

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL İLİ ÜMRANIYE İLÇESİNDE HAVA KALİTESİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SENA İNCEOĞLU

AĞUSTOS 2021

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL İLİ ÜMRANIYE İLÇESİNDE HAVA KALİTESİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sena İNCEOĞLU

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Özgür ZEYDAN

ZONGULDAK

Ağustos 2021

KABUL:

Sena İNCEOĞLU tarafından hazırlanan “İstanbul İli Ümraniye İlçesinde Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 25/08/2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Özgür ZEYDAN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Sefa KOCABAŞ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Üye: Prof. Dr. Aykan KARADEMİR

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./..../2021

Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Sena İNCEOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İSTANBUL İLİ ÜMRANIYE İLÇESİNDE HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sena İNCEOĞLU

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Özgür ZEYDAN

Ağustos 2021, 97 sayfa

Artan nüfusa bağlı olarak şehirleşme, sanayileşme ve enerji ihtiyacındaki artış hava kirliliğinin artmasına, dolaylı olarak küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Hava kalitesinin belirlenmesindeki en önemli kirleticiler partikül madde (PM), azot oksitler (NO_x), kükürt dioksit (SO_2), karbon monoksit (CO) ve ozon (O_3) olarak sıralanabilir. Hava kalitesini olumsuz etkileyen bu kirleticiler (O_3 hariç), fosil kaynaklı yakıtların kullanıldığı enerji santrallerinden, motorlu taşıt egzozlarından, konutlarda ısınmanın sağlanmasından ve endüstriyel tesislerden atmosfere salınan birincil kirleticilerdir. Troposferik ozon (O_3) ise atmosfere salınan kirleticilerden NO_x ve uçucu organik bileşiklerin güneş ışığıyla fotokimyasal reaksiyona girmesiyle oluşan ikincil kirletici olup aynı zamanda kuvvetli bir sera gazıdır. Bu çalışmada, Ümraniye ilçesindeki hava kalitesi 2018-2020 yılları için değerlendirilmiştir.

Yaklaşık 715 bin nüfusa sahip Ümraniye'nin hava kalitesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme istasyonunda takip edilmektedir. PM_{10} , NO_2 , SO_2 , CO ve O_3 kirletici konsantrasyonları 2018-2020 yılları için hava izleme web sitesinden indirilmiştir. Kirleticiler,

ÖZET (devam ediyor)

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğine (HKDYY) göre değerlendirilmiş ve limit aşımaları belirlenmiştir.

PM₁₀ verileri çalışmada seçilen yıllar için (2018, 2019, 2020) HKDYY'ye göre değerlendirildiğinde belirlenen sınır değer üzerinde olduğu görülmüştür ve sınır değerler en 2018 yılında aşılmıştır. SO₂, NO₂, CO ve O₃ kirleticileri seçilen yıllar için HKDYY göre değerlendirildiğinde, belirlenmiş limit değerler tüm kirleticiler için sağlanmıştır. Bu sonuçlara göre; Ümraniye ilçesinde hava kalitesinin iyileştirilmesi için üretimde kirliliğin önüne geçilmesi ve yeşil üretimi destekleyen stratejilerin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca üretimde ve konut ısıtmasında kullanılan fosil kaynaklı yakıtlar yerine yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı bakanlıklar koordineli çalışılarak teşvik edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Hava kalitesi, Ümraniye, Sınır değerler, Limit aşımı

Bilim Kodu: 615.02.02

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

EVALUATION OF AIR QUALITY IN UMRANIYE, ISTANBUL

Sena İNCEOĞLU

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering**

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Özgür ZEYDAN

August 2021, 97 pages

The increasing population, urbanization, industrialization and the increase in energy requirement cause a rise in air pollution, resulting in global warming, and climate change. The most important pollutants in determining air quality can be listed as particulate matter (PM), nitrogen oxides (NO_x), sulfur dioxide (SO₂), carbon monoxide (CO) and ozone (O₃). These pollutants that adversely affect air quality (except O₃) are primary pollutants released into the atmosphere from power plants using fossil-based fuels, motor vehicle exhausts, heating in houses and industrial facilities. On the other hand, tropospheric ozone (O₃) is a secondary pollutant formed by the photochemical reaction of NO_x and volatile organic compounds with sunlight, which is also a strong greenhouse gas. The increase of greenhouse gases in the atmosphere causes climate change. The main way to prevent climate change is to keep greenhouse gas emissions under control. In this study, the pollutants that cause air pollution in the Umraniye district were evaluated for 2018-2020.

The air quality of Umraniye, which has a population of approximately 715 thousand people, is monitored at the Air Quality Monitoring Station of the Ministry of Environment and Urbanization.

ABSTRACT (continued)

PM₁₀, NO₂, SO₂, and O₃ for 2018-2020 pollutant concentrations have been downloaded from the air quality monitoring website. Pollutants were evaluated according to the Air Quality Assessment and Management Regulation (HKDYY) and limit excesses were determined.

When PM₁₀ data were evaluated according to HKDYY for the selected years in the study (2018, 2019, 2020), the limit value determined was not attained in any year and it was seen that the year with the most overdrafts was 2018. When the SO₂, NO₂, CO and O₃ pollutants are assessed according to HKDYY for the given dates, the specified limit values are achieved for all pollutants. According to these results; to improve air quality in Umraniye district, pollution in production should be prevented and green production strategies should be supported. In addition, the use of renewable energy sources instead of fossil fuels used in production and residential heating should be encouraged through coordinated work by ministries.

Keywords: Air Quality, Umraniye, Limit Values, Limit Exceeding

Science Code: 615.02.02

TEŞEKKÜR

Hal de haldaşım, yolda yoldaşım olan, gözümün gördüğü, gönlümün hissettiği, yokluğu içimde boşluk olan çiçeğime Babaanneme ve

Tüm zor zamanlarda en büyük kurtarıcım, en tonton arkadaşım cinnoşuma, Büyük Babama, sonsuz özlem ve rahmetle.

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda engin bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, yolumu aydınlatan ve her daim daha ileri yürümem konusunda beni destekleyen ve yüreklendiren lisans eğitimimden bu yana hocam olan kıymetli Dr. Öğr. Üyesi Özgür ZEYDAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın ana omurgasını oluşturmamda ve yazmamda, Ümraniye ilçesinin bilgilerini, kullanılan haritaları benimle paylaşan, bana vakit ayıran, ilgi ve desteklerini sonsuz hissettiğim, parçası olmaktan onur duyduğum Ümraniye Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğünün kıymetli çalışanları başta Müdürüm Çevre Mühendisi Affan ÖZTÜRK'e, Şefim Çevre Mühendisi Alican SAKA'ya, ofis arkadaşlarımdan; Emrullah AKYILMAZ ve Esra AKTÜRK KOÇ nezdinde tüm ofis arkadaşlarıma ve saha ekip arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez çalışmamın en önemli kaynağı olan hava kalitesi verilerini, bilgi ve tecrübeleriyle beraber benimle paylaşan İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Müdürlüğü Çevre Yüksek Mühendisi Bahar TÜNCEL hanıma ve iş arkadaşlarına teşekkür ederim.

Son olarak, gök kubbenin altında ruhumu sabırla dinleyen, nerede olursam olayım muhabbetlerini ve sevgilerini esirgemedi benimle paylaşan ve her daim beni cesaretlendiren, şimdi ve tüm zamanlarda en büyük şansım olan aileme, kuzenlerime, dostlarıma bilhassa yedek kalbim, güç kaynağım olan kuzenim Dr. Fatma KAZDAL'a teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
 BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	 1
 BÖLÜM 2 GENEL BİLGİLER	 3
2.1 HAVA KALİTESİNİN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	3
2.1.1 Partikül Madde (PM) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları	3
2.1.2 Kükürt Oksitler (SO _x) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları	4
2.1.3 Azot Oksitler (NO _x) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları	6
2.1.4 Karbon Monoksit (CO) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları.....	6
2.1.5 Ozon (O ₃) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları.....	7
2.1.6 Hava Kalitesi Yönetimi ve Mevzuat.....	8
2.1.7 Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı (UHKİA).....	10
 BÖLÜM 3 LİTERATÜR ÖZETİ.....	 15
 BÖLÜM 4 MATERYAL VE METOT	 23
4.1 ÇALIŞMA ALANI.....	23
4.1.1 Konum, Topoğrafya ve Nüfus	23
4.1.2 Meteorolojik Veriler ve İklim	24

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.1.3 Hava Kirletici Kaynakları	26
4.2 HAVA KALİTESİ İZLENMESİ.....	27
4.3 ÖLÇÜMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	29
 BÖLÜM 5 BULGULAR VE TARTIŞMA	 32
5.1 YILLARA GÖRE PM ₁₀ KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ ..	32
5.2 YILLARA GÖRE SO ₂ KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	45
5.3 YILLARA GÖRE NO ₂ KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ ...	57
5.4 YILLARA GÖRE CO KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	70
5.5 YILLARA GÖRE O ₃ KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	75
 BÖLÜM 6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	 88
 KAYNAKLAR.....	 94
 ÖZGEÇMİŞ	 98

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Hava kalite İndeksi.....	11
Şekil 4.1 Ümraniye ilçesi ve komşu ilçelerin haritası.....	24
Şekil 4.2 Ümraniye ilçesi topoğrafik haritası.....	24
Şekil 4.3 Ümraniye ilçesi sıcaklık ve yağış grafiği.....	25
Şekil 4.4 Ümraniye ilçesi kirletici kaynakları ve hava kalitesi izleme istasyonları.....	27
Şekil 4.5 Kutu grafiği normal dağılımı	30
Şekil 5.1 Ümraniye MTHM PM ₁₀ 2018 yılı zaman serisi grafiği.....	33
Şekil 5.2 Ümraniye İBB 2018 yılı PM ₁₀ zaman serisi grafiği.....	34
Şekil 5.3 Ümraniye MTHM 2018 yılı PM ₁₀ kutu grafiği.....	35
Şekil 5.4 Ümraniye İBB 2018 yılı PM ₁₀ kutu grafiği	35
Şekil 5.5 Ümraniye MTHM 2019 yılı PM ₁₀ zaman serisi grafiği.....	36
Şekil 5.6 Ümraniye İBB 2019 yılı PM ₁₀ zaman serisi grafiği	37
Şekil 5.7 Ümraniye MTHM 2019 yılı PM ₁₀ kutu grafiği.....	38
Şekil 5.8 Ümraniye İBB 2019 yılı PM ₁₀ kutu grafiği	38
Şekil 5.9 Ümraniye MTHM 2020 yılı PM ₁₀ zaman serisi grafiği.....	39
Şekil 5.10 Ümraniye İBB 2020 yılı PM ₁₀ zaman serisi grafiği.....	40
Şekil 5.11 Ümraniye MTHM 2020 yılı PM ₁₀ kutu grafiği.....	41
Şekil 5.12 Ümraniye İBB 2020 yılı PM ₁₀ kutu grafiği	41
Şekil 5.13 Ümraniye MTHM istasyonu takvim grafiği	42
Şekil 5.14 Ümraniye İBB istasyonu takvim grafiği	43
Şekil 5.15 Ümraniye MTHM PM ₁₀ konsantrasyonlarının karşılaştırılması.....	44
Şekil 5.16 Ümraniye İBB istasyonu PM ₁₀ karşılaştırma grafiği	44
Şekil 5.17 Ümraniye MTHM SO ₂ 2018 yılı zaman serisi grafiği	46
Şekil 5.18 Ümraniye İBB 2018 yılı SO ₂ zaman serisi grafiği.....	47
Şekil 5.19 Ümraniye MTHM SO ₂ 2018 yılı kutu grafiği.....	48
Şekil 5.20 Ümraniye İBB SO ₂ 2018 yılı kutu grafiği	49
Şekil 5.21 Ümraniye MTHM SO ₂ 2019 yılı zaman serisi grafiği.....	50

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.22 Ümraniye İBB SO ₂ 2019 yılı zaman serisi grafiği	51
Şekil 5.23 Ümraniye MTHM SO ₂ 2019 yılı kutu grafiği.....	52
Şekil 5.24 Ümraniye İBB SO ₂ 2019 yılı kutu grafiği	53
Şekil 5.25 Ümraniye MTHM 2020 yılı SO ₂ zaman serisi grafiği	54
Şekil 5.26 Ümraniye İBB SO ₂ 2020 yılı zaman serisi grafiği.....	55
Şekil 5.27 Ümraniye MTHM SO ₂ 2020 yılı kutu grafiği.....	56
Şekil 5.28 Ümraniye İBB SO ₂ 2020 yılı kutu grafiği	57
Şekil 5.29 Ümraniye MTHM NO ₂ 2018 yılı zaman serisi grafiği	58
Şekil 5.30 Ümraniye İBB NO ₂ 2018 yılı zaman serisi grafiği	59
Şekil 5.31 Ümraniye MTHM NO ₂ 2018 yılı kutu grafiği	60
Şekil 5.32 Ümraniye İBB NO ₂ 2018 yılı kutu grafiği.....	61
Şekil 5.33 Ümraniye MTHM NO ₂ 2019 yılı zaman serisi grafiği	62
Şekil 5.34 Ümraniye İBB NO ₂ 2019 yılı zaman serisi grafiği	63
Şekil 5.35 Ümraniye MTHM NO ₂ 2019 yılı kutu grafiği	64
Şekil 5.36 Ümraniye İBB NO ₂ 2019 kutu grafiği	65
Şekil 5.37 Ümraniye MTHM NO ₂ 2020 yılı zaman serisi grafiği	66
Şekil 5.38 Ümraniye İBB NO ₂ 2020 yılı zaman serisi grafiği.....	67
Şekil 5.39 Ümraniye MTHM NO ₂ 2020 yılı kutu grafiği	68
Şekil 5.40 Ümraniye İBB NO ₂ 2020 yılı kutu grafiği.....	69
Şekil 5.41 Ümraniye MTHM CO 2018 yılı zaman serisi grafiği.....	70
Şekil 5.42 Ümraniye MTHM CO 2018 yılı kutu grafiği.....	71
Şekil 5.43 Ümraniye MTHM CO 2019 yılı zaman serisi grafiği.....	72
Şekil 5.44 Ümraniye MTHM CO 2019 yılı kutu grafiği.....	73
Şekil 5.45 Ümraniye MTHM CO 2020 yılı zaman serisi grafiği.....	74
Şekil 5.46 Ümraniye MTHM CO 2020 yılı kutu grafiği.....	75
Şekil 5.47 Ümraniye İBB O ₃ 2018 yılı zaman serisi grafiği.....	76
Şekil 5.48 Ümraniye İBB O ₃ 2018 yılı kutu grafiği.....	77
Şekil 5.49 Ümraniye İBB O ₃ 2019 yılı zaman serisi grafiği.....	78
Şekil 5.50 Ümraniye İBB O ₃ 2019 yılı kutu grafiği.....	79

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.51 Ümraniye İBB O ₃ 2020 yılı zaman serisi grafiği.....	80
Şekil 5.52 Ümraniye İBB O ₃ 2020 yılı kutu grafiği.....	81
Şekil 5.53 MTHM istasyonu kirleticileri için korelasyon matrisleri grafiği.....	84
Şekil 5.54 İBB istasyonu kirleticileri için korelasyon matrisleri grafiği.....	85





ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Kükürt Dioksitin İnsan Sağlığı Üzerinde Etkisi	5
Çizelge 2.2 Kükürt Dioksitin Limit Değerleri	9
Çizelge 2.3 Ozonun Sınır Değerleri	9
Çizelge 2.4 Türkiye İçin Yıllara Göre Kirletici Sınır Değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10
Çizelge 4.1 Ümraniye İlçesi Nüfus Verileri.....	24
Çizelge 4.2 Ümraniye İlçesi Genel Meteoroloji Verileri	25
Çizelge 4.3 Ümraniye İlçesi 2019 Yılı Araç Sayısı	27
Çizelge 5.1 Ümraniye MTHM İstasyonu 2018-2020 Ölçümlerinin İncelenmesi.....	82
Çizelge 5.2 Ümraniye İBB İstasyonu 2018- 2020 Ölçümlerinin İncelenmesi.....	82



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

μ	: Mikro
m	: Metre
mm	: Milimetre
g	: Gram
km	: Kilometre
°C	: Santigrat derece

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BTH	: Pekin - Tianjin - Hebei
CoL	: City of London Corporation
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DES	: Kasımpaşa Demircileri Küçük Sanayi Sitesi
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
FBE	: Fen Bilimleri Enstitüsü
Hg	: Civa
HKDYY	: Hava Kalitesi Değerlendirme Yönetimi Yönetmeliği
İSFALT	: İstanbul Asfalt Fabrikaları Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İMES	: İstanbul Madeni Eşya Sanaatkarları Sanayi Sitesi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

IKHKKY	: Isınmadan Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
KADOSAN	: Kadıköy Oto Saanatkarlar Küçük Sanayi Sitesi
Kd	: Kadmiyum
MTHM	: Marmara Temiz Hava Merkezi
NMVOC	: Metan dışı Uçucu Organik Bileşikler
NO₂	: Azot Dioksit
NO_x	: Azot Oksitler
O₃	: Ozon
PM	: Partikül Madde
PM_{2.5}	: Aerodinamik çapı 2.5-10 µm arasında olan partikül madde
PM₁₀	: Aerodinamik çapı 10 µm'den küçük olan partikül madde
RSHM	: Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi
SKHKKY	: Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SİM	: Sürekli İzleme Merkezi
THM	: Temiz Hava Merkezi
TEM	: Trans Avrupa Otoyolu
UHKİA	: Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı
ZBEÜ	: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Hava; iklim bilimcilere göre yeryüzünün herhangi bir yerindeki ve herhangi bir andaki atmosferik olayların tamamı olarak tanımlanmaktadır (Türkeş 2000). Hava kirliliği ise; canlı ve cansız varlıklara zarar veren maddelerin atmosferde kalma sürelerinin ve konsantrasyonlarının çevreye olumsuz etkileri olarak tanımlanabilir (Mutlu 2019). Nüfusun artması; şehirleşme ve sanayileşme ile birlikte fosil yakıtlı enerji kullanımı hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Dünya artan enerji ihtiyacının çoğunluğunu fosil yakıtlardan sağlamaktadır. Tüm dünya uluslarının izlediğini çevre politikaları fosil kaynaklı yakıtlardan dolayı oluşan hava kirliliğini önleme amacıyla oluşturulmuştur. Unutulmamalıdır ki dünyamızdaki hiçbir kaynak sonsuz ve sınırsız değildir.

