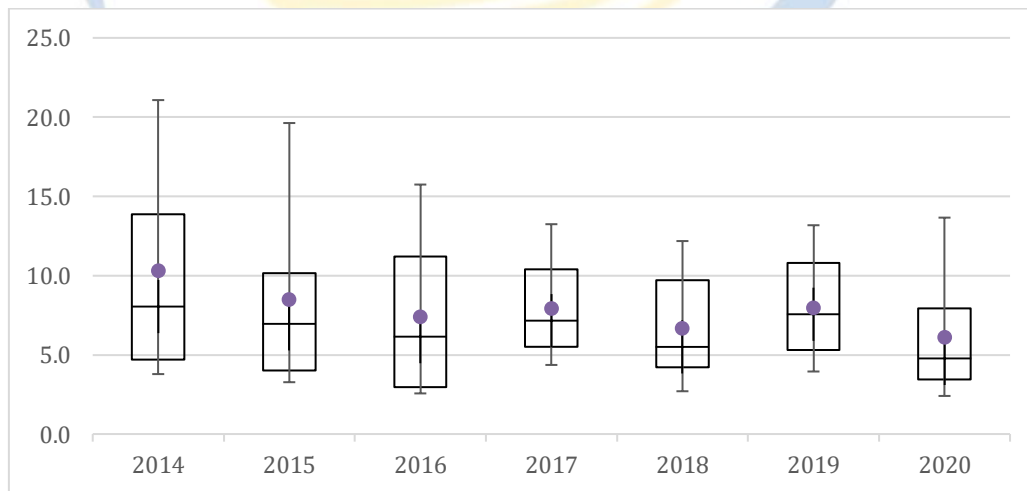
çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



Şekil 20. Kestel istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

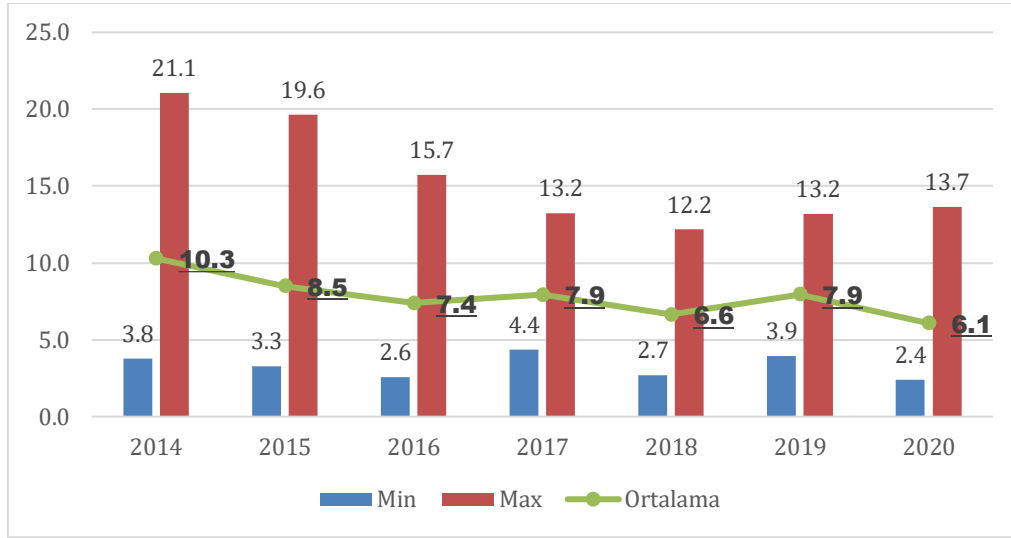
Kestel istasyonunda ölçülen SO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 20 µg/m³'tür. Yıl bazlı ortalama değerlerin 2016 yılından itibaren sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür. Yıllık ortalama değerlerde düşüş eğilimi gözlenmektedir. 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 21. Kültürpark istasyonu 2014-2020 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki

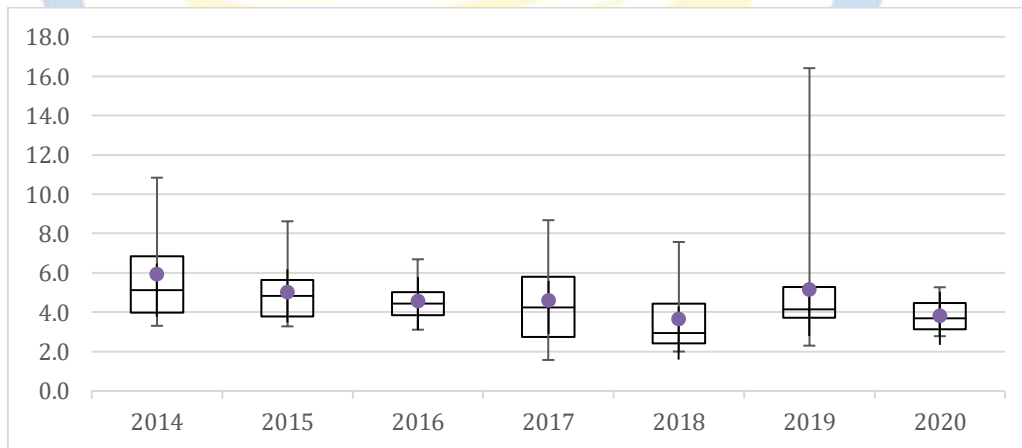
yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