İnsanlığa gerekli olan sanayi ve endüstriyel faaliyetler sonucunda atmosferin kimyası bozulmaktadır. Sürekli bir devinim içinde olan dünyayı kendini yenileyebilmesine olanak sağlamadığımız için bozulan atmosfer kimyası bizlere hava kirliliği olarak geri dönmüştür. Atmosfere karışan bu kirleticiler katı, sıvı ve gaz formundadır. Havaya karışan bu kirleticiler (gazlar, tozlar, partikül madde, sis, kül, is, duman, ısı vb.); doğrudan kirletici kaynaklardan ve atmosfere karışan kirleticilerden dolayı atmosferde meydana gelen reaksiyonlar sonucu oluşan kirleticiler olarak gruplanabilir.

Kaynaklarına göre kirleticiler ise kendi arasında ikiye ayrılırlar bunlar; doğal kaynaklar ve antropojenik kaynaklardır. Doğal kaynaklardan oluşan kirleticiler; volkanik patlamalar, erozyonlar, fırtınalar gibi doğal süreçlerden kaynaklanan kirleticiler olarak tanımlanabilir. Antropojenik kaynaklar ise; insan eliyle yapılmış sanayileşme, endüstriyel kuruluşlar, tarım, enerji ihtiyacı vb. kaynaklardan oluşan kirleticiler olarak tanımlanabilir.

Hava kalitesinin değerlendirilebilmesi için hava kirleticilerinin ve konsantrasyon değerlerinin bilinmesi gerekir. Bu sebeple hava kalitesi izleme sistemleriyle havada var olan kirleticiler sürekli olarak izlenir, elde edilen verilerle hava kalitesinin değerlendirilmesi yapılarak Ulusal eylem planları ortaya çıkartılır. Hava izleme verilerinin aynı zamanda toplumla şeffaf olarak

paylaşılması hava kalitesinin iyileştirilmesindeki sorumluluğumuzun tüm paydaşlara açıkça ilan edilmesini sağlar. Sadece endüstriyel, sanayi ve üretim faaliyeti gerçekleştirilen kurumlar hava kalitesinden sorumlu değildir. Boş yere açık bıraktığımız bir odanın lambası da bizim hava kirliliğine olan katkımızdır. Bu durumda hava kalitesinin izlenmesi ve değerlendirilmesiyle tüm önlemlerin alınması ve sorumluluğu olan herkesin elini taşın altına koyması gerektiğini gözler önüne sermektedir.

İkinci bölümde, hava kalitesinin izlenmesi ve değerlendirilmesi ayrıntılı şekilde incelenmiş, kirletici parametreler, hava kalitesi ve kirliliği mevzuatı, ulusal hava izleme ağı, hava izleme ve değerlendirmenin öneminden bahsedilmiştir.

Bölüm üçte, ilgili literatür çalışmaları özetlenmiştir. İlk olarak Türkiye’de hava kalitesinin incelenmesi ile ilgili yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Daha sonrasında dünyada hava kalitesinin incelenmesi ile yapılmış birçok çalışma özetlenmiştir.

Tezin dördüncü bölümü materyal ve metot kısmıdır. Çalışma alanı olan İstanbul ilinin Ümraniye ilçesinin konumu ve topoğrafik yapısı, nüfus bilgileri, kirlilik kaynakları, izleme istasyonlarının konumları ve ölçüm yapılan kirleticilerden bahsedilmiştir.

Beşinci bölüm elde edilen sonuçların ve partikül madde (PM), azot dioksit (NO₂), kükürt dioksit (SO₂), karbon monoksit (CO) ve ozon (O₃) ölçümleri için yapılan değerlendirmelerin tartışıldığı bulgular ve tartışma bölümüdür. İlk olarak tüm kirletici parametreler için zaman serisi grafikleri ve kutu grafikleri ile yapılan inceleme sonuçlarının, yasal sınır değerlerinin aşıldığı günlerin belirlendiği, mevzuata göre uyumlanması ve bulunan bulguların diğer çalışmalarla karşılaştırılması detaylıca incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Son bölüm ise sonuçlar ve önerilerin verildiği bölümdür. PM, NO₂, SO₂, CO ve O₃ kirleticilerinin hava kalitesini nasıl etkilediği ve hava kalitesi üzerinde etkisi detaylıca incelenmiştir. İkincil kirletici olan ozonun hava kirliliği ve iklim değişikliği üzerindeki etkisinden bahsedilmiş olup, hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerinde olan olumsuz etkilerinin olduğundan gerekli uyarıların yapılması gerekliliği vurgulanmıştır.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1 HAVA KALİTESİNİN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dünyada hava kalitesinin izlenmesi ve değerlendirilmesi tüm ulusların en önemli politikalarından biridir. Artan şehirleşme ve sanayileşmeyle beraber hava kirliliği insanlığın sağlığını ve hatta geleceğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Hava kalitesinin belirlenmesinde ki en önemli kirleticiler parametreleri, partikül madde (PM), kükürtlü bileşikler (SO_x), azotlu bileşikler (NO_x), karbon monoksit (CO), ozon (O₃) olarak sıralanabilir.

2.1.1 Partikül Madde (PM) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları

Partikül madde hava kirleticileri arasında en önemli ve insan sağlığını en çok etkileyen kirleticilerdir. Partikül maddeler; havada asılı kalan katı ve sıvı tanecikler olarak tanımlanabilir. Partikül maddeler boyutlarına göre 10 µm, 2,5 µm ve 0,1 µm olarak değişmektedir. 10 µm olan parçacıklar makroskobik, 10 – 2,5 µm arasında olan parçacıklar mikroskobik, 2,5 µm altında olan parçacıklar ise ultra mikroskobik olarak sınıflandırılır (Kılıç, 2008). 10 µm'den büyük olan parçacıklar üst yutak sisteminde (nazofarenkslerde) tutulabilir. 10 µm'den küçük partikül maddeler bronşlarda birikebilir ve solunum sistemi hastalıklarına neden olur. 2,5 µm olan partikül maddeler daha ince oldukları için alveollerde birikerek akciğer rahatsızlıklarına neden olur. Partikül maddelerin fiziksel özellikleri olan boyutlarından ziyade kimyasal özelliklerinden dolayı da insan sağlığını tehdit etmektedir. Kurşun (Pb), civa (Hg), kadmium (Cd) gibi ağır metallerle, kanser yapıcı kimyasal maddeleri yapılarında bulundurdıkları için sağlık açısından oldukça önemlidir (URL 1).

Partikül maddeler oluşum kaynaklarına göre ikiye ayrılır. Bu kaynaklar doğal ve antropojenik kaynaklardır. Doğal kaynaklardan atmosfere karışan PM'ler deniz aerosolları ve tuzları, çöl kumları, rüzgarla dağılan toprak parçacıkları, volkanik patlamalar, yangınlardan kaynaklanır ve küçümsenemeyecek kadar fazla miktardadır fakat bunun olumsuz etkilerinden korunmak için antropojenik kaynaklı PM konsantrasyonunu minimuma indirilmelidir. Antropojenik

kaynaklar ise endüstriyel ve sanayi kuruluşları, ısınma ve enerji amaçlı fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan küller vb., ulaşımdan kaynaklı tozlar antropojenik kaynaklı PM kirleticileridir (URL 2).

Antropojenik kaynaklı PM konsantrasyonları hareket edip etmelerine göre kendi arasında 3 grupta incelenir. Noktasal, alansal ve çizgisel.

- a) Noktasal kaynaklar; belirli zaman içerisinde kirletici konsantrasyonlarının fazla olduğu önemli sabit kaynaklar olarak tanımlanır. Fabrikalar, enerji santralleri, sanayi kuruluşları bu kaynaklardandır.
- b) Alansal kaynaklar; noktasal kaynaklardan daha az kirletici konsantrasyonlarının olduğu kaynaklardır. Evler, küçük işletmeler ve küçük sanayi kuruluşları bu kaynaklardandır.
- c) Çizgisel kaynaklar ise; sürekli aynı düzlem üzerinde hareket eden kirlilik kaynaklarıdır. Tren, uçak, gemi gibi ulaşımdan kaynaklanır.

2.1.2 Kükürt Oksitler (SO_x) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları

Atmosferdeki bir diğer kirletici olarak tanımladığımız kükürt oksitler (SO_x) en çok kükürt dioksit (SO₂) ve kükürt trioksit (SO₃) formunda değerlendirilirler. SO₂ keskin ve tahriş edici bir kokuya sahiptir ve atmosfere, antropojenik kaynaklı olarak; fosil kaynaklı yakıtların yakılması, konut ısıtması, termik santral prosesleri, petrol, maden, kağıt, tekstil ve çimento endüstrileri ve doğal kaynaklar olarak ise volkanik patlamalardan karışırlar (Kahraman 2020, Kılıç 2008). Petrol ve kömür gibi fosil kaynaklı yakıtlar yaklaşık %0,5 - %6 arasında kükürtlü bileşikler ihtiva eder (Kılıç 2008). Bu yakıtların yanması sonucunda kükürt atmosfere SO₂ bileşiği şeklinde karışır. SO₂ atmosfere karışınca hızlıca bir oksitlenme reaksiyonuna girer. Bu oksitlenme reaksiyonu denklem 2.1 ve 2.2’de gösterilmiştir.



Denklem 2.2 sonucunda SO₃ ve su oluşur. SO₃ havada bulunan su buharıyla reaksiyona girer (denklem 2.3).



Denklem 2.3'deki reaksiyon sonucunda asit yağmurlarının hammaddesi olan H₂SO₄ oluşur. Bu reaksiyon sonucu ortaya çıkan diğer bir ürün ise sülfattır. Sülfatlar genellikle görünür ışığın 0,4 – 0,8 mm olan dalga boyları ile girişim yaparak görüş mesafesini azaltır (Kılıç 2008). Kükürt oksitler, asit yağmurlarına ve partikül maddelerle birleşerek sülfürlü smog oluşumuna da neden olurlar (Alpaslan 2017). Hava kirliliğine neden olan kükürt dioksitler aynı zamanda hastalıklara ve ölümlere de neden olmaktadır. Başta solunum sistemi hastalıklarıyla beraber, akut sağlık etkileri olarak, akut bronşit, hırıltılı solunum ve nefes darlığı gibi hastalıklara neden olurken, uzun süreli maruziyette kronik bronşit, kronik tıkalı akciğer hastalığı, astım ve solunum fonksiyonlarında bozulmalarla beraber kalp ve dolaşım sistemi ve üreme sağlığı ile ilgili hastalıklara neden olur (Kara Rapor 2020). Kükürt dioksitin insan sağlığı üzerindeki etkileri Çizelge 2.1 de gösterilmiştir (Kılıç 2008).

Çizelge 2.1 Kükürt Dioksitin İnsan Sağlığı Üzerinde Etkisi.

SO ₂ (ppm)	Maruz Kalma Süresi	Etkileri
0,037 – 0,092	Yıllık Ortalama	185 µg/m ³ duman konsantrasyonu ile birlikte, solunum yolları ve akciğer hastalıklarında artışlar.
0,007	Yıllık Ortalama	Yüksek partikül konsantrasyonu ile birlikte, çocuklarda solunum yolları hastalıklarında ilerleme.
0,11- 0,19	24 saat	Düşük partikül konsantrasyonunda, yaşlılarda solunum yolu hastalıklarında artış
0,19	24 saat	Düşük partikül konsantrasyonlarında ölümlerde artış görülebilir. Büyüklerde kronik solunum yolu hastalıklarında artış.
0,25	24 saat	750 µg/m ³ duman konsantrasyonunda günlük ölüm oranları artış gösterebilir. Hastalanmalarda ani artış.
0,5	10 dakika	Astım hastalarında egzersiz halinde solunum direncinin artması.
5	24 saat	Sağlıklı kişilerde solunum direncinin artması.
10	10 dakika	Bronkospazm.
20		Göz tahrişi, öksürme.

2.1.3 Azot Oksitler (NO_x) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları

Azot monoksit (NO) renksiz ve kokusuz bir gazdır ve oksijen ve azot gazının yüksek sıcaklıkta reaksiyonu sonucunda oluşur. En önemli bileşikler azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO₂)'dir. NO₂; yakıcı bir kokuya sahip, açık kırmızı renkli, güneş ışığıyla beraber azot monoksitin oksijenle reaksiyonu sonucu oluşan bir gazdır (Alpaslan 2017).

Azot havanın içinde %78 oranında elementel halde bulunur. Azot özellikle yüksek sıcaklıklarda (1200 °C) radikal oksijenle oksidasyon reaksiyonuna girerek azot monoksiti oluşturur. Azot monoksitin atmosferde oksidasyon reaksiyonu sonucunda ise azot dioksit oluşturur ve azot dioksit, nitrit asidi oluşturmak için reaksiyona giren kuvvetli oksidanttır (Kılıç 2008).

Motorlu taşıtlar, termik santraller ve fosil yakıt kullanan sanayi tesisleri NO_x konsantrasyonunu artıran en önemli kaynağıdır. Havadan daha ağır olan azot oksitler çökerek yer seviyesinde birikir ve duman oluşumuna neden olur (Kılıç 2008). Fotokimyasal sis oluşumunda NO ve NO₂ konsantrasyonları büyük bir etkiye sahiptir (Graham et al. 1997). Atmosferde bulunma türleri ve konsantrasyonları bulundukları yere, mevsime ve günün saatine göre farklılık gösterebilir. NO_x bileşiklerinin atmosferde kalış süreleri yüksekliğe bağlı olarak değişim gösterir, stratosferde birkaç ay kalırken, troposferde kalış süresi birkaç gündür. Azot oksitler kentsel alanlarda partikül madde oluşumunda oldukça önemlidir. PM ışığı absorbe ettiği için sis oluşumuna neden olur ve bu durum görüş mesafesini düşürür (Kurvits and Marta 1998). Atmosferde bulunan NO_x HNO₃'e dönüşmesiyle asit yağmurları oluşur ve yağmurun pH'ı 4 - 4,5 aralığına düşer. Bu asidik yağış toprağı, bitkileri ve su ortamını olumsuz etkileyerek ötrofikasyona neden olur ve sucul sistemlerin kalitesini bozar (Erisman, Grennfelt and Sutton 2001). NO_x'ler aynı zamanda ozon oluşumunda oldukça ciddi rol oynamaktadır. Ozon atmosferin üst katmanlarda dünyamızı ultraviyole radyasyonundan korurken, yeryüzüne yakın katmanlarda yüksek konsantrasyonlarda zararlı bir gaz özelliğı gösterir. Azot dioksit konsantrasyonu 150 ppm veya daha fazla olduğunda insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler gösterir. Azot oksitler solunum yolu rahatsızlıklarına, sinir sistemini etkileyerek solunum felci gibi ölümcül sağlık problemlerine neden olur (Zengin 2019).

2.1.4 Karbon Monoksit (CO) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları

Karbon monoksit (CO) renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. CO, yeterli oksijenin olmadığı yanma reaksiyonlarında oluşur ve havanın mol ağırlığına yakın olan karbon monoksit zehirli

bir gazdır. Ayrıca CO, oluşan kaynak noktasından atmosfere dağılamaması, renksiz ve kokusuz özellikte olmasından dolayı fark edilemeyen bir kirleticidir (Kunt 2007). Karbon monoksit oluşum kaynakları genellikle motorlu taşıtlar, ısınma kaynaklı atmosfere salınımlar ve katı atık depolama tesislerinde oluşan metan gazının atmosferde oksidasyon tepkimesiyle karbon monoksit dönüşür. Karbon monoksitin atmosferde yarılanma süresi yaklaşık 2,5 aydır (Kılıç 2008).

Karbon monoksitin yüksek konsantrasyonları insan sağlığı üzerinde ölümcül etkilere neden olmaktadır. Alyuvarlardaki hemoglobinin karbon monoksit ile birleşmesiyle karboksihemoglobin oluşturarak kanın oksijenin taşıma kapasitesini düşürür ve bu durumda sonuç olarak baş ağrısına, yorgunluğa, üst solunum yolu hastalıklarına ve ölüme neden olabilir (Kılıç 2008, Zengin 2019).

2.1.5 Ozon (O₃) Tanımı, Özellikleri ve Kaynakları

Ozon doğrudan antropojenik kaynaklardan atmosfere salınmaz, ikincil kirleticilerdendir. Ozon atmosferimizde çok az ölçüde doğal olarak oluşan reaktif bir gazdır (Özaslan, 2008). Stratosferde bulunan ozon dünyamızı güneşin zararlı ışınlarından korumaktadır (Zengin, 2019). Ayrıca ozon, troposferde güneş ışığıyla kompleks reaksiyonların gerçekleşmesi sonucu oluşmaktadır. Ozon çok güçlü bir oksidandır ve birçok biyolojik maddeyle reaksiyona girebilir (Kılıç, 2008). Troposferik ozon küresel iklim değişikliğine neden olan sera gazlarından en önemlilerinden biridir. Ozonun atmosferde oluşumuna Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) ve diğer kirleticilerin güneş ışığıyla kompleks reaksiyonları neden olur. Güneş ışığında azot monoksit, azot dioksit dönüşür. Burada oksijen güneş ışığını tutar ve oksijen molekülü parçalanarak daha yüksek enerjili oksijen atomu haline dönüşür. Yüksek enerjili bu oksijen atomu atmosferdeki oksijenle birleşerek ozonu oluşturur. NO_x ve uçucu organik bileşiklerden ozon oluşum reaksiyonları denklem 2.4, 2.5 ve 2.6'da gösterilmiştir;



$h\nu$ reaksiyonun gerçekleşmesi için gerekli olan güneş ışığı enerjisidir. Bu reaksiyonla oluşan tek atomlu oksijen aşağıda ki reaksiyonlar sonucunda ozona dönüşür.



Bu reaksiyonda M ile temsil edilen yüksek enerjili oksijen atomunun ortaya çıkardığı fazla enerjiyi uzaklaştıran başka bir moleküldür. Bu genellikle N₂ veya O₂ olabilir veya aerosol bir

yüzey olabilir. Bu reaksiyonda ozon oluşmakla beraber ortamda bulunan NO'nun bir miktarı da NO₂'ye yükseltgenme sırasında ozonun kullanılmasına neden olur. Böylece;



Bu reaksiyonların sonucunda, O₃, NO ve NO₂ arasında denge oluşur (Özaslan 2008).

Ozonun insan sağlığı üzerinde, solunum sistemi üzerinde yanıcı ve tahriş edici etkileriyle solunum yolu hastalıkların görülmesine neden olur. Ozon sadece insanlar üzerinde bitki ve hayvanlar üzerinde de olumsuz etkilere neden olur. Bitkilerin ozona maruz kalması sonucunda dayanıklılıklarını kaybederek ömürleri kısalmır (URL 3).

2.1.6 Hava Kalitesi Yönetimi ve Mevzuat

Ülkemizde, hava kirliliğinin izlenmesi ilk olarak 1986 yılında yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Kontrolü Yönetmeliği ile başlamış olup, AB uyum sürecinde belirlenmiş olan direktiflerin ulusal mevzuata aktarılması sonucu, hava kalitesinin değerlendirilmesi bakımından; hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedeflerini tanımlamak ve oluşturmak, tanımlanmış metotları ve kriterleri esas alarak hava kalitesini değerlendirmek, hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut durumu korumak ve diğer durumlarda iyileştirmek, hava kalitesi ile ilgili yeterli bilgi toplamak ve uyarı eşikleri aracılığı ile halkın bilgilendirilmesini sağlamak amacıyla 06 Haziran 2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği oluşturulmuştur (Gemici vd. 2017, HKDYY 2008).

Ülkemiz (HKDYY), Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ/WHO), Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USA/EPA) ve Avrupa Birliği (AB)'nin kükürt dioksit için belirlediği limit değerler Çizelge 2.2 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 Kükürt Dioksitin Limit Değerleri.

Ülkeler	Korunma Gerekçesi	Ortalama Süre	Limit Değer	Marjinal Tolerans
Türkiye		Yıllık 24 saat	150 µg/m ³ 400 µg/m ³	
Avrupa Birliği (AB)	İnsan Sağlığını Korumak	1 saat	350 µg/m ³	Bir yıl içinde 24 defadan fazla olamaz.
	Halk Sağlığını Korumak	24 saat	125 µg/m ³	Bir yıl içinden 3 defadan fazla bu değer aşılamaz.
	Ekosistem	Yıllık Kış ayı	20 µg/m ³	
Dünya Sağlık Örgütü (WHO)		10 dakika 24 saat Yıllık	500 µg/m ³ 125 µg/m ³ 50 µg/m ³	
ABD EPA		Yıllık 24 saat	80 µg/m ³ 365 µg/m ³	

Ayrıca, Türkiye (HKDYY), ABD ve AB’de geçerli olan sınır değerler ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilen sınır değerler Çizelge 2.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 2.3 Ozonun Sınır Değerleri.

	1 saatlik ortalama	8 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama
Türkiye	180 µg/m ³ (bilgi eşiği) 248 µg/m ³ (uyarı eşiği)	120 µg/m ³	
ABD (EPA)	240 µg/m ³	160 µg/m ³	
AB	200 µg/m ³ (bitkileri koruma eşiği) 180 µg/m ³ (bilgi eşiği) 360 µg/m ³ (uyarı eşiği)	110 µg/m ³ (sağlık koruma eşiği)	65 µg/m ³ (bitkileri koruma eşiği)
Dünya Sağlık Örgütü (WHO)		120 µg/m ³	

Isınmadan kaynaklanan hava kirliliği için; toplu konut, kooperatif, site, okul, üniversite, hastane, resmi daireler, işyerleri, sosyal dinlenme tesisleri, sanayide ve benzeri yerlerde ısınma amaçlı kullanılan yakma tesislerinden kaynaklanan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halinde dış havaya atılan kirleticilerin hava kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve denetlemek amacıyla 7265 sayılı “Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin

Kontrolü Yönetmeliği’’ (IKHKY) 13 Ocak 2005 tarih ve 25699 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren yönetmektir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2005).

Son olarak ise; amacı, sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almak; insanı ve çevresini hava alıcı ortamındaki kirlenmelerden doğacak tehlikelerden korumaya; hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan umuma önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermeye ve bu etkilerin ortaya çıkmasını engellemek amacıyla 13184 sayılı “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’’ (SKHKY) 3 Temmuz 2009 tarih ve 27277 sayılı resmi gazete yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009).

Ülkemizde; PM₁₀, SO₂, NO₂, CO ve O₃ için yıllara göre sınır değerleri Çizelge 2.4’te verilmiştir (URL 4).

Çizelge 2.4 Türkiye İçin Yıllara Göre Kirletici Sınır Değerleri (µg/m³)

Kirletici	Ortalama Süre	2018	2019	2020
PM ₁₀	24 saat	60	50	50
	Yıllık	48	40	40
SO ₂	24 saat	150	125	125
	Yıllık	20	20	20
NO ₂	Saatlik	270	250	250
	Yıllık	48	40	40
CO	8 saatlik	1000	1000	1000
O ₃	8 saatlik	120	120	120

2.1.7 Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı (UHKİA)

Ülkemizde hava kirliliğine verilen önemin artması 1960’lı yıllardan sonra gözlenmektedir. İlk olarak 1961 yılında Ankara’da Sağlık Bakanlığı’na bağlı (Mülga) Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi (RSHM) tarafından kükürt dioksit ve partikül madde yarı otomatik cihazlarla günlük olarak ortalama konsantrasyon izlenmeye başlanılmıştır. Bu adımı 1984 yılından itibaren saatlik ortalamalar verebilen tam otomatik cihazlara geçiş takip etmiştir.

Hava kalitesinin izlenmesi görevi (Mülga) Çevre ve Orman Bakanlığı’na aktarıldıktan sonra, temiz hava politikaları oluşturmak ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için hava kirliliğinin doğru bir şekilde ölçülmesi amacıyla, 2005-2007 yılları arasında tüm illerde hava kalitesi ölçüm istasyonları kurulmuştur. Bu istasyonlara ek olarak; nüfusun kalabalık olduğu ve

sanayi bölgelerinin yer aldığı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne, İzmir Büyükşehir Belediyesi'ne, RSHM Başkanlığı'na ve Kocaeli Dilovası Organize Sanayi Bölgesi'ne ait hava kalitesi ölçüm istasyonları sisteme entegre edilerek ülkemizde Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı oluşturulmuştur.

2015 yılında ise Samsun ve Erzurum Temiz Hava Merkezi için kurulan istasyonlar ile birlikte Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağına bağlı istasyon sayısı artmaya başlamıştır. İlk olarak PM₁₀ ve SO₂ kirleticilerinin ölçümü ile kurulan ağda daha sonra NO, NO₂, NO_x, CO, O₃, PM_{2.5}, BTEX ölçümleri ve gravimetrik yöntemle ağır metal örnekleme de ilave edilmiştir. İstasyonlardan elde edilen saatlik ortalamalar şeklindeki ölçüm verileri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) Çevre Etki Değerlendirme (ÇED) İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü'ne bağlı Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı'nın Veri İşletim Merkezine aktararak izlenmektedir. Bu merkezde cihazların kalibrasyon ve alarm bilgileri göz önüne alınarak veriler üzerinde doğrulama (validasyon) çalışması yapılmaktadır. Bu çalışmalara göre değerlendirilen verilerle aylık ve yıllık raporlar hazırlanmakta ve www.havaizleme.gov.tr adresinde eşzamanlı olarak yayınlanmaktadır.

Hükümetin hava kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi konusundaki sorumlulukları ve halk sağlığının doğrudan etkilendiği bir konu olmasından dolayı, kamuoyuna hava kirliliği güncel bilgilerini sunması sorumlulukları arasındadır. Bu sebeple, hava kalitesinin durumunu kamuoyuna açıklarken daha basit ve anlaşılabilir bir sınıflama sistemi kullanılmaktadır. Tüm dünyada yaygın olarak kullanılan, Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) denilen bu sınıflama sistemi ile havadaki kirleticilerin konsantrasyonlarına göre hava kalitesini iyi, orta, hassas, sağlıklı, kötü ve tehlikeli şeklinde derecelendirme yapılmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Hava Kalite İndeksi.

Ulusal Hava Kalitesi İndeksi, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından geliştirilmiş olan hava kalitesi indeksini ulusal mevzuat ve sınır değerlere uyumlanarak

oluşturulmuştur. 5 temel kirletici için hava kalitesi indeksi hesaplanmaktadır. Temel kirleticiler; partikül maddeler (PM₁₀), karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO₂), azot dioksit (NO₂) ve ozon (O₃)’dur. Ulusal Hava Kalitesi İndeksi tüm ölçüm istasyonlarımızın indeksleri hesaplanarak www.havaizleme.gov.tr web sitesinde yayımlanmaktadır.

Ülkemizin tamamında bulunan hava kalitesi izleme ağındaki her bir istasyonda ölçülmesi gereken parametre sayısının artması, bakım-onarım ve kalibrasyon işlemleriyle beraber veri alım yüzdesi ve kalitesinin güvenilirlik koşullarına verilen önemden dolayı tüm istasyonların tek bir merkezden yönetilmesi yerine etkin ve verimli bir izleme ağı yönetimi için Türkiye geneli 8 bölgeye ayrılmış, her bölge için bir merkez il seçilmiş olup çevre iller kurulan Temiz Hava Merkezlerinden (THM) daha verimli bir şekilde izlenmektedir. Bu bölgeler, merkez iller ve bağlı olan iller; Marmara bölgesi için Marmara Temiz Hava Merkezi (MTHM); İstanbul THM, Bursa Bilecik, Çanakkale, Edirne, Balıkesir, Kırklareli, Kocaeli, Tekirdağ, Yalova ve Sakarya,

Ege bölgesi, İzmir THM, Aydın, Denizli, Manisa, Muğla ve Uşak,

Kuzey iç Anadolu bölgesi, Ankara THM, Bartın, Bolu, Çankırı, Eskişehir, Düzce, Karabük, Kastamonu, Kırıkkale, Kırşehir, Kütahya, Yozgat ve Zonguldak,

Güney iç Anadolu bölgesi, Konya THM, Afyon, Aksaray, Antalya, Burdur, Isparta, Karaman, Kayseri, Nevşehir ve Niğde,

Orta Karadeniz bölgesi, Samsun THM, Amasya, Çorum, Giresun, Ordu, Sinop, Sivas ve Tokat,

Doğu Anadolu bölgesi, Erzurum THM, Ağrı, Ardahan, Artvin, Bayburt, Erzincan, Gümüşhane, Iğdır, Kars, Rize ve Trabzon,

Güneydoğu Anadolu bölgesi, Diyarbakır THM, Adıyaman, Batman, Bingöl, Bitlis, Elazığ, Hakkari, Malatya, Mardin, Muş, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Tunceli ve Van,

Akdeniz bölgesi, Adana THM, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Mersin ve Osmaniye şeklinde belirlenmiştir.

Temiz hava merkezlerinin kurulumu ile ilgili geldiğimiz nokta ve devam etmekte olan çalışmalar aşağıda özetlenmektedir:

8 temiz hava merkezinden ilki olan Marmara THM, “Marmara Bölgesinde Hava Kalitesi Alanında Kurumsal Yapılandırma” başlıklı bir AB Projesi kapsamında “Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü” olarak 2008 yılında İstanbul’da kurulmuş olup bakım-onarım birimi, kalibrasyon laboratuvarı, analitik laboratuvar ile veri işletim ve validasyon merkezini içeren hizmet binası aktif olarak görevini sürdürmektedir.

Ege THM’ye bağlı 6 ilde hava kalitesi ön değerlendirme çalışmaları 2013 yılında tamamlanmış ve çalışma sonucuna göre uygun olarak yeni istasyonların yapımı 2016 yılında tamamlanmıştır.

Kuzey İç Anadolu THM’ye bağlı 13 ilde hava kalitesi ön değerlendirme çalışmaları 2015 yılında tamamlanmış ve çalışmanın sonuçlarına göre bölgede hangi noktalarda hangi kirletici parametrelerin ölçülmesi gerektiği saptanarak yeni istasyonların kurulumu 2017 yılında tamamlanmıştır.

Güney İç Anadolu THM’ye bağlı 10 ilde hava kalitesi ön değerlendirme çalışmaları Ekim 2014’te başlamış, ön değerlendirme projesi sonuçlarına uygun olarak yeni istasyonların kurulumları 2018 yılında tamamlanmıştır.

Orta Karadeniz THM’ye bağlı olan 8 ilde hava kalitesi için yapılan ön değerlendirme çalışmaları 2012 yılında tamamlanmıştır. Proje sonucuna göre uygun olarak yeni istasyonların yapımı 2016 tamamlanmış ve ölçülen parametre sayısı 2 (PM₁₀, SO₂)’den 6 (PM₁₀, PM_{2.5}, NO_x, SO₂, O₃, CO)’ya çıkarılmıştır.

Doğu Anadolu THM’ye bağlı 11 ilde hava kalitesi ön değerlendirme çalışmaları 2013 yılında sonuçlandırılmış ve proje sonucuna uygun olarak yeni istasyonların kurulumu 2016 yılında tamamlanmıştır.

Güneydoğu Anadolu THM’ye bağlı 15 ilde hava kalitesi ön değerlendirme çalışmaları 2015 itibari ile başlamış olup, halen devam etmektedir.

Akdeniz THM’ye bağlı 7 ilde hava kalitesi ön değerlendirme çalışmaları 2014’te başlamış olup 2016 yılı başında tamamlanmış ve yeni istasyonların kurulum çalışmalarına 2019 yılında başlanmıştır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı ile halkın çevresel veriye erişim hakkını gözetmekte ve karar vericiler ile yetkili otoritelere en doğru ve güvenilirliği yüksek hava kalitesi verisini sağlama amacıyla çalışmalarını sürdürmektedir. Bu görev bilinciyle Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağını hem işletimi ve yönetiminde iyileştirmeler ve

gerekli yenilikleri yaparak hem de ağın ihtiyaa uygun olarak genişlemesini sağlayarak sũrekli geliştirmektedir (URL 5).