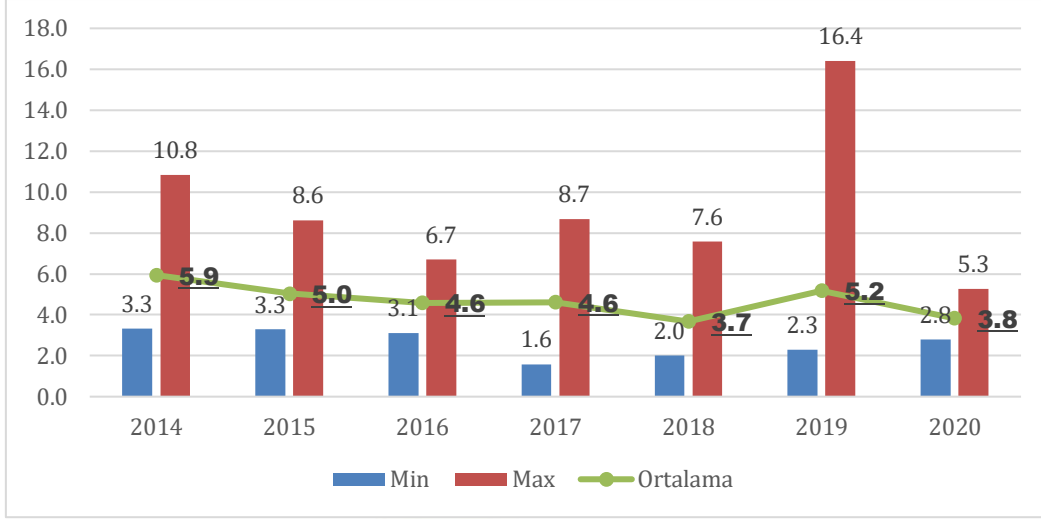
Şekil 22. Kùltürpark istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değeri

Kùltürpark 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 sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür.

Uludağ Üniversitesi İstasyonu:



Şekil 23. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2020 yılları arasında SO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



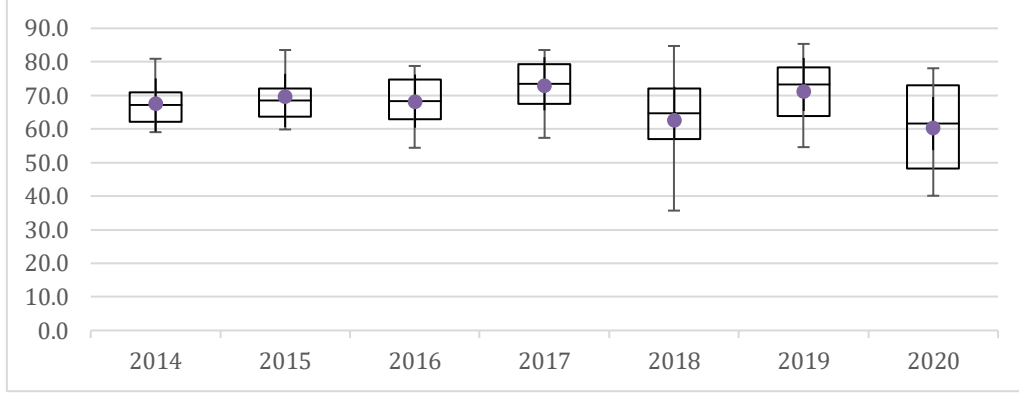
Şekil 24. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

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. Yıl bazlı ortalama değerlerin sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür.

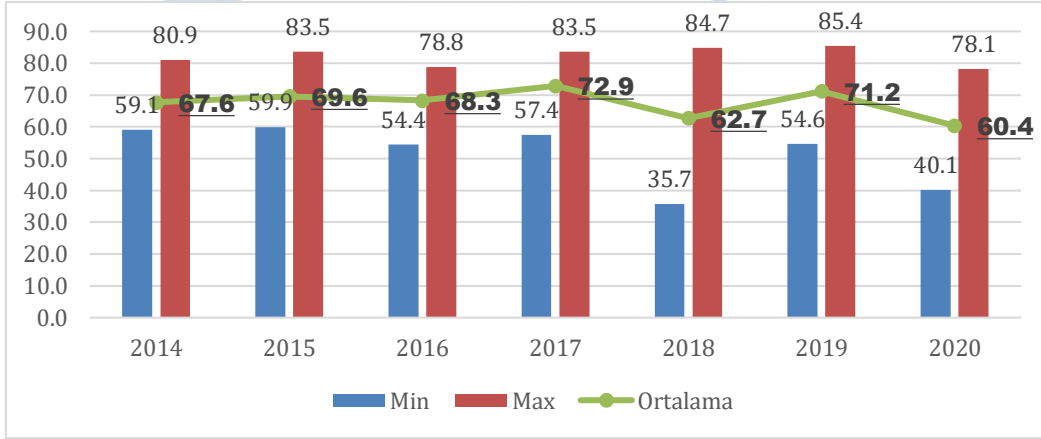
5.1.4. NO₂:

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.