Hava kalitesinin izlenmesi, kirleticilerin evre ve insan sağlığı ũzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yũnetimi Yũnetmeliđi'nce belirlenen yasal limit değer sınırların karşılanıp karşılanmadığını evre ve insan sağlığına etkisini anlamak için ũlũmler hayati ũnem taşımaktadır (URL 6).



BÖLÜM 3

LİTERATÜR ÖZETİ

Hava kalitesinin değerlendirilmesiyle ilgili çalışmalar bu bölümdedir. Öncelikle İstanbul ili için yapılan çalışmalar, ardından Türkiye’de yapılan çalışmalar ve son olarak dünyada yapılan çalışmaların özetleri sırayla bu bölümde incelenmiştir.

Demirarslan ve Akıncı (2018), yaptıkları çalışmada Marmara Bölgesi’nin 2015-2016 yılları kış sezonu hava kalitesi SO₂ ve PM₁₀ bakımından incelemiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığından elde edilen verilerle bu kirleticilerin hava kalitesi üzerindeki etkilerini ve dağılımları, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığıyla üretilmiş olan dağılım haritalarıyla incelemiştir. Kirletici verileri karşılaştırarak, bölgede hava kalitesi düşük olan iller, belirlemiştir. Bu değerlendirmelere göre 2015 ve 2016 yıllarında, en yüksek SO₂ konsantrasyonuna sahip ilin Edirne, en yüksek PM₁₀ konsantrasyonuna sahip ilin ise Bursa olduğunu belirlenmiştir.

Özgür Oğurtanı (2019), yaptığı çalışmada İstanbul ilinin 2007-2017 yılları arasında, “karbon monoksit, kükürt dioksit, partikül madde, azot oksitler ile ozon” hava kirleticilerinin mekânsal ve mevsimsel değişimlerini araştırmıştır. Gerekli veriler Çevre ve Şehircilik Bakanlığından temin edilmiş ve hava kirleticilerinin değişimleri istatistiksel metotlarla belirlenmiş olup kendi aralarında ve mekânsal olarak değişimlerin tespit edilmesi içinse korelasyon tabloları oluşturulmuştur. Bu çalışmaya göre ozon hariç tüm kirletici türlerinin ısınma dönemlerinde diğer dönemlere göre daha yüksek konsantrasyon seviyelerinde olduğunu görülmüştür. CO, PM₁₀, SO₂, O₃ ve NO₂ (2017 yılı hariç NO₂ için) kirleticileri için ölçüm yapılan yıllar arasında tüm istasyonlarda yıllık ortalama konsantrasyon değerleri Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğine göre sınır değerlerin altında kaldığı, NO_x için yıllık konsantrasyon değerleri ise belirlenen sınır değerlerin üzerinde kaldığı görülmüştür. Ayrıca istatistiksel olarak artış gösteren istasyon verileri incelendiğinde ise Ümraniye ilçesinde SO₂ ve NO_x konsantrasyonlarının için artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Kara vd. (2014), yaptıkları çalışmada Avrupa'da bir mega kent olan İstanbul'un antropojenik kaynaklara dayalı birincil hava kirleticileri olan kükürt dioksit (SO_2), partikül madde (PM_{10}), karbon monoksit (CO), azot oksit (NO_x) ve metan dışı uçucu organik bileşiklerin (NMVOC) emisyon envanteri hazırlamıştır. Sonuçlar incelendiğinde, SO_2 emisyonlarının esas olarak endüstriyel tesislerde ve yerleşim alanlarında linyit ve fuel-oil kullanımından kaynaklandığını göstermektedir. Toplam kirliliğin yaklaşık %83'ünü oluşturan SO_2 emisyonları açısından en fazla kirletici sektör sanayi olurken, konut ısıtması PM_{10} emisyonları açısından en fazla kirletici sektör olup toplam kirliliğin %51'ini oluşturmaktadır. NO_x , NMVOC ve CO emisyonlarında da sırasıyla %89, %68 ve %68'lik paylarla en çok kirletici konsantrasyonuna sahip sektör trafik oldu. Ayrıca PM_{10} emisyonları ile ilgili olarak, bölgede büyük bir çimento fabrikası ile birlikte birkaç kum ve çakıl işleme tesislerinin olması konsantrasyonların yüksek olmasının ana kaynaklarındanıdır.

Kılıç (2008), yaptığı çalışmada sanayi ve endüstriyel kuruluşların fazla olmadığı ve az bir nüfusa sahip olduğu Bayburt ilinin hava kalitesini değerlendirmiştir. Bayburt ilinin hava kirliliği, coğrafi konumu ve çarpık kentleşmesinden kaynaklanmaktadır. İl ((Mülga) Çevre ve Orman) Müdürlüğünden alınan veriler (PM_{10} , SO_2 , $PM_{2.5}$) SSPS 11.5 paket programıyla incelenmiş, konsantrasyon değerleri grafik olarak verilmiştir. $PM_{2.5}$ ve PM_{10} konsantrasyonları arasındaki korelasyonun ortalama 0.7 olmasından kirliliğin antropojenik kaynaklı olduğunu görülmüştür. $PM_{2.5}$ için belirlenen standart değer, Avusturalya, AB ve ABD standartlarıyla karşılaştırılmış ve Bayburt için belirlenen değerin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İskender vd. (2016), yaptıkları çalışmada Düzce ilinin 1 Ekim 2011 – 31 Mart 2015 tarihleri arasındaki hava kalitesinin günlük, aylık ve yaz-kış sezonlarına göre değişimleri ve rüzgar hızı incelenmiştir. Seçilen tarihler için PM_{10} ve SO_2 verileri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonları Web Sitesinden temin edilmiştir. İstatiksel analiz için SSPS 18.0 paket programı kullanılmıştır. Veriler hafta içi- hafta sonu günlerine, aylara ve sezonlara göre incelendiğinde, PM_{10} ve SO_2 için en düşük konsantrasyonlar hafta sonu günleri iken en yüksek konsantrasyon değeri çarşamba günü olarak tespit edilmiştir. PM_{10} için aylık olarak veriler incelendiğinde en yüksek ortalama Aralık ayında, en düşük ortalama ise Ağustos ayında gözlemlenmiştir. Aylar arasında ortalama rüzgar hızı incelendiğinde ise Temmuz ayında en yüksek ortalama rüzgar hızı, Kasım ayında ise en düşük ortalama rüzgar hızı tespit edilmiş olup, en yüksek PM_{10} değeri ve en düşük rüzgar hızı ortalaması 2014-2015 kış sezonuna aittir. En düşük PM_{10} değeri ortalaması ise 2013-2014 kış sezonu, en yüksek SO_2 değeri ortalaması 2013-2014 kış sezonu, en düşük SO_2 değeri ortalaması ise 2011-2012 kış

sezonunda olduğu tespit edilmiştir. Düzce ili yıl boyunca PM₁₀ konsantrasyon değerleri insan sağlığına zarara verecek seviyelerdedir. Hafta içi günlerde, rüzgar hızının az olduğu aylarda ve kış sezonların konsantrasyon değerleri daha da artmaktadır. Rüzgar hızının yüksek olduğu ve yaz aylarında ise PM₁₀ konsantrasyonları daha düşük seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir.

Gül vd. (2019), yaptıkları çalışmada Edirne ili hava kirliliği ölçüm istasyonlarından elde edilen PM₁₀, PM_{2.5} ve SO₂ verilerinin 2014, 2015 ve 2016 yılları arasındaki farklarını, yaz-kış ve 24 saat içindeki değişimlerini incelemişlerdir. SO₂ konsantrasyonlarının 2014, 2015 ve 2016 yılları için ortalama değerleri sırasıyla; 33,15 µg/m³, 24,57 µg/m³ ve 27,79 µg/m³ olarak tespit edilmiştir. Aynı yıllarda PM₁₀ konsantrasyonları için ortalama değerler sırasıyla; 54,66 µg/m³, 54,03 µg/m³ ve 46,27 µg/m³ olarak tespit edilmiştir. 2015 yılı yaz dönemin için SO₂ ortalaması 9 µg/m³ olup, 2015-2016 kış döneminde ortalama 37,6µg/m³ olarak tespit edilmiştir. Yazın 408 saat, kışın ise 2305 saat limit aşımı yaparak DSÖ standartlarının üstünde kalmıştır. Aynı yıl yaz sezonunda PM₁₀ konsantrasyon değeri ortalaması 48 µg/m³ olarak, kış dönemi ortalaması ise 61,3 µg/m³ olarak tespit edilmiştir. Edirne ili PM₁₀ kirliliği açısından, AB ve DSÖ standartlarına göre değerlendirildiğinde, yaz döneminde toplam 1357, kış döneminde ise toplam 1937 saat limit aşımı yapılarak sınır değerlerin üstünde kalmıştır. Edirne il merkezinde DSÖ standartlarına göre değerlendirildiği de ise PM₁₀ ve SO₂ kaynaklı hava kirliliği olduğu ve bu kirlilik kış döneminde anlamlı şekilde arttığı gözlemlenmiştir.

Alpaslan (2017), yaptığı çalışmada sanayi ve endüstriyel faaliyetlerin fazla gelişmediği fakat buna rağmen hava kirliliğinin yüksek olduğu Erzurum ilinin hava kalitesini araştırmıştır. Hava kirletici olan; PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO, NO₂, NO_x verileri Erzurum ilinde bulunan 5 adet, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından, meteorolojik veriler ise Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Çalışmada 2016-2017 yılı kış dönemi için, hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerin eğilimleri ve birbirleriyle olan ilişkilerinin incelenmesi için SPSS 20 paket programıyla stepwise regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi sonucunda hakim bağımsız değişken olarak “rüzgar hızı” tespit edilmiş ve rüzgar hızının kirletici konsantrasyonlarının azalmasında olumlu etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak Erzurum ilinin hava kalitesinin olumsuz etkileyen kirletici kaynakları, ısınma amaçlı kullanılan fosil yakıtlar ile egzoz gazlarının olduğu belirlenmiştir.

Özbey vd. (2017), yaptıkları çalışmada Güneydoğu Anadolu bölgesinden seçilen Adıyaman, Gaziantep, Kilis, Şanlıurfa ve Mardin illeri için 2016 Mayıs – 2017 Mayıs tarihleri arasında SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Gerekli veriler seçilen illere ait hava

kalitesi analiz raporlarından ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından temin edilmiştir. İnceleme sonuçları DSÖ, AB ve HKDYY standartlarına göre değerlendirilmiştir. Sonuç olarak SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyon değerleri görüş mesafesinin azalmasına ve hava kalitesinin azalmasına neden olacak kadar yüksek oranlarda olduğu tespit edilmiştir.

Oğuz (2020), yaptığı çalışmada Nevşehir ilinin hava kirliliği ve limiti aşan kirli gün sayısının değerlendirilmesi ile beraber meteorolojik faktörlerin hava kirliliğine etkisini incelemiştir. Hava kirleticilerinden PM₁₀, SO₂ verileri ile basınç, hava sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgâr hızı verileri 2010-2019 yılları için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalite İzleme İstasyonundan temin edilmiştir. Elde edilen veriler Mann-Kendall ve Sen testi ile trend ve eğimleri hesaplanmış olup, PM₁₀ ve SO₂ parametreleri için saatlik, aylık, yıllık ve mevsimlik değişimleri ve sınırı aşan günlerin analizi yapılmıştır. Ölçülen en yüksek 6 adet PM₁₀ değerlerinin kaynağının analizlerinin yapılması için Hibrit Tek Parçacıklı Lagrangian Entegre Yörünge HYSPLIT modeli kullanılarak elde edilmiştir. Sonuç olarak, PM₁₀ konsantrasyonu için en yüksek değerler sırayla 2010 yılında 65,1 µg/m³, 2011 yılında ise 56,9 µg/m³ olarak ölçülmüştür. En düşük PM₁₀ konsantrasyonu ise 2019 yılında 25,1 µg/m³ olarak ölçülmüş olup, 2010-2019 yılları arasında yıllık olarak toplam sınır aşan gün sayısı 1164 gün olarak hesaplanmıştır. SO₂ konsantrasyonu için ise, en yüksek değerler sırayla 2014 yılında 17,6 µg/m³, 2011 yılında 16,7 µg/m³ ve 2019 yılında ise 16,1 µg/m³ olarak ölçülmüştür. En düşük SO₂ konsantrasyonu ise 2012 yılında 10,2 µg/m³ olarak ölçülmüş olup, 2010-2019 yılları arasında yıllık olarak toplam sınır aşan gün sayısı 704 gün olarak hesaplanmıştır. PM₁₀ artışının kaynağı ise HYSPLIT modeli kullanılarak, Kuzey Afrika ve Orta Doğu bölgesi olduğu tespit edilmiştir. Bu bölgelerde göz ardı edilemeyecek kadar önemli miktarlarda çöl tozlarının olmasından dolayı PM₁₀ kirliliğinde artışın sebebi, Nevşehir iline gelen hava kütlelerinin içerdiği Kuzey Afrika ve Orta Doğu kaynaklı çöl tozlarıdır.

Morcalı ve Akan (2017), yaptıkları çalışmada Kahramanmaraş ilinin Haziran 2016 - Haziran 2017 tarihleri arasında hava kalitesinin değerlendirilmesi ve hava kirliliğine neden olan kaynakların tespiti yapılmıştır. Kirletici parametreler olan; SO₂, PM₁₀, NO₂, O₃ kirleticilerinin verileri Necip Fazıl Kültür Merkezi'ne bulunan hava kalitesi izleme istasyonundan temin edilmiştir. Sonuç olarak; yaz aylarında diğer mevsim aylarına göre çok daha düşük oranlarda SO₂ ve NO kirletici konsantrasyonları gözlemlenmiştir. Bu durumun sebebi ise yazın ısınmaya ihtiyaç duyulmamasından dolayı fosil yakıt kullanımında ciddi bir azalmanın olmasıdır. Yaz aylarından sonbahar aylarına doğru ise gözlemlenen hızlı konsantrasyon

artışının sebebi ise mevsimin kışa dönmesinden dolayı artan ısınma ihtiyacı ve okul döneminin başlamasıyla beraber artan motorlu taşıt trafiği SO_2 ve NO_2 konsantrasyonlarının artmasına neden olmuştur. Ayrıca kışın artan NO_2 konsantrasyonunun bir sebebi ise NO_2 'nin fotokimyasal reaksiyonlarla farklı bileşiklere dönüşmesi ve yağışlarla HNO_3 olarak tekrar yeryüzüne düşmesidir. PM_{10} konsantrasyonu için mevsimler arası SO_2 değişimi kadar keskin bir fark görülmemiştir. Bunu sebebi ise seçilen alanda PM_{10} kaynaklarının sürekli aktif olan kuruluşlar olmasıdır. Haziran ve Temmuz aylarında PM_{10} konsantrasyonlarında az miktarda bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu düşüşün sebebi ise bu ayların tatil dönemi olmasından dolayı sanayi ve endüstriyel kuruluşların üretim kapasitelerini düşürmeleri ve gerekli bakım-onarım çalışmaları yapmaları olarak tespit edilmiştir. İkincil kirletici olan O_3 konsantrasyonlarında yaz aylarında daha etkili olan güneş ışığı ve yüksek sıcaklık sebebiyle artış gözlemlenmiş olup, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklığın en yoğun olmasından dolayı O_3 miktarında artış gözlemlenmiştir. Sonbahar aylarında yaz aylarına göre gözlemlenen düşüşün sebebi ise havanın aşamalı olarak soğumasından dolayı O_3 emisyonunu tetikleyen sıcaklığın yaz aylarına göre düşük olması olarak tespit edilmiştir.

Özaslan (2008), yaptığı çalışmada, Kocaeli ilinin evsel ısınmadan, endüstriyel ve sanayi faaliyetlerinden, ve taşıt trafiğinden kaynaklanan kirleticiler olan kükürt dioksit (SO_2), azot dioksit (NO_2) ve ikincil kirletici olan ozon (O_3) konsantrasyon değerlerini incelemiştir. Yaz mevsimi için 01-08 Temmuz 2006 ve kış mevsimi içinde 25 Ocak-02 Şubat 2007 tarihleri arasında pasif örnekleme tekniğiyle 51 noktada toplanan örnekler, SO_2 için iyon kromatografisi, O_3 için spektrofotometre ve NO_2 için ise her iki teknik kullanarak analiz edilmiştir. Sonuçlar seçilen çalışma alanında NO_2 ve SO_2 için elde edilen konsantrasyon değerlerinin, yaz ve kış mevsimlerine göre değerlendirilmesi; Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğine (HKDYY) göre incelenen kirleticiler için sınır değerlerin aşıldığı tespit edilmiştir. Ozon için elde edilen konsantrasyon değerleri veri alınan tüm ölçüm noktalarında Avrupa Birliği tarafından belirlenen günlük ortalama sınır değer $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında kalmış olup, özellikle yaz mevsiminde şehir merkezinden uzak kalan alanlarda konsantrasyonların AB tarafından vejetasyonun korunması için belirlenen $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük sınır değeri birçok noktada aştığı gözlemlenmiştir.