Beyazıt İstasyonu:



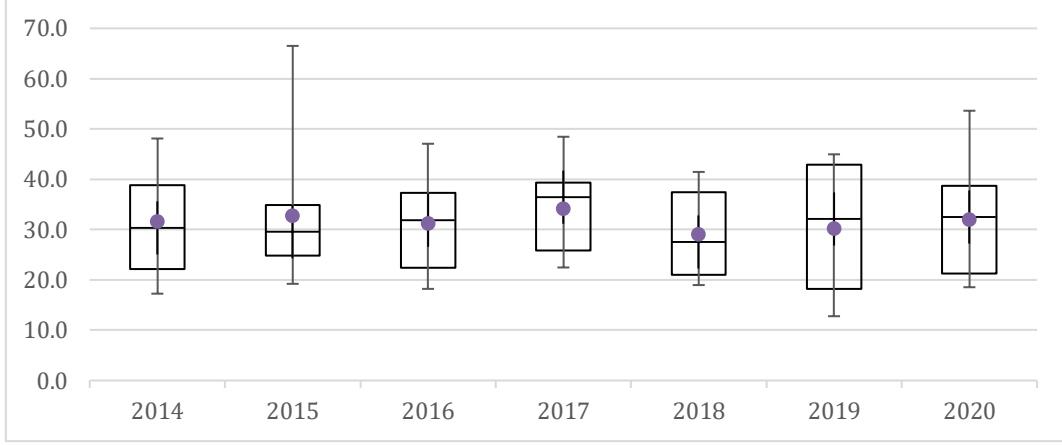
Şekil 25. Beyazıt istasyonu 2014-2020 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



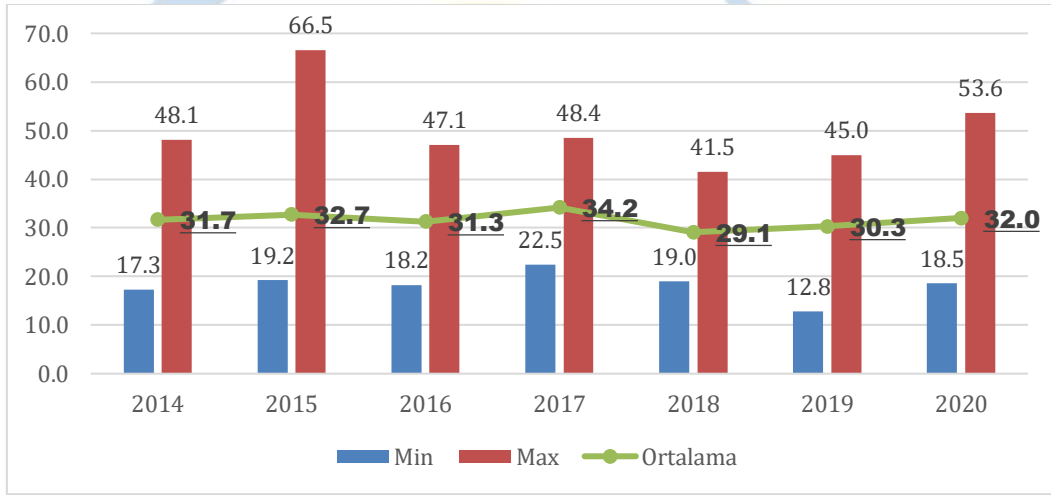
Şekil 26. Beyazıt istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

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 2020 yılında 40 µg/m³'tür. Yıllık ortalama verilerin sınır değeri aştığı görülmektedir. Bölgede trafik yoğunluğunun yüksek olması kirliliğin en temel nedenidir.

İnegöl İstasyonu:



Şekil 27. İnegöl istasyonu 2014-2020 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)