Karakuş ve Yıldız (2019), yaptıkları çalışmada Sivas ilinin Hava Kalite İndeksini (HKİ) hesaplamış ve hava kirliliği değerlendirmiştir. Hava kalitesinin değerlendirilebilmesi için 2016 – 2018 yılları arasında seçilen kirleticiler; PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, NO , NO_x , NO_2 ve CO konsantrasyon değerleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ulusal Hava Kalitesi İzleme

istasyonlarından temin edilmiştir. Ayrıca çoklu regresyon metoduyla HKİ değerleri ve meteorolojik parametreler olarak seçilen “sıcaklık, rüzgâr hızı ve bağıl nem” arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Seçilen tüm istasyonlara ait PM₁₀ değerleri genel olarak Kasım-Mart ayları arasında Avrupa Birliği standartları sınır değerinin üzerinde kalmıştır. NO₂, SO₂ ve CO konsantrasyonları ise belirlenen sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür. EPA Hava Kalitesi İndeksi Sınıflandırmasına göre değerlendirildiğinde ise; Sivas ilinin hava kirliliğinin HKİ açısından “İyi” ve “Orta” düzeyde olduğu görülmüştür. Çoklu regresyon analizine göre sıcaklık, rüzgâr hızı ve nem bağımsız değişken ve HKİ bir bağımlı değişken olarak kabul edilmiş olup, buna göre yapılan analiz sonucunda; sıcaklık, rüzgâr hızı ve nem ile HKİ arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Luo vd. (2020), yaptıkları çalışmada 2014-2016 yılları arasında Çin'deki ulusal, bölgesel ve yerel ölçeklerde partikül maddenin zamansal ve mekansal dağılımıyla beraber, PM_{2.5} konsantrasyonu artış hızı ile meteorolojik parametreler olan rüzgar hızı ve rüzgar yönüyle arasındaki ilişkileri incelemiştir. Gerekli partikül madde konsantrasyon verileri sırasıyla 2014, 2015 ve 2016 yıllarında Çin üzerinden 169, 369 ve 367 şehirden Hava Kalitesi Endeksinden (AQI) elde edilmiştir. Çin hava kirliliğini ülke çapında ve yedi coğrafi bölgede analizlerin yapılması için Cressman objektif analiz yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak, seçilen yıllar arasında Çin'deki hava kalitesi ve PM konsantrasyonları genel olarak bir iyileşme eğilimi göstermekte olup, Hava Kalitesi Endeksine göre, ölçülmüş PM₁₀ ve PM_{2.5} konsantrasyonları sırasıyla 7,97 µg/m³, 10,96 µg/m³ ve 7,88 µg/m³ azalmış olup hava kalitesinin genel olarak ulusal ölçekte iyileştirildiği, ancak Feiwei Ovası gibi alanlarda yerel olarak kötüleştiği görülmüştür. Kuzeybatı Çin ve Pekin - Tianjin - Hebei (BTH) bölgeleri, esas olarak kuzeybatıdan ilkbaharda taşınan tozun neden olduğu aşırı PM₁₀ ve BTH'de kışın yoğun olan PM_{2.5} emisyonları ile kendini gösteren en kötü PM kirliliği bölgeler olarak tespit edilmiştir.

Galatioto, Ferguson-Moore, ve Calderwood (2021), yaptıkları çalışmada “City of London Corporation (CoL)” tarafından yürütülen mobil hava kalitesi kampanyası sırasında toplanan verilerin analizi ve bulgularını incelemektedir. Bu ölçümler, şehir içinde seyahat ederken aynı zamanda yerel hava kalitesini hassas olarak sürekli ölçümünü yapabilen donanımlı bir araç kullanılarak yapılmıştır. Smogmobile verileri ile CoL hassas sistemlerinden elde edilen veriler arasında ve şehir genelinde dağıtılan “Difüzyon Tüpleri” gibi gösterge sistemleri ile ölçülen NO₂ verileri arasında çeşitli karşılaştırmalı analizler gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak şehir genelinde ortalama NO₂ konsantrasyonu 62 µg/m³ olarak belirlenmiş, Smogmobile'den toplanan verilerin ise sadece% 4'lük bir hata payıyla 59,5 µg/m³ olarak hesaplanmış ve 48

gösterge sisteminden alınan değerlerin ortalaması alınarak elde edilenlere çok benzediği görülmüştür. Genel olarak bu çalışma, yerel yetkililer tarafından geniş alanlarda hava kalitesinin değerlendirilmesini desteklemek için mobil hava kalitesi ölçümlerinin kullanılmasında önemli bir potansiyel ve değer ortaya koymaktadır.





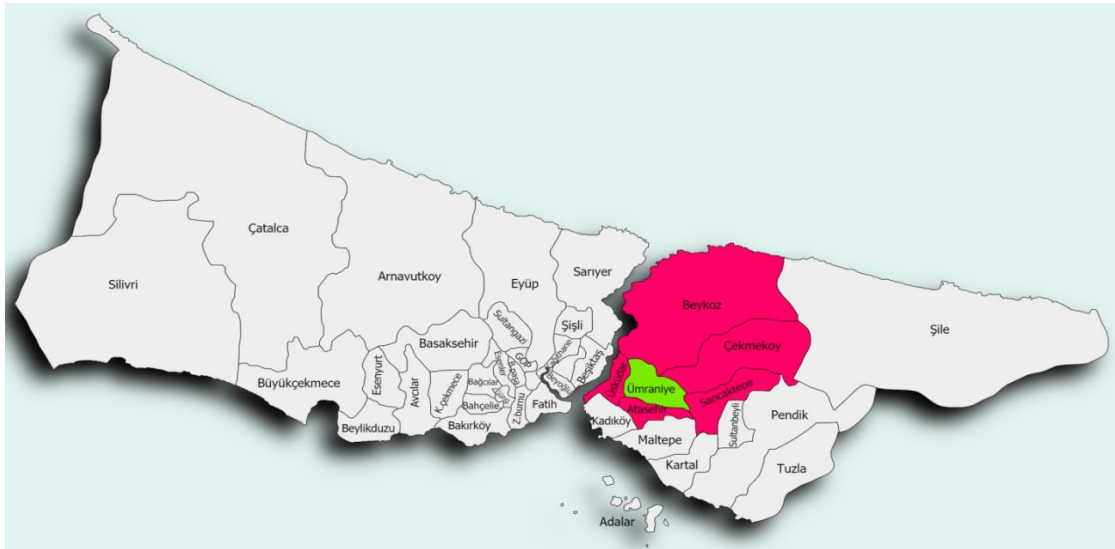
BÖLÜM 4

MATERYAL VE METOT

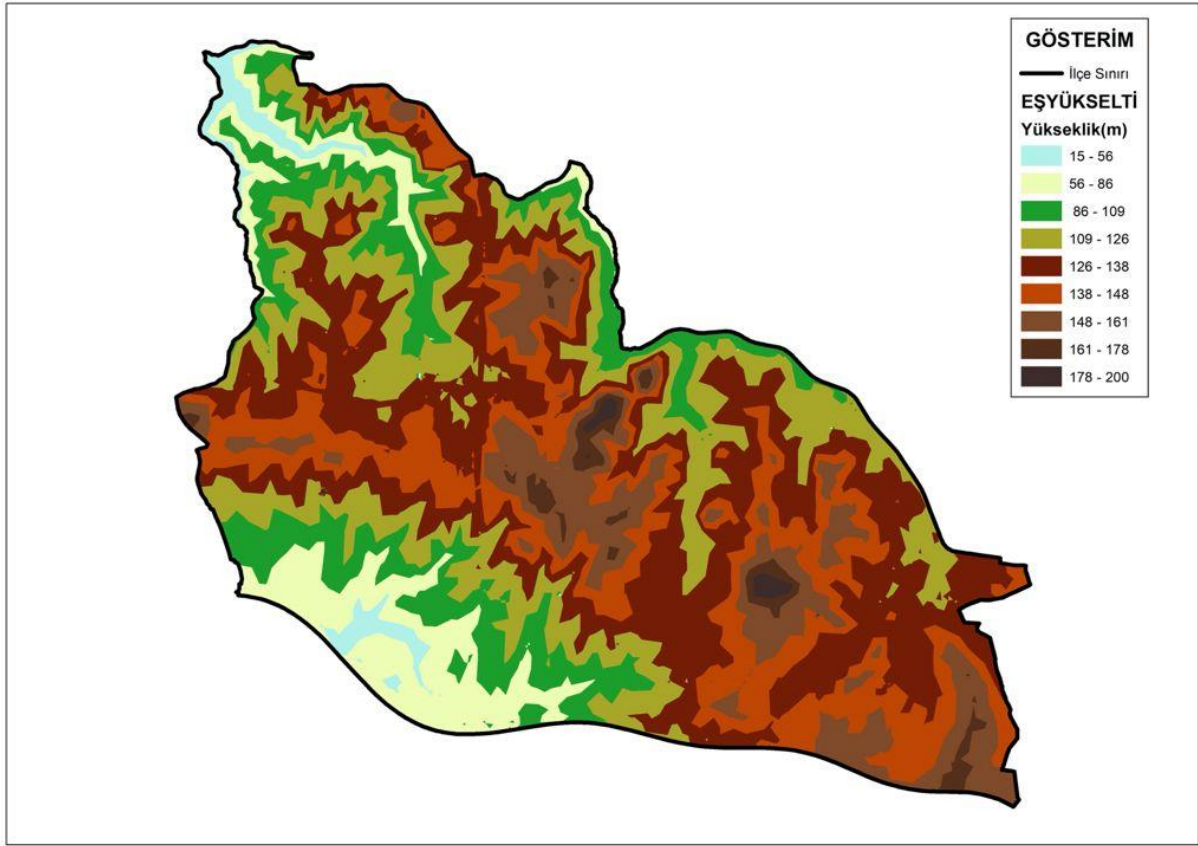
4.1 ÇALIŞMA ALANI

4.1.1 Konum, Topoğrafya ve Nüfus

Marmara bölgesinde bulunan mega kent İstanbul'un en kalabalık üçüncü ilçesi olan Ümraniye ilçesi çalışma alanını oluşturmaktadır. İyi kıtayı birbirine bağlayan Fatih Sultan Mehmet ve 15 Temmuz Şehitler köprülerinin arasında kalan Ümraniye ilçesi, kuzeyde Beykoz ve Çekmeköy ilçelerine, güneyde Ataşehir ilçesine, doğuda Sancaktepe ilçesine, batıda ise Üsküdar ilçesine komşudur. Şekil 4.1'de Ümraniye ilçesine komşu ilçelerin haritası verilmiştir (URL 7). Ümraniye ilçesinin yüzölçümü 45 km² dir ve denizden yüksekliği 120 metre olup, doğuya doğru gidildikçe yükseklik 180 metreye kadar çıkmaktadır. İlçe sınırlarında içerisinde büyük göl, akarsu ve dağ yoktur. Çok engebeli bir yapıya sahip olmayan Ümraniye'de ormanlık alanlar küçük topluluklar şeklinde ilçeye yayılmıştır. İlçenin topoğrafik haritası Ümraniye Belediyesi ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilmiş, Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Ümraniye İlçesi ve Komşu İlçelerin Haritası.



Şekil 4.2 Ümraniye İlçesi Topoğrafik Haritası.

Bu çalışma 2018 – 2020 yılları arasında hava kalitesinin değerlendirilmesi yapılmış olduğu için bu yıllara ait nüfus verileri Çizelge 4.1’de verilmiştir. İstanbul ilinin 39 ilçesinden en kalabalık 3.ilçesi olan Ümraniye’nin 2020 yılı sonu itibarıyla nüfusu 713.803’dür (URL 8).

Çizelge 4.1 Ümraniye İlçesi Nüfus Verileri.

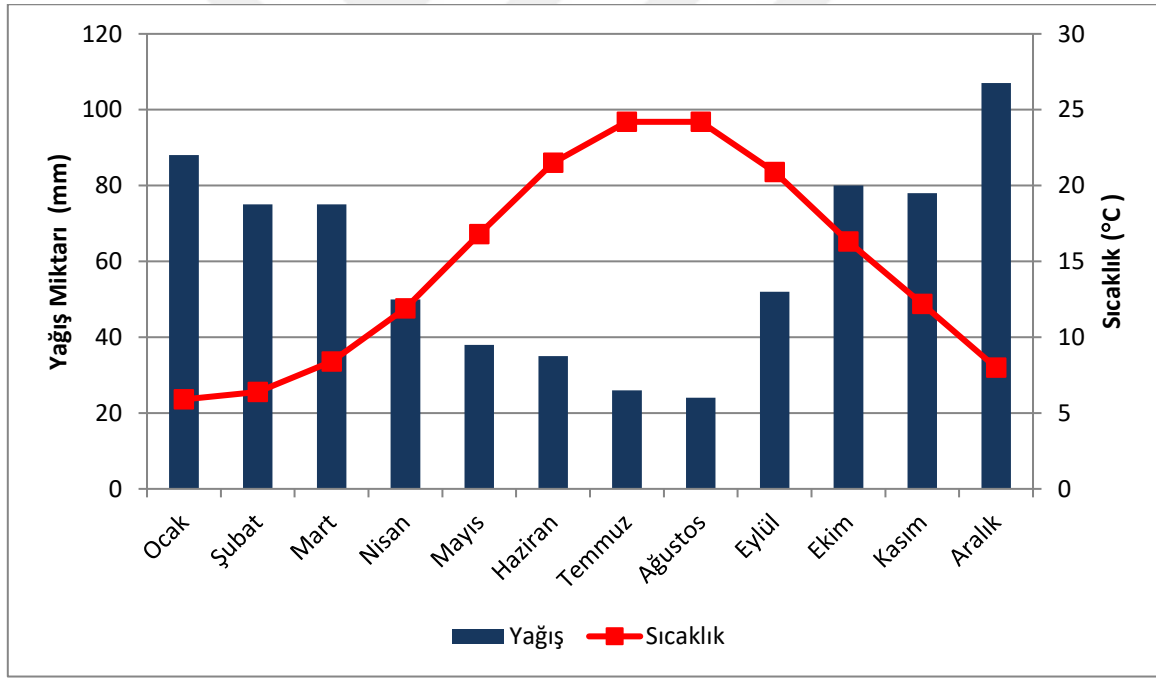
Yıllar	2018	2019	2020
Nüfus	690.193	710.280	713.803

4.1.2 Meteorolojik Veriler ve İklim

Ümraniye ilçesinde hakim iklim, Karadeniz iklimi olmakla beraber kışları cephesel yağışlardan etkilenmesinden dolayı Akdeniz iklimi görülmektedir. Ümraniye ilçesinin genel meteorolojik verileri Çizelge 4.2’de sıcaklık ve yağış verileri ise Şekil 4.3’te verilmiştir. Neredeyse her ayı yağışlı olan Ümraniye ilçesinde aylık ortalama yağış miktarı 60 mm olup, en az yağış miktarı 24 mm ile Ağustos ayı, en çok yağış miktarı ise 107 mm ile Aralık ayıdır. Ortalama sıcaklık ise yaklaşık 18 °C olarak hesaplanmıştır (URL 9).

Çizelge 4.2 Ümraniye İlçesi Genel Meteoroloji Verileri.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz	Tem	Ağu	Eylül	Ekim	Kas	Ara
Ort. Sıcaklık (°C)	5,9	6,4	8,4	11,9	16,8	21,5	24,2	24,5	20,9	16,3	12,2	8
Min. Sıcaklık	3,7	4,1	5,5	8,5	13,4	18,1	20,8	21,6	18,3	14	9,9	5,9
Maks. Sıcaklık	8,1	8,9	11,3	15,3	20,2	24,9	27,6	27,8	23,9	18,8	14,5	10
Yağış (mm)	88	75	75	50	38	35	26	24	52	80	78	107
Nem (%)	%79	%77	%75	%75	%73	%70	%69	%69	%70	%75	%77	%78
Yağmurlu Günler (gün)	10	9	8	6	5	4	3	3	5	7	8	10



Şekil 4.3 Ümraniye İlçesi Sıcaklık ve Yağış Grafiği.