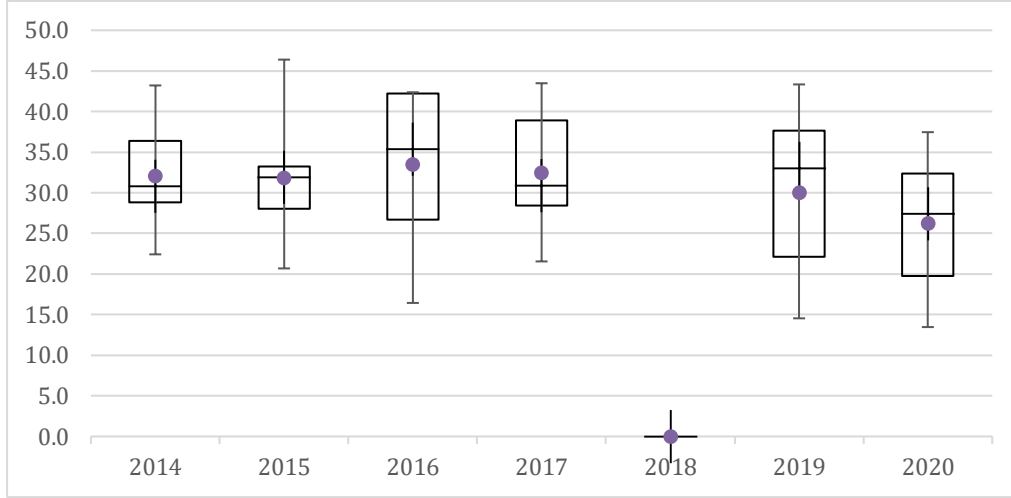


Şekil 28. İnegöl istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

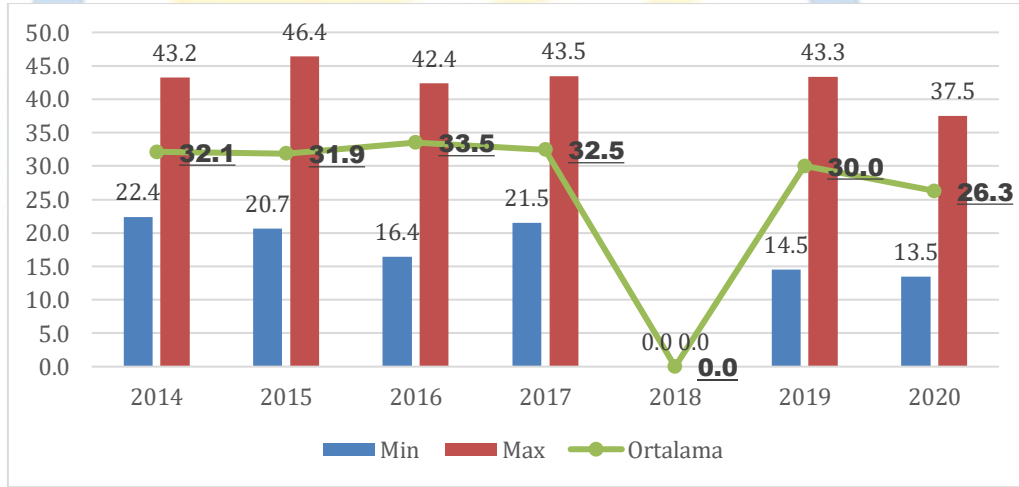
İnegöl istasyonunda ölçülen NO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında 60 µg/m³ iken 2020 yılında 40 µg/m³'tür. Yıllık ortalama verilerin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. İstasyon etrafında trafik yoğunluğunun yüksek olmaması nedeniyle ortalamaların sınır değerinin altında kaldığı tespit edilmiştir. Konsantrasyonların kış döneminde artış göstermesi kirliliğin ısınmadan kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Kestel İstasyonu:

Bu bölgeden alınan veriler de 2018 yılı verileri bulunmamaktadır. Kestel istasyon kabinine araç çarpması sonucu istasyon bir süre devre dışı kalmıştır.



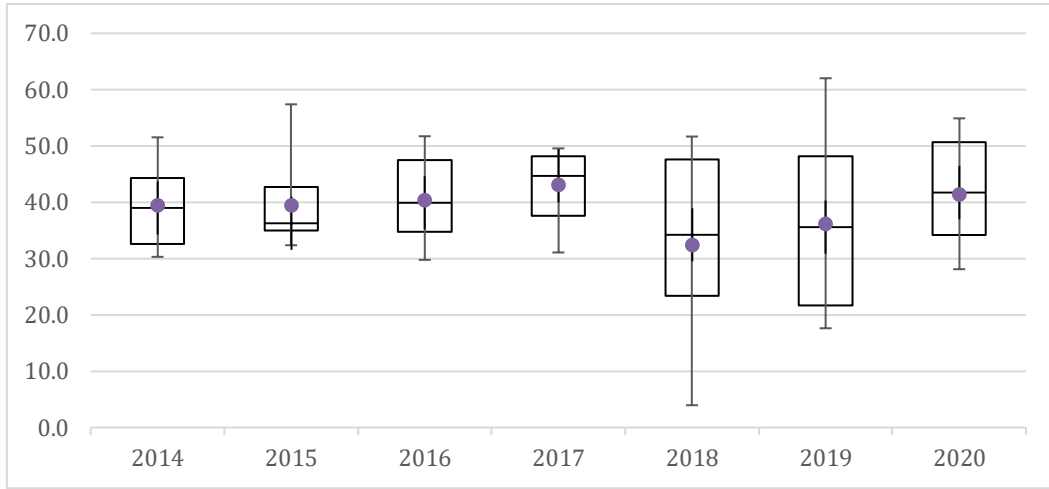
Şekil 29. Kestel istasyonu 2014-2020 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



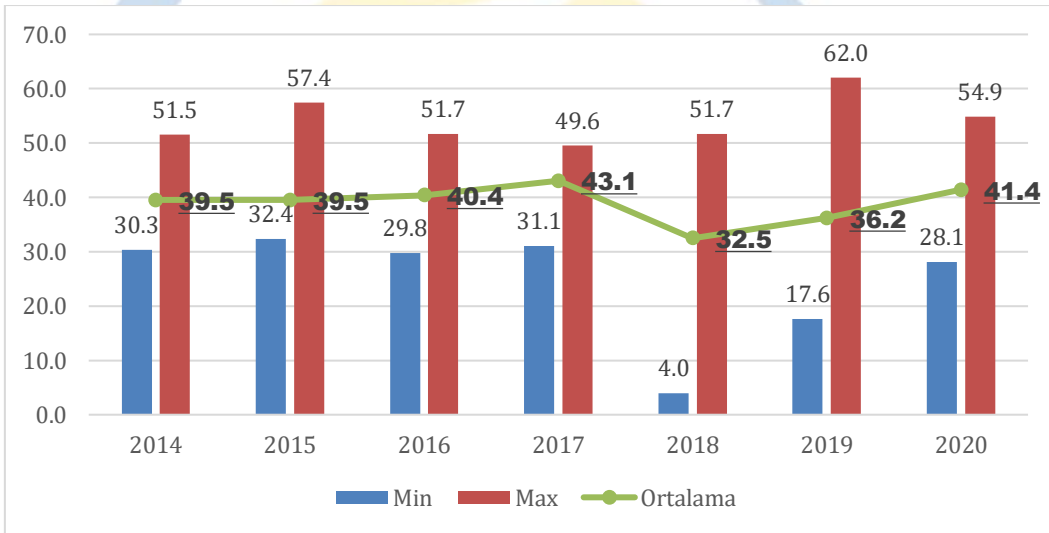
Şekil 30. Kestel istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

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 2020 yılında 40 µg/m³'tür. Yıllık 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:



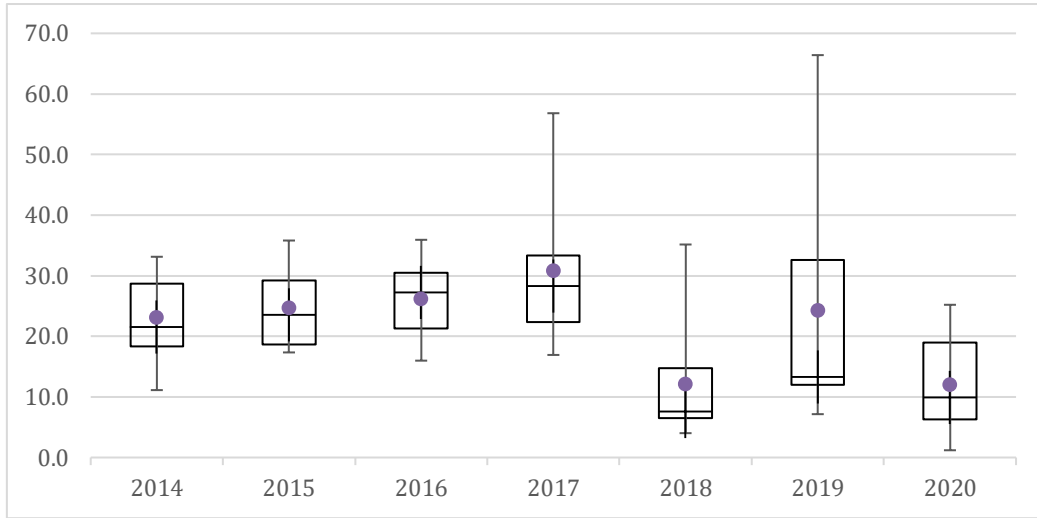
Şekil 31. Kültürpark istasyonu 2014-2020 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)



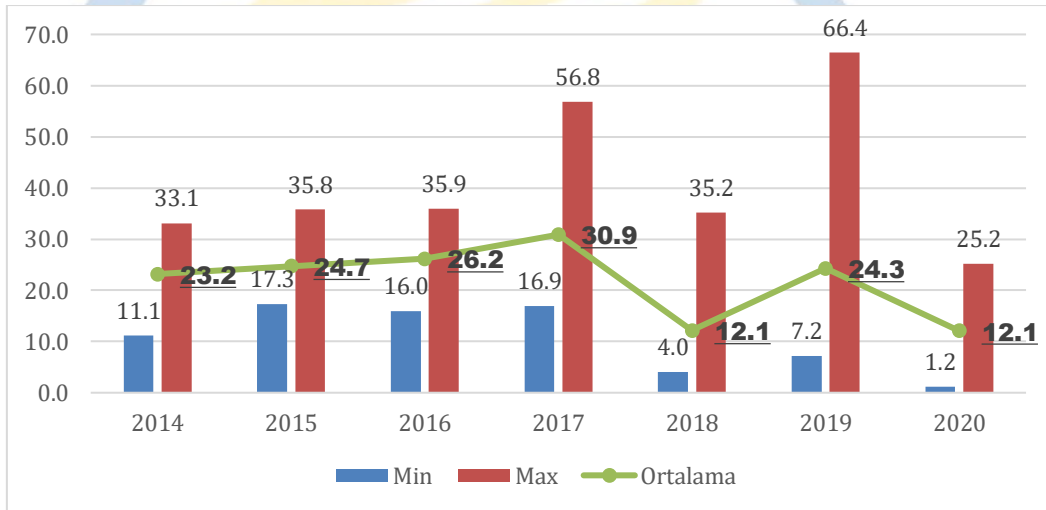
Şekil 32. Kültürpark istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

Kültürpark istasyonunda ölçülen NO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında 60 µg/m³ iken 2020 yılında 40 µg/m³'tür. Yıllık ortalama verilerin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. 2018 yılında yaşanan düşüşün ardından ortalama değerlerin yükseliş eğilimi gösterdiği 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 33. Uludağ Uni. istasyonu 2014-2020 yılları arasında NO₂ değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)

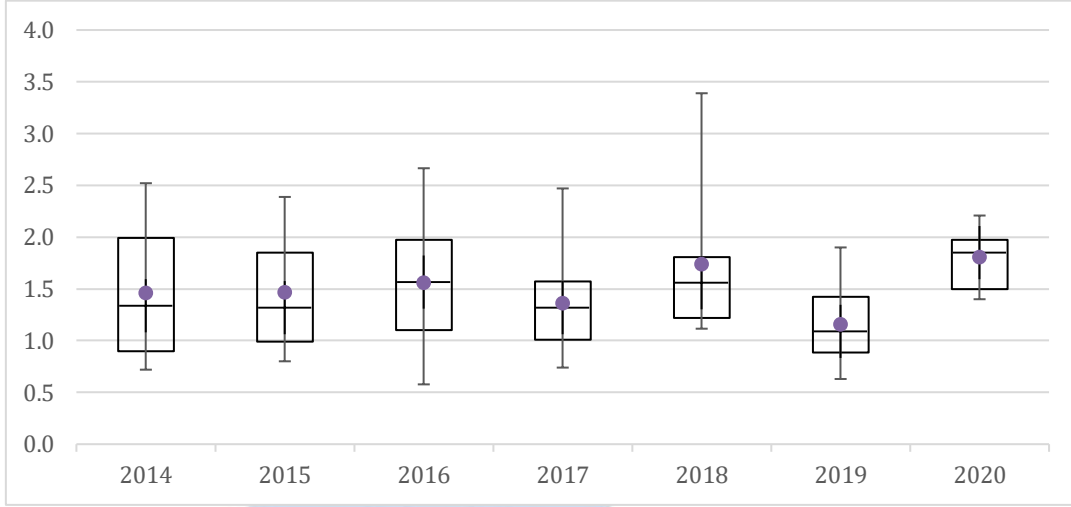


Şekil 34. Uludağ Üni. istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

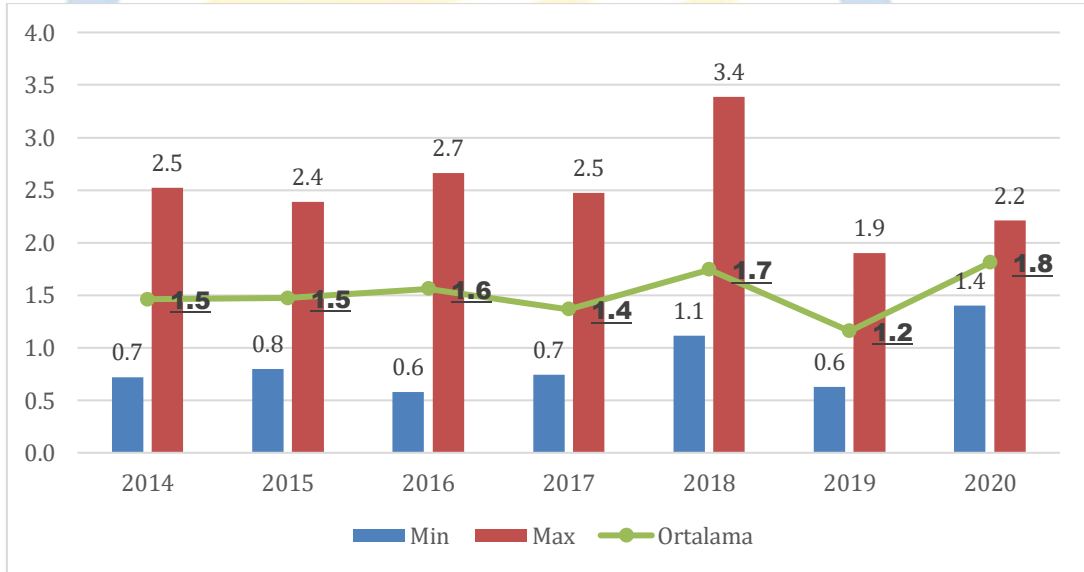
Uludağ Üniversitesi istasyonunda ölçülen NO₂ konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında 60 µg/m³ iken 2020 yılında 40 µg/m³'tür. Yıllık ortalama verilerin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir.

5.1.5. CO

Özellikle eksik yanma ürünü olan CO sadece Beyazıt istasyonunda ölçülmektedir.



Şekil 35. Beyazıt istasyonu 2014-2020 yılları arasında CO değerleri (dikdörtgen kutunun alt ve üst sınırları sırasıyla 25. ve 75. yüzdelik değerlerini, kutuların içerisindeki yatay çizgi medyan değeri, mor nokta ortalama değeri, dikey çizgilerin alt ve üst ucu verinin min ve max değerlerini göstermektedir.)