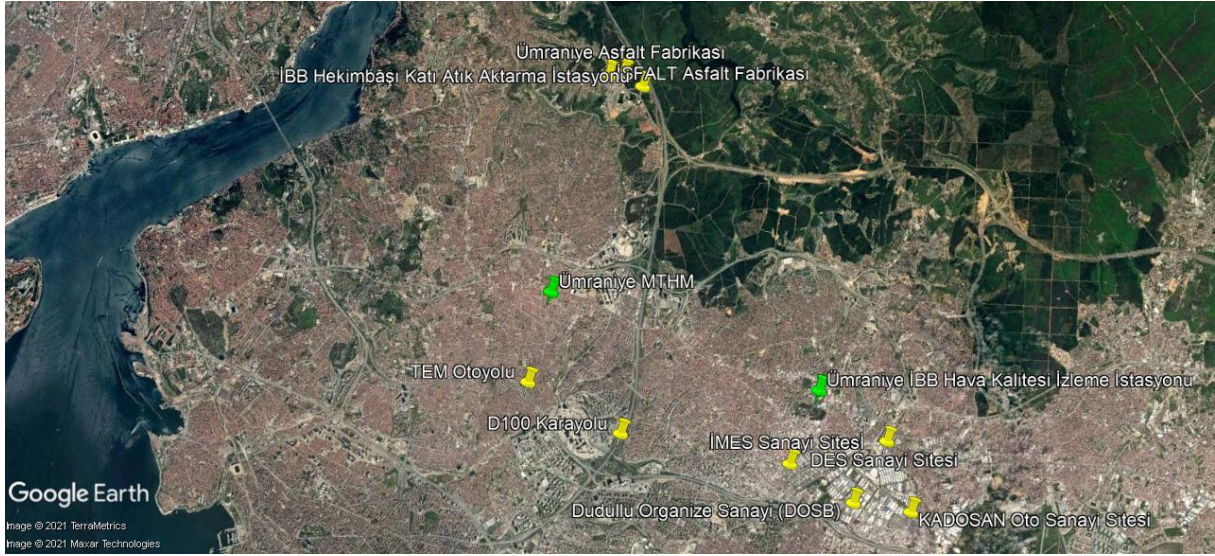
4.1.3 Hava Kirleticiler Kaynakları

İstanbul ilinin sanayi bölgelerinden biri Ümraniye ilçesidir. Ümraniye ilçesinde, mobilya, oto yedek parça üretimi, tekstil, mermer ve seramik, petrokimya, gıda, elektrik ve elektronik, plastik – PVC, telekomünikasyon ve haberleşme gibi çok çeşitli alanlarda, çok sayıda sanayi ve endüstri kuruluşu mevcuttur. İlçede, Dudullu Organize Sanayi Bölgesi (DOSB); içerisinde

İstanbul Madeni Eşya Sanaatkarları Sanayi Sitesi (İMES), Kadıköy Oto Sanaatkarlar Küçük Sanayi Sitesi (KADOSAN) ve Perşembe Pazarı ve Kasımpaşa Demircileri Küçük Sanayi Sitesi (DES) ve Fabrikalar bölgesinden oluşmaktadır. Ümraniye ilçesinde DOSB ile birlikte 9 tane daha büyük sanayi sitesi mevcuttur. Fabrikalar bölgesinde kurulu 146 tesisin 145'i aktif olarak faaliyet göstermekle beraber, sanayi sitelerinde ise toplamda 5360 tesisin 4290'ı aktif olarak faaliyet göstermektedir. Organize sanayi bölgeleriyle beraber Ümraniye ilçesindeki diğer kirletici kaynakları; İstanbul Büyükşehir Belediyesine (İBB) ait olan İstanbul Asfalt Fabrikaları Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (İSFALT), İBB Anadolu Yakası Katı Atık Aktarma İstasyonu (Hekimbaşı Aktarma İstasyonu), Ümraniye Belediyesi Asfalt Fabrikası ve diğer irili ufaklı işletmelerden oluşmaktadır (URL 10). Bu sanayi ve endüstriyel kuruluşların etkilerinin yanı sıra şehrin ortasından geçen Trans Avrupa Otoyolu (TEM) ve D100 devlet karayolları ve bağlantı yolları, evsel ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği mevcuttur. Ümraniye Belediyesiyle yapılan kişisel görüşmeler sonucunda; 2020 yılı verilerine göre toplamda 268.901 adet konut, 58.498 adet işyeri, 55.232 adet bina yer almaktadır. İlçede bulunan, marangozhane, boyahane, demir doğrama, sac doğrama, mobilya atölyesi, boya üretim atölyesi, ahşap işleme atölyesi gibi imalat ve üretim yapan 696 adet işyeri faaliyeti ilçede Uçucu Organik Bileşiklerin ana kaynağını oluşturmaktadır. Isınmadan kaynaklı hava kirliliğinde ise Ümraniye ilçesinde 2019 yılında 237 214 965 m³ doğal gaz tüketilmiştir (URL 11). Ümraniye ilçesinin yıllık kömür tüketimi; 2019 yılı İstanbul Çevre Durum Raporunda İstanbul ili için verilen kömür tüketimi verisinin 2019 yılı Ümraniye ilçe nüfusuna göre hesaplanmasıyla yaklaşık 6780 ton/yıl olarak belirlenmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020). Ümraniye ilçesinin konumu itibarıyla mevcut olan otoyollar ve bağlantı yolları da hava kirliliğine büyük ölçüde etki etmektedir. T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait D100 devlet karayolu üzerindeki Ümraniye ölçüm istasyonundan 2019 yılı için elde edilen taşıt sayılarına ilişkin veriler Çizelge 4.3'te verilmiştir (URL 12). Şekil 4.3'te ise Ümraniye ilçesindeki bazı kirletici kaynaklarının yerleri ve Hava Kalitesi İzleme istasyonlarının konumları harita gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Ümraniye İlçesi 2019 Yılı Araç Sayısı.

Araç Tipi	Araç Sayısı
Otomobil	35 007
Orta Yüklü Ticari Taşıt	4 113
Otobüs	172
Kamyon	1 795
Kamyon + Römork, Çekici + Yarı Römork	2 302
Toplam	43 389



Şekil 4.4 Ümraniye İlçesi Kirletici Kaynakları Ve Hava Kalitesi İzleme İstasyonları.

4.2 HAVA KALİTESİ İZLENMESİ

Çalışma alanı olan Ümraniye ilçesinde hava kirletici parametreleri ölçüm verileri Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Hava Kalitesi İzleme istasyonundan elde edilmiştir. İlçede şehir-arka plan ve trafik ölçümlerinin yapıldığı iki adet ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Ölçüm istasyonlarında; partikül madde, kükürt dioksit, karbon monoksit, azot dioksit ve ozon emisyonları ölçülmektedir.

Çalışma alanı olan Ümraniye ilçesinde 2 adet Hava Kalitesi İzleme istasyonu mevcuttur. İstanbul MTHM isimli istasyon Trafik ölçümü yapmakta ve ÇŞB'ye bağlıdır. İstanbul Ümraniye isimli istasyon ise şehir-arka plan ölçümü yapmakta olup İBB'ye bağlıdır. İstasyonlara ait tüm veriler ise ÇŞB Sürekli İzleme Merkezi (SİM) üzerinde anlık olarak yayınlanmaktadır. İstanbul MTHM istasyonunun koordinatları, 41,0244003 Kuzey Enlemi 29,0997010 Doğu Boylamıdır. İstanbul Ümraniye (İBB) istasyonunun koordinatları ise

41,0126020 kuzey enlemi, 29,1618003 doğu boylamıdır. Her iki istasyonun uydu görüntüsü Google Earth üzerinden alınmış olup, şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Hava kalitesi izleme istasyonunda partikül madde (PM)  l  mleri için gravimetrik ve beta ışın absorpsiyon teknikleri kullanır. Beta ışın absorpsiyonu için kullanılan uluslararası ölçüm metotlarında; genellikle filtreyle beta ışınlarını yansıtıcı arasına diyafram yerleştirilir ve diyafram referans bir değer elde etmek için kullanılarak ölçülmesini sağlamaktadır. Gravimetrik yöntem için kullanılan uluslararası ölçüm metotlarından biri olan TS EN 12341 standardı sisteminde; parçacıklar sabit akış hızında ($1 \text{ m}^3/\text{s}$ veya $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$)  rneklenir ve gravimetrik tartım ve olası fizikokimyasal laboratuvar analizi için filtreler üzerinde toplanır. Hava Kalitesi İzleme istasyonlarda kullanılan ölçüm cihazlarından bir olan PM162M partiküllü örnekleyici, 3 haftalık normal, 24 saatlik tam otonom  rneklemeye karşılık gelen 22 filtre kapasiteli bir filtre tutucusu ile donatılmış olarak ölçüm yapmaktadır.

Ozon (O_3)  l  m  için, uluslararası ölçüm metotlarından biri olan Ultraviyole fotometri metoduyla, TS EN 14625 standardı sisteminde; ultraviyole fotometrik teknolojisini kullanarak; 253,7 nanometre dalga boyunda, 200 ppm'e kadar havadaki ozonu ölçümü gerçekleştirmektedir.

Karbon monoksit (CO)  l  m  için, uluslararası ölçüm metotlarından biri olan Dalga Boyu Ayırmasız İnfrared Spektroskopi Metodu (IR Absorpsiyon) metoduyla, TS EN 14626 standardı sisteminde; karbon monoksit (CO) gazının 4,6 mikron dalga boyunda kızılötesi ışınım soğurması prensibine göre ölçüm yapmaktadır.

Azot dioksit ve azot monoksit (NO , NO_2)  l  mleri için, uluslararası ölçüm metotlarından biri olan Ultraviyole Floresans  l  m Metodu (UV Floresans) metoduyla, TS EN 14212 standardı sisteminde; NO ve NO_2  l  m  yüksek oksitleme kapasitesine sahip olan O_3 moleküllerinin bulundukları ortamda, azot oksidin sergilediği kimyasal lüminesans özelliği kullanarak gerçekleştirilir.

Kükürt dioksit (SO_2)  l  m  için, uluslararası ölçüm metotlarından biri olan Ultraviyole Floresans  l  m Metodu (UV Floresans) metoduyla, TS EN 14212 standardı sisteminde; ultraviyole (morötesi) ışınları absorplama hücresinden geçerken duyarlı fotoiyot veya multit p detektörü ile ölçülür ve ölçülebilir elektrik sinyallerine dönüştürülmesini sağlamaktadır. Sistem, $0\text{-}1000 \text{ mg}/\text{m}^3$ ölçüm aralığına sahiptir (Akdemir 2020, URL 13).

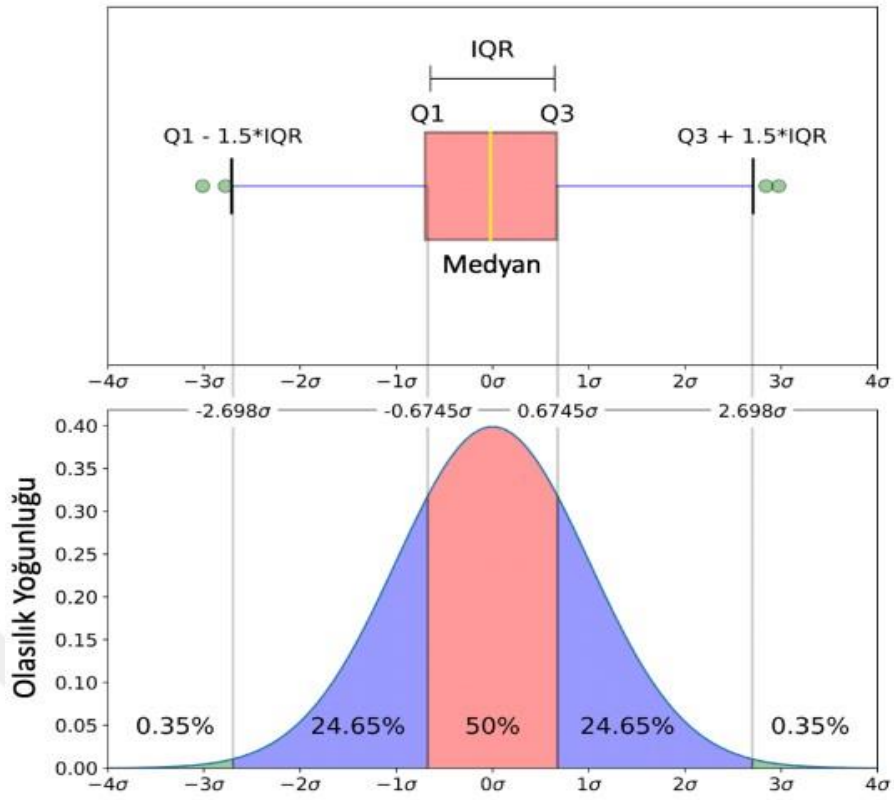
4.3 ÖÇÜMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Ümraniye MTHM ve Ümraniye (İBB) olarak adlandırılan hava kalitesi izleme istasyonlarından elde edilen ölçümler sonucunda, yönetmelik kapsamınca belirlenmiş olan sınır değeri aştığı günlerin kirlilik derecesine etkisinin belirlenmesi ve kirlilik dağılımlarının daha net olarak görülmesi için bir takım grafiklerle elde edilen veriler analiz edilmiştir.

Zaman serisi grafiklerinde, ölçülen serinin zamana bağlı olması gereklidir. Bu çalışmada ise zaman serisi grafikleri, değerlendirilen kirlilik konsantrasyonlarının günlük değişimlerinin görülebilmesi için uygun bir analiz yöntemidir.

Kutu grafiği ise aylık değişimlerin daha net görülebilmesi için iyi ve uygun bir analiz yöntemidir. Grafikte minimum ve maksimum değerinin altında ve üstünde kalan değerler sapan değer yani diğer ismiyle uç değer olarak ifade edilir ve yıldız (*) simgesi ile gösterilmiştir. Sapan değerler grafiğin dışında gösterilir. Kutucukların altında kalan değer minimum sapan değer, üstünde kalan değer ise maksimum sapan değer olarak adlandırılır. Kutu ortasında kalan çizgi medyan yani ortanca değerini göstermektedir. Merkez kutu üst çeyrek ile alt çeyrek arasında kalmaktadır. Kutunun dışında kalan çizgiler kuyruk olarak adlandırılır. Alt kuyruğun uç kısmı alt limit değeri, üst kuyruğun üstündeki uç değer ise üst limit değeri ifade eder. Veriler medyan etrafında simetrik olarak dağılım gösteriyorsa medyan değer kutunun ortasında kalır. Eğer veriler meydana etrafında simetrik olarak dağılmıyor ise medyan değer alt çeyreğe ya da üst çeyreğe yakın olabilir. Bu durumda verilerin çarpık dağılıma sahiptirler. Kutu içeriği verinin % 50'lik kısmını, üst kuyruk ve alt kuyruk % 24.65'lik kısmını, uç değerlerin olduğu verileri ise % 0.35'lik kısmını temsil etmektedir. Grafiğin normal dağılımı Şekil 4.5'te gösterilmiştir (URL 14). Çizilen kutu grafikleri için kullanılan Excel dosyası <https://www.vertex42.com/ExcelTemplates/box-whisker-plot.html> web sitesinden indirilmiştir.

Takvim grafikleri ise PM_{10} konsantrasyonlarının aylık ve yıllık değişimlerinin daha net görülmesi için çizilmiştir. Takvim grafikleri için kullanılan Excel dosyası <https://www.vertex42.com/ExcelTemplates/calendar-chart.html> web sitesinden indirilmiştir.



Şekil 4.5 Kutu Grafiği Normal Dağılımı.

BÖLÜM 5

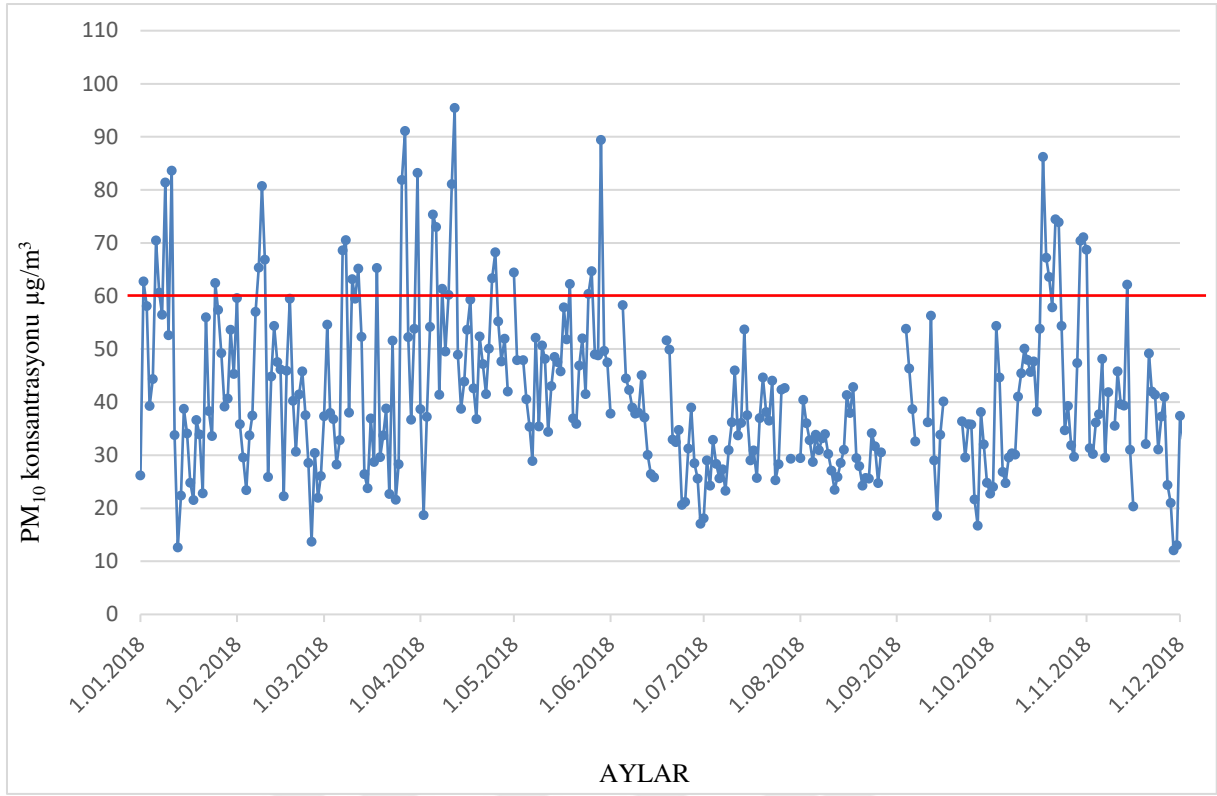
BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 YILLARA GÖRE PM₁₀ KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ümraniye ilçesinde 2 adet hava kalitesi izleme istasyonu vardır. Bunlardan biri Çevre ve Şehircilik Bakanlığına ait olan Ümraniye MTHM istasyonu diğeri ise İBB'ye ait olan Ümraniye İBB istasyonudur. İstasyonlardan alınan günlük ortalama PM₁₀ verileri kullanılarak 2018, 2019 ve 2020 yıllarına ait değerlendirmeler yapılmıştır.

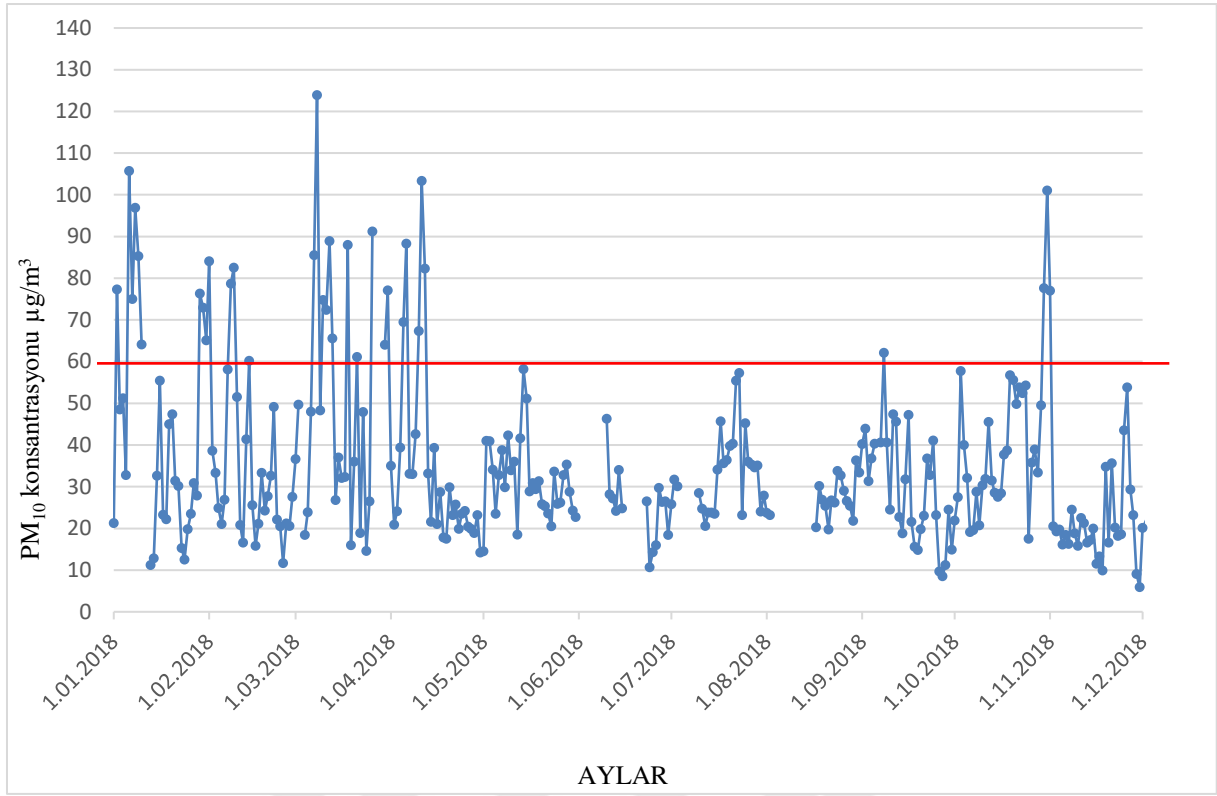
Zaman serisi grafikleri için her yıl için çizilen grafik üzerinde Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği çerçevesinde belirlenen aşılmaması gereken PM₁₀ sınır değerleri gösterilmiştir. Grafikler incelendiğinde; hava kalitesi açısından önemli olan sınır değer üzerinde kalan konsantrasyonlar, limit aşılma gün sayıları belirlenmektedir. Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre zaman serisi grafikleri 2018 yılı için, Şekil 5.1, Şekil 5.2'de verilmiştir.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğince PM₁₀ için 2018 yılı değerlendirildiğinde sınır değeri 60 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değerin, Ümraniye MTHM istasyonunda 2018 yılı boyunca yapılan günlük PM₁₀ ölçümlerine göre incelendiğinde, 18 gün aşılmış olduğu görülmüştür. 30 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır. Ümraniye İBB istasyonunda ise 2018 yılı boyunca yapılan günlük PM₁₀ ölçümleri incelendiğinde sınır değeri 27 gün aşılmış olup, 41 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır.



Şekil 5.1 Ümraniye MTHM PM₁₀ 2018 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

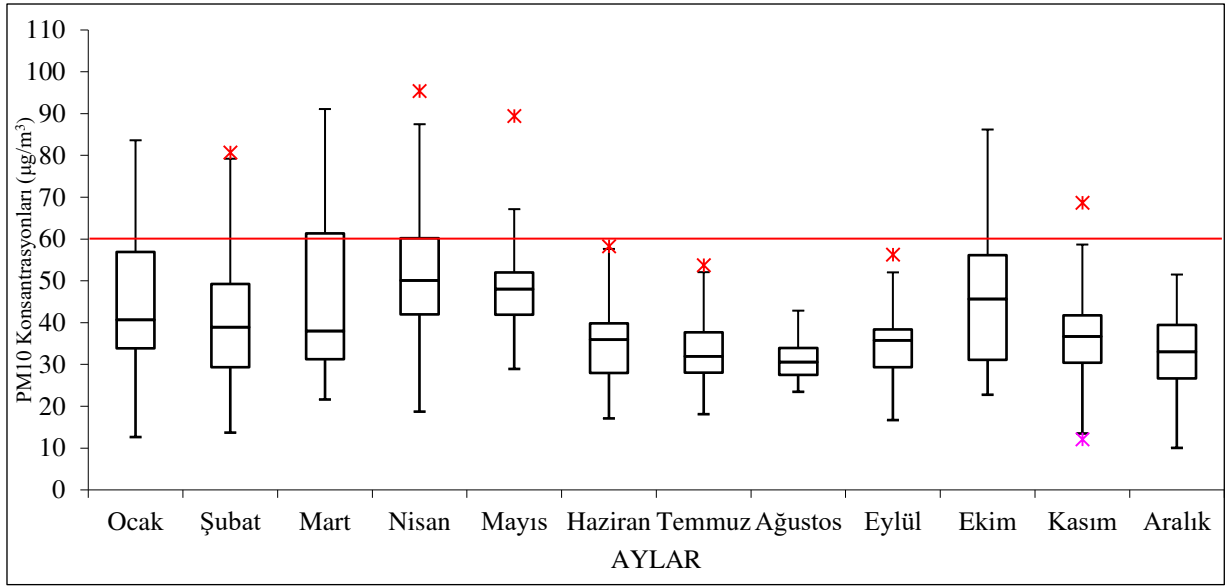
Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama PM₁₀ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2018 yılına ait ortalama PM₁₀ konsantrasyonu 40,92 µg/m³'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük PM₁₀ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, kışın Aralık ayında 10,04 µg/m³, maksimum değeri ise ilk baharda Nisan ayında 95,45 µg/m³ olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.2 Ümraniye İBB 2018 Yılı PM₁₀ Zaman Serisi Grafiği.

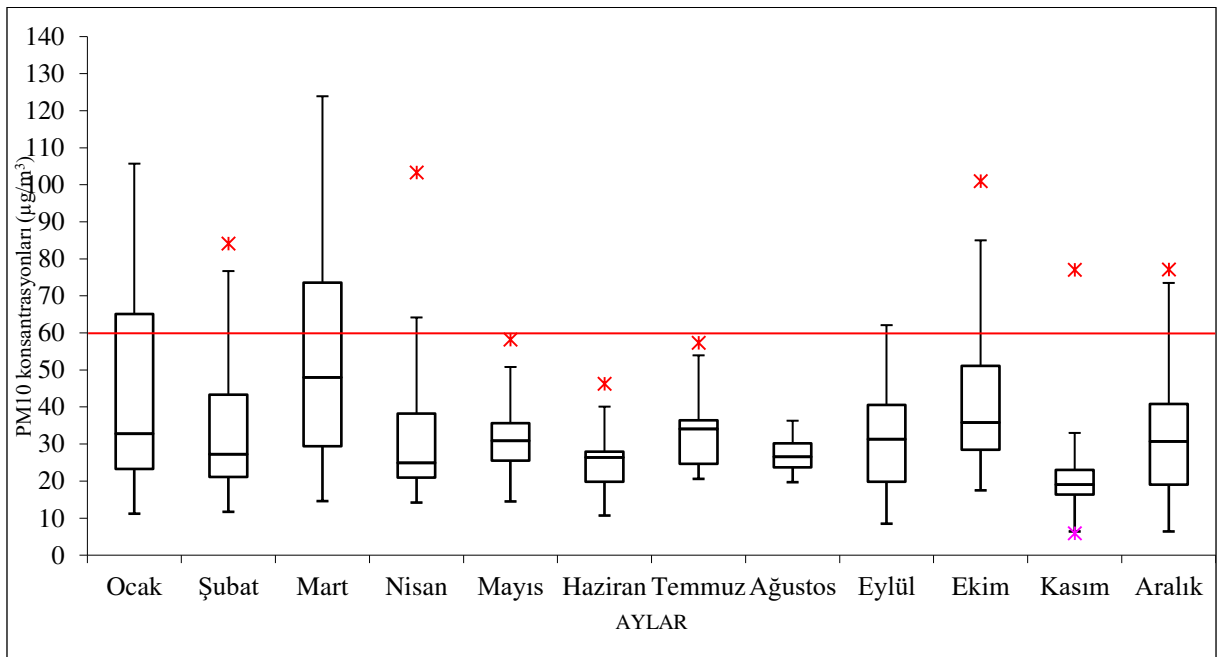
Ümraniye İBB istasyonu için ise günlük ortalama PM₁₀ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2018 yılına ait ortalama PM₁₀ konsantrasyonu 35 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük PM₁₀ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri sonbaharda Kasım ayında 6 µg/m³, maksimum değeri ise ilkbaharda Mart ayında 124 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

Her iki ölçüm istasyonu için seçilen yıllara ait günlük PM₁₀ konsantrasyonlarının aylık bazda değişimin daha anlaşılabilir olması amacıyla kutu grafikleri çizilmiştir. Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri 2018 yılı için, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'te verilmiştir.



Şekil 5.3 Ümraniye MTHM 2018 Yılı PM₁₀ Kutu Grafiği.

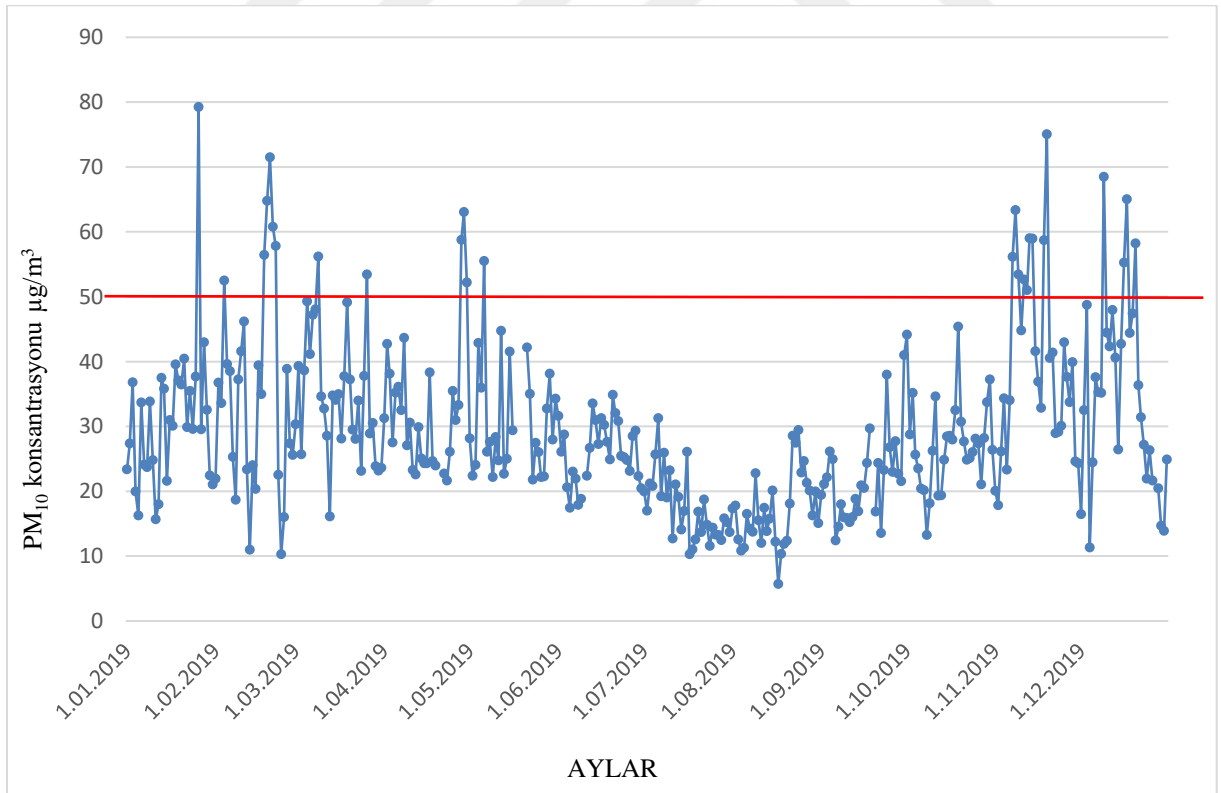
Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Şubat, Nisan ve Aralık ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ekim, Kasım ve Aralık ayı ölçümlerinde kutu grafiğinin uç değerinden fazla ölçülen kirliliğin olduğu günleri göstermektedir. 12 Nisan 2018 tarihinde PM₁₀ değeri 95,45 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmış olup bu değer aylık PM₁₀ konsantrasyon ortalaması 41 µg/m³ değerinin de üzerindedir. Neredeyse her ay için ölçümlerinin %75'inin sınır değerin altında kaldığı görülmektedir.



Şekil 5.4 Ümraniye İBB 2018 Yılı PM₁₀ Kutu Grafiği.