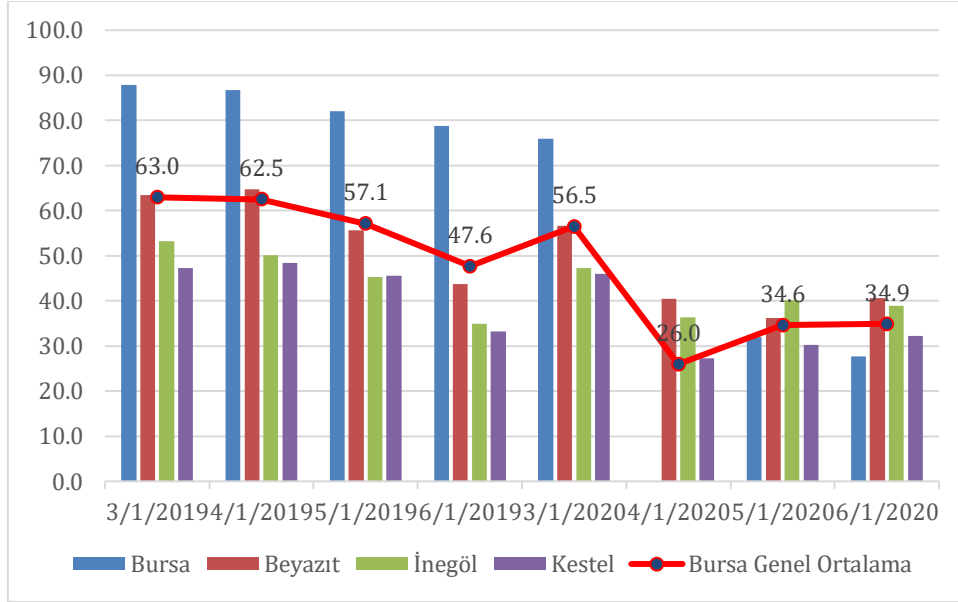


Şekil 36. Beyazıt istasyonu 2014-2020 yılları min, max ve ortalama değerleri

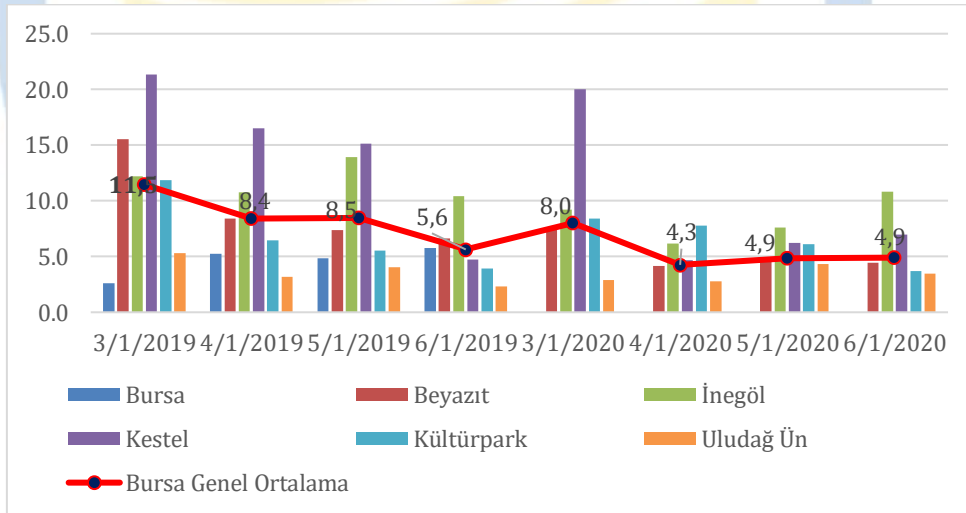
Beyazıt istasyonunda ölçülen CO konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimine göre Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDYY)'nde yıllık ortalama için sınır değer 2014 yılında $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken 2020 yılında $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Yıllık ortalama verilerin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir.

5.2. PANDEMİ DÖNEMİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ

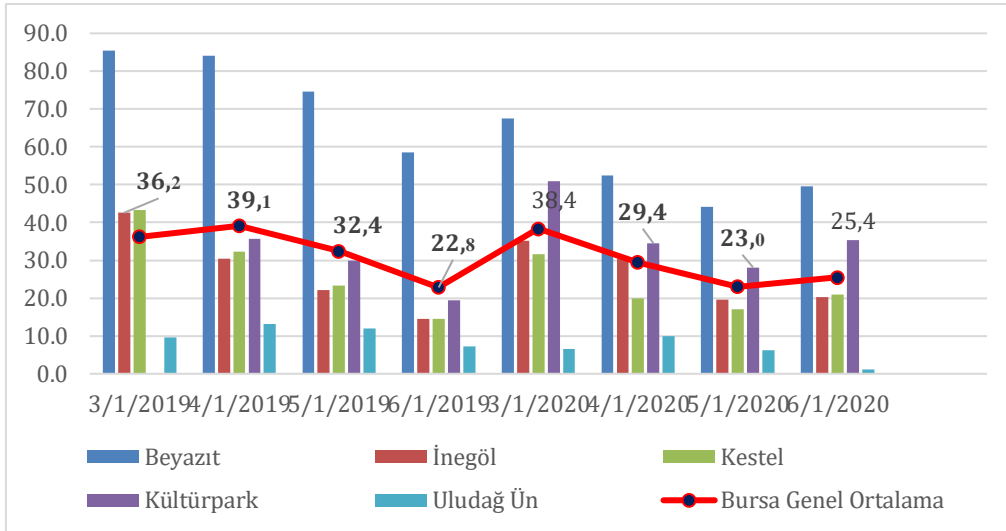
Dünyada ve ülkemizde 2020 yılında yaşanan Covid-19 pandemisi nedeniyle birçok kısıtlamalar getirilmiş ve tüm dünyada yaşam belirli bir dönem durmuştur. Bu süreçte çevresel göstergelerin değişimleri bir önceki yıl verileri ile (2019) karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır. Alınan kısıtlamaların Mart ayında başlayıp Haziran ayında kaldırılması nedeniyle Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran ayları (Pandemi Dönemi) olarak değerlendirilmiştir.



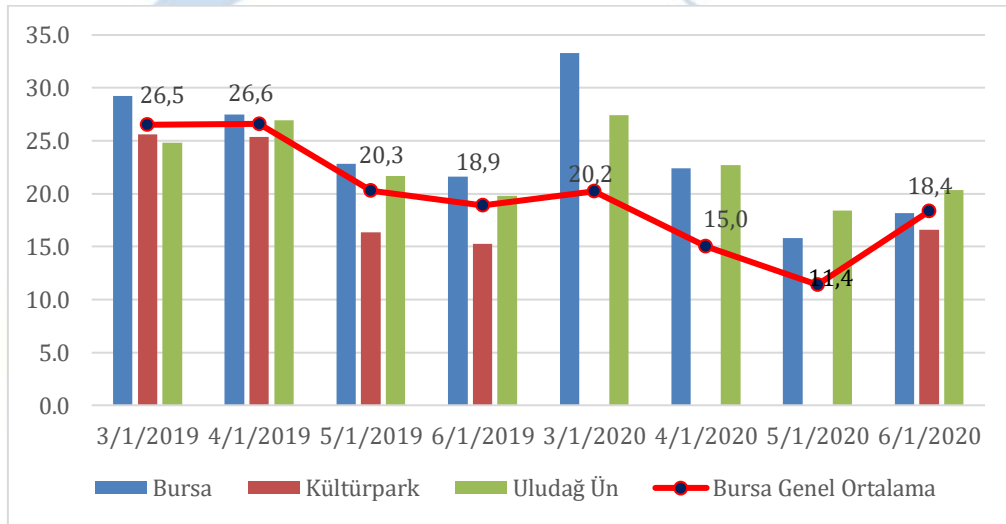
Şekil 37. PM₁₀ Pandemi Dönemi verilerinin karşılaştırılması



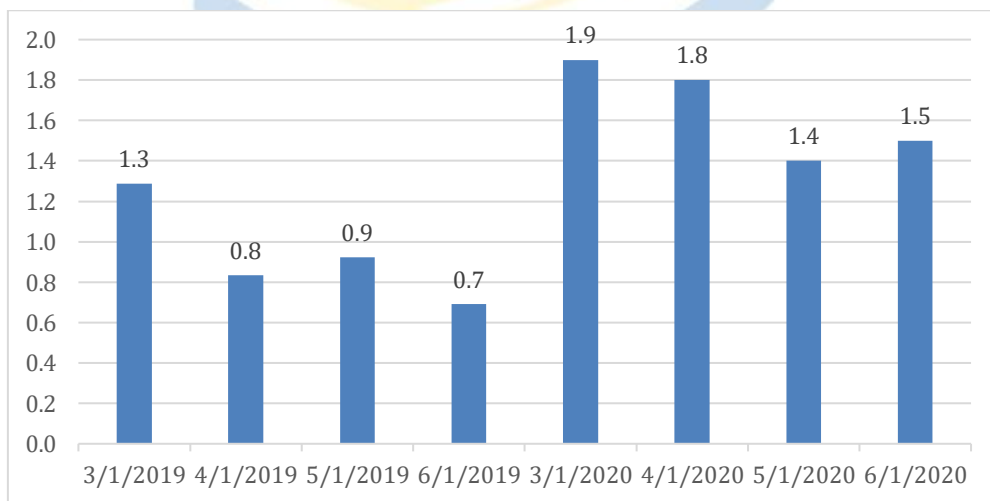
Şekil 38. SO₂ Pandemi Dönemi verilerinin karşılaştırılması



Şekil 39. NO₂ Pandemi Dönemi verilerinin karşılaştırılması



Şekil 40. PM_{2,5} Pandemi Dönemi verilerinin karşılaştırılması



Şekil 41. CO Pandemi Dönemi verilerinin karşılaştırılması

Veriler incelendiğinde Covid-19 salgını sürecinde kısıtlamaların uygulandığı Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran, aylarında sadece CO verilerinde yükselme olduğu, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂ parametrelerinde bir önceki yıla göre ciddi bir düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. Kirliliğin azalmasında kapanma sürecinde sanayinin üretime ara vermesi, trafik ve insan hareketliliğinin azalması ve hava sıcaklıklarının artması nedeni ile yakıt kullanım miktarının azalması etkili olmuştur. CO verilerinde artışa ise pandemi döneminde çalışan kişilerin toplu taşıma yerine bireysel araç kullanımına yönelmesi etkili olmuştur.

6. HAVA KİRLİLİĞİNİ ÖNLENMESİ YÖNELİK TEDBİRLER

İlimizde bazı istasyonlarda, hava kirliliği parametrelerinden **Partikül Madde ve NO₂ yıllık ortalama verileri sınır değerlerin üzerindedir.**

Mevcut hava kalitesi verilerinin incelenmesi neticesinde 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 6 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.
- 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 (VOC) ile ağır metal ölçümlerinin takibi, insan ve çevre sağlığı için oldukça önemlidir.** 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 bilimsel çalışmalara başlanmalı ve önlemler çok geç olmadan alınmalıdır. Bu konuda İl Mahalli Çevre Kurulu tarafından tekstil sektöründe filtre kurulumları ile ilgili alınan kararları önemsiyor ve bu çalışmaların aksamaya mahal vermeden sürdürülmesini istiyoruz.
- Mevcut sanayi tesislerinde kullanılan filtre sistemlerinin doğru seçilerek tekstil sektöründe olduğu gibi sektörel filtre zorunlulukları getirilmeli söz konusu sistemlerin online izlenmesi sağlanmalıdır.
- Ülkemizde baca bazlı sınır değer uygulaması yerine alan bazlı emisyon sınırlaması getirilmesi konusunda mevzuat düzenlemeleri yapılmalıdır.
- Ulusal mevzuatımız PM 2,5 kirleticisinin de azaltılmasına yönelik hedeflerle güncellenmelidir.
- Sosyal yardım amaçlı kömür dağıtımını 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.
- Özellikle kamyon, özel halk otobüsü ve minibüslerin emisyon denetimleri sıkı bir şekilde yapılmalı ve 10 numara yağ kullanımının önüne geçilmelidir.
- 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.

7. TEŞEKKÜR

Bursa ili Hava Kalitesi Raporunun hazırlanmasında emeği geçen Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakóltesi evre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Perihan Binnur KURT KARAKUŞ ve Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakóltesi evre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sabahattin Sıddık CİNDORUK hocalarımıza, Bursa Şube Yönetim Kurulu Üyemiz Hüseyin GEÇKİN ve Teknik Personelimiz Esra DEMİR'e, Bursa Şube Üyelerimiz Murat YAĞCIOĞULLARI ve İrem AKNAN'a, Bursa Şube Öğrenci Komisyonu Üyelerimiz Gülayşe ÖZKAYMAK ve Sultan GÜLSÜN'e teşekkürlerimizi sunarız.



8. KAYNAKÇA

- Admassu, M., & Admassu, M. (2011). For Environmental Health Science Students. E. Miaszkiewicz-Peska and M. Lebkowska, "Effect of antimicrobial air filter treatment on bacterial survival," *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 19, 1.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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., M. (2020). Dilovası Hava Kalitesinin Ulusal Mevzuata Göre Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 703-714.