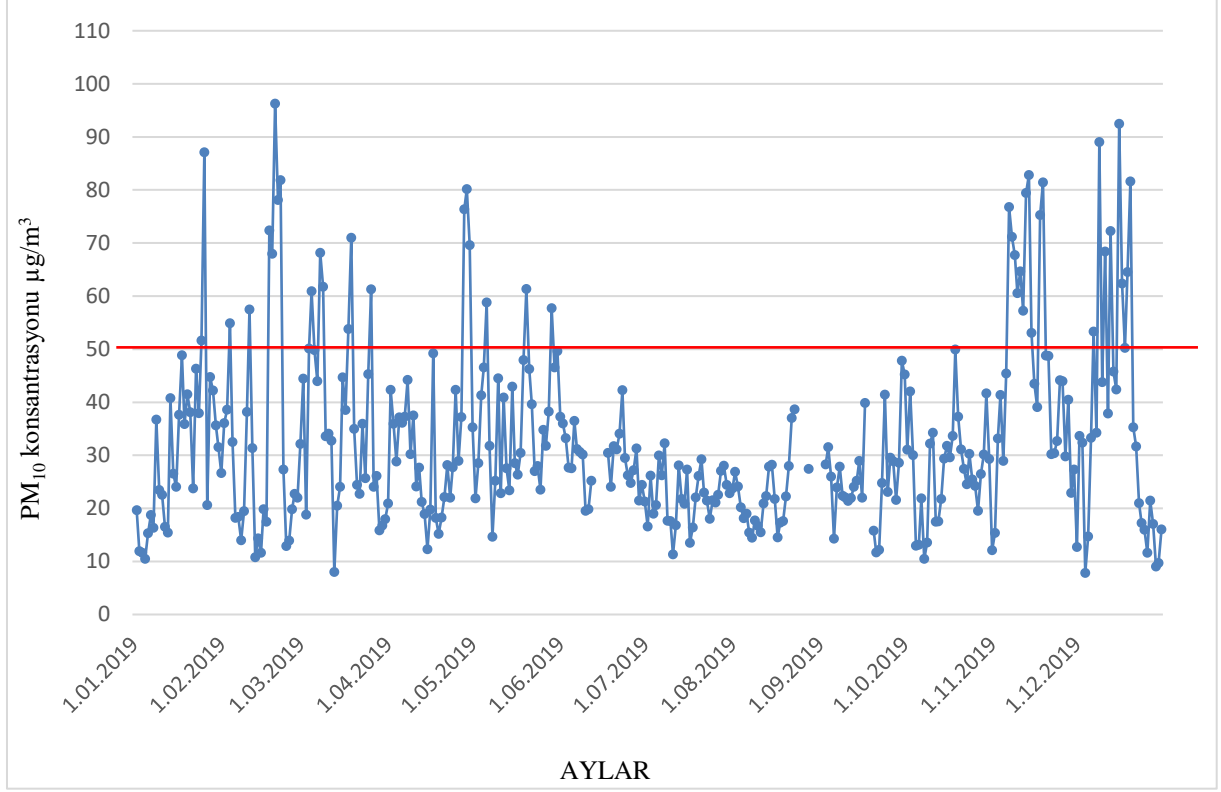
Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Mayıs, Ağustos, Eylül ve Aralık ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ekim, Kasım ve Aralık ayı ölçümlerinde kutu grafiğinin uç değerlerin olduğu günleri göstermektedir. 11 Nisan 2018 tarihinde PM_{10} değeri $103,3 \mu g/m^3$ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmış olup bu değer aylık PM_{10} konsantrasyon ortalaması $35 \mu g/m^3$ değerinin de üzerindedir. Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındaki tüm ölçümlerin sınır değer altında kaldığı görülmektedir.

HKDYY'ye göre PM_{10} için 2019 yılı incelendiğinde sınır değeri $50 \mu g/m^3$ olarak belirlenmiştir. Bu değer, Ümraniye MTHM istasyonunda 2019 yılı boyunca yapılan günlük PM_{10} ölçümlerine göre incelendiğinde, 26 gün aşılmış olduğu görülmüş ve 9 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır. Ümraniye İBB istasyonunda ise 2019 yılı boyunca yapılan günlük PM_{10} ölçümleri incelendiğinde sınır değer 42 gün aşılmış olup, 16 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır. Her iki istasyonun 2019 yılı için zaman serisi grafikleri Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.5 Ümraniye MTHM 2019 Yılı PM_{10} Zaman Serisi Grafiği.

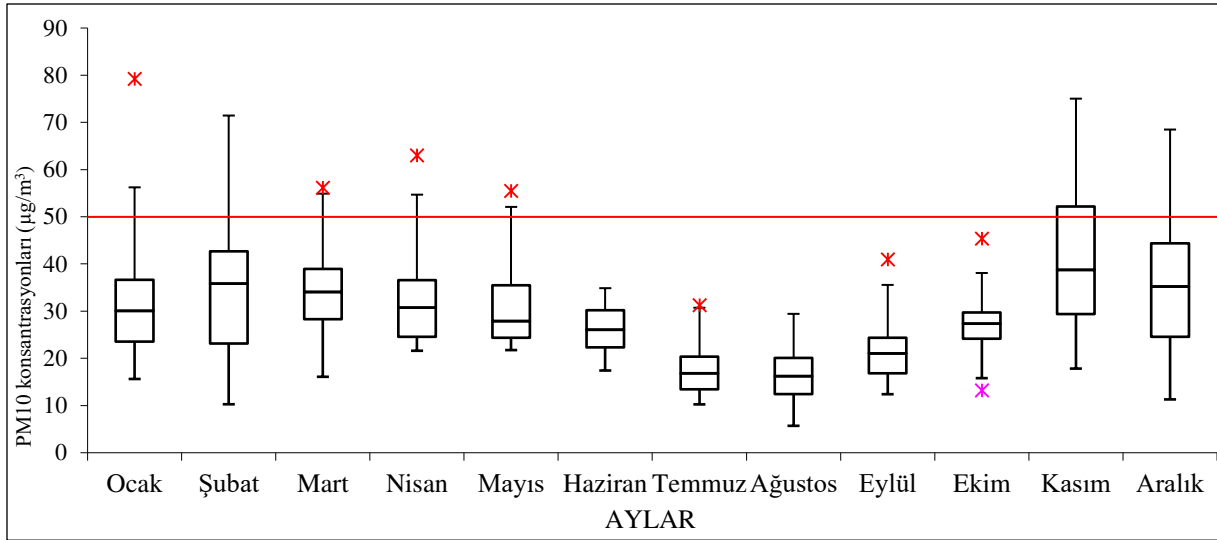
Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama PM_{10} konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2019 yılına ait ortalama PM_{10} konsantrasyonu $29 \mu g/m^3$ 'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük PM_{10} konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, yazın Ağustos ayında $6 \mu g/m^3$, maksimum değeri ise kışın Ocak ayında $79 \mu g/m^3$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.6 Ümraniye İBB 2019 Yılı PM_{10} Zaman Serisi Grafiği.

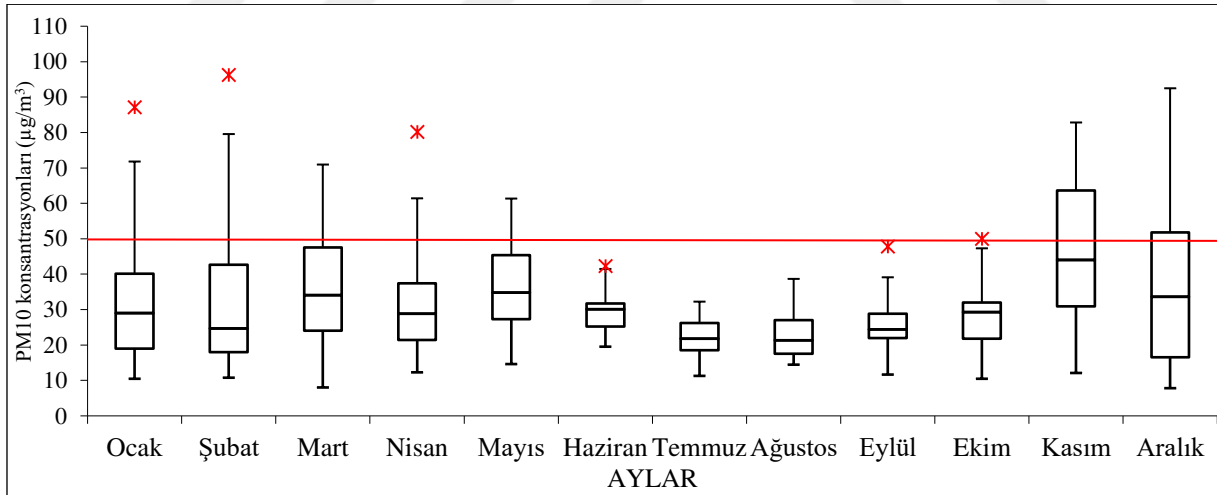
Ümraniye İBB istasyonu için ise günlük ortalama PM_{10} konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2019 yılına ait ortalama PM_{10} konsantrasyonu $32 \mu g/m^3$ 'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük PM_{10} konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri kışı Aralık ayında $8 \mu g/m^3$, maksimum değeri ise yine kışın Şubat ayında $96 \mu g/m^3$ olarak ölçülmüştür.

2019 yılı Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de verilmiştir.



Şekil 5.7 Ümraniye MTHM 2019 Yılı PM₁₀ Kutu Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ocak, Mart, Nisan, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Aralık ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. 26 Ocak 2019 tarihinde PM₁₀ değeri 79,24 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmış olup bu değer aylık PM₁₀ konsantrasyon ortalaması 29,16 µg/m³ değerinin de üzerindedir. Kasım ayı hariç diğer aylarda ölçülen değerlerin %75'i sınır değerinin altındadır.

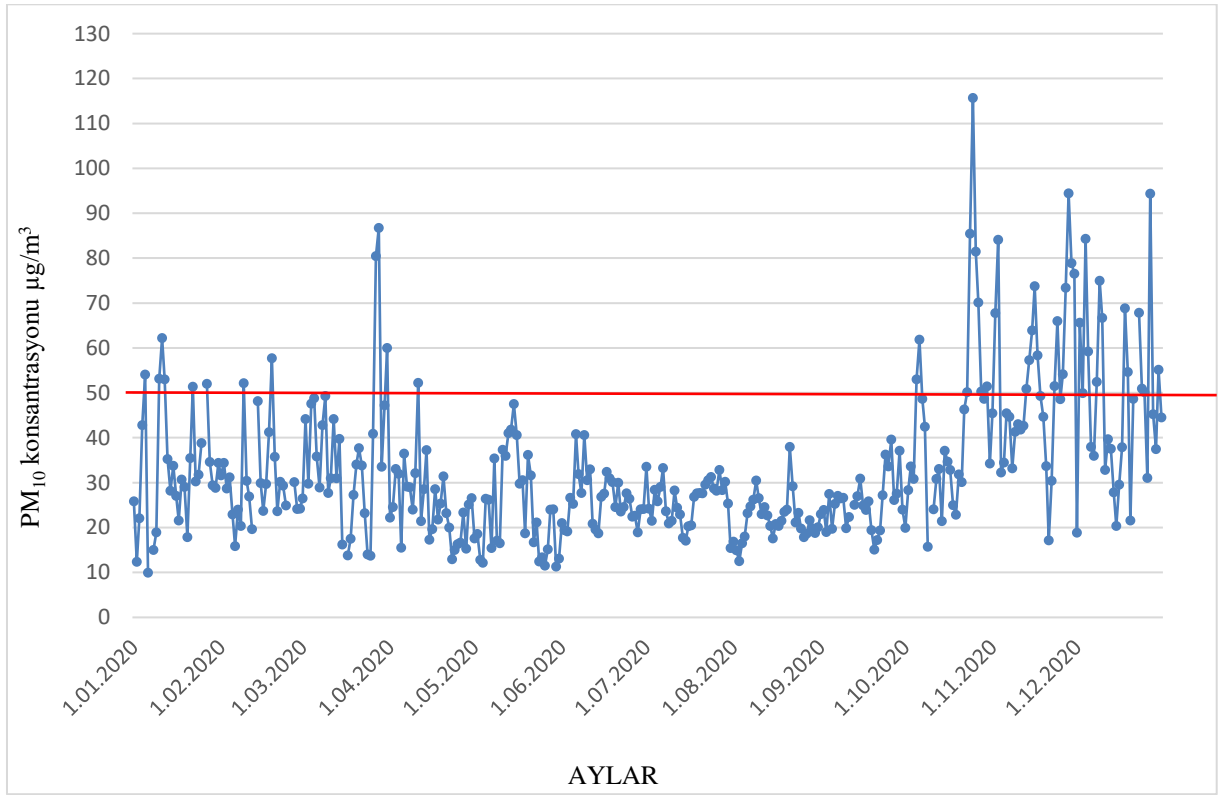


Şekil 5.8 Ümraniye İBB 2019 Yılı PM₁₀ Kutu Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ocak, Nisan ve Aralık ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Ocak, Şubat, Nisan, Haziran, Eylül ve Ekim ayında grafiğin dışında kalan ve aylık ortalamayı aşan günler görülmüştür. 2 Şubat 2019 tarihinde PM₁₀ değeri 96,25 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmış olup bu değer

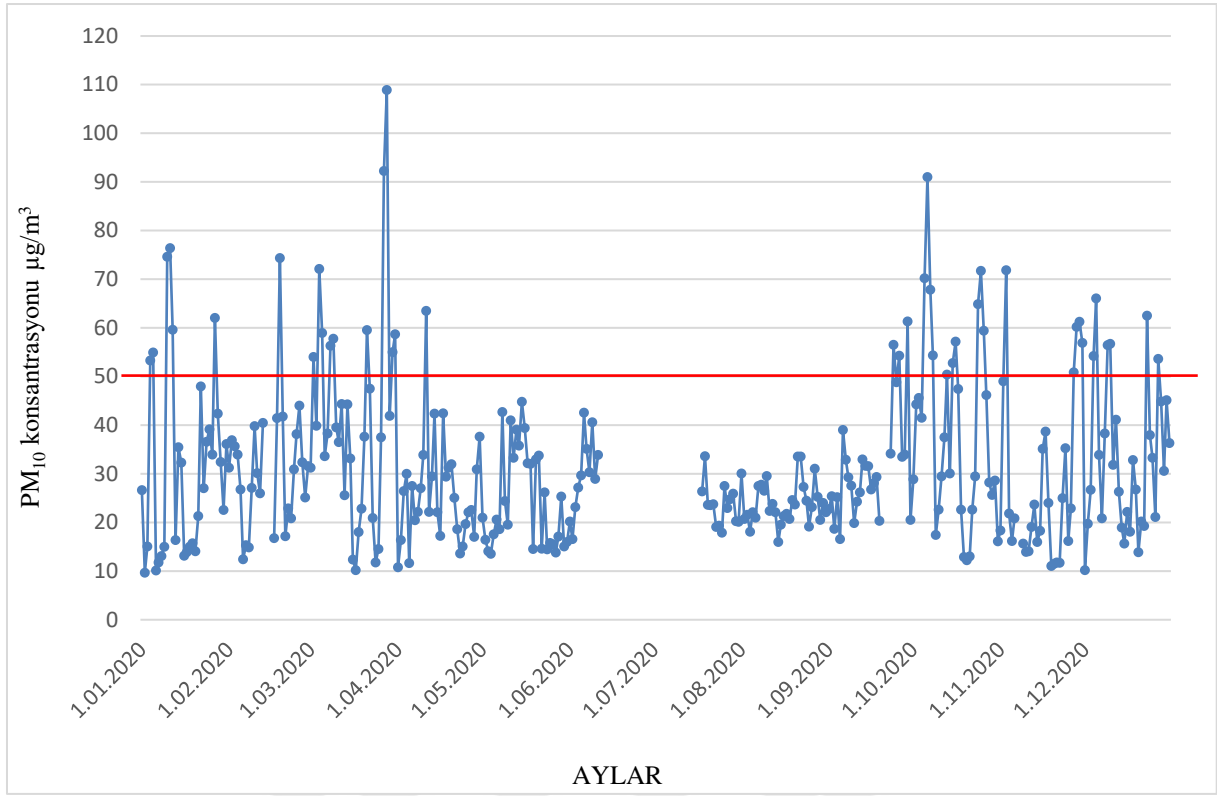
aylık PM₁₀ konsantrasyon ortalaması 32,40 µg/m³ değerinin de üzerindedir. Kasım ve Aralık hariç diğer aylarda ölçülen değerlerin %75'i sınır değerinin altındadır.

HKDYY'ye göre PM₁₀ için 2020 yılı incelendiğinde sınır değeri 50 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değer, Ümraniye MTHM istasyonunda 2020 yılı boyunca yapılan günlük PM₁₀ ölçümlerine göre incelendiğinde ise 47 gün aşılmış olduğu görülmüş ve 8 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır. Ümraniye İBB istasyonunda ise 2020 yılı boyunca yapılan günlük PM₁₀ ölçümleri incelendiğinde sınır değeri 42 gün aşılmış olup, 44 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır. Her iki istasyonun 2020 yılı için zaman serisi grafikleri Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.9 Ümraniye MTHM 2020 Yılı PM₁₀ Zaman Serisi Grafiği.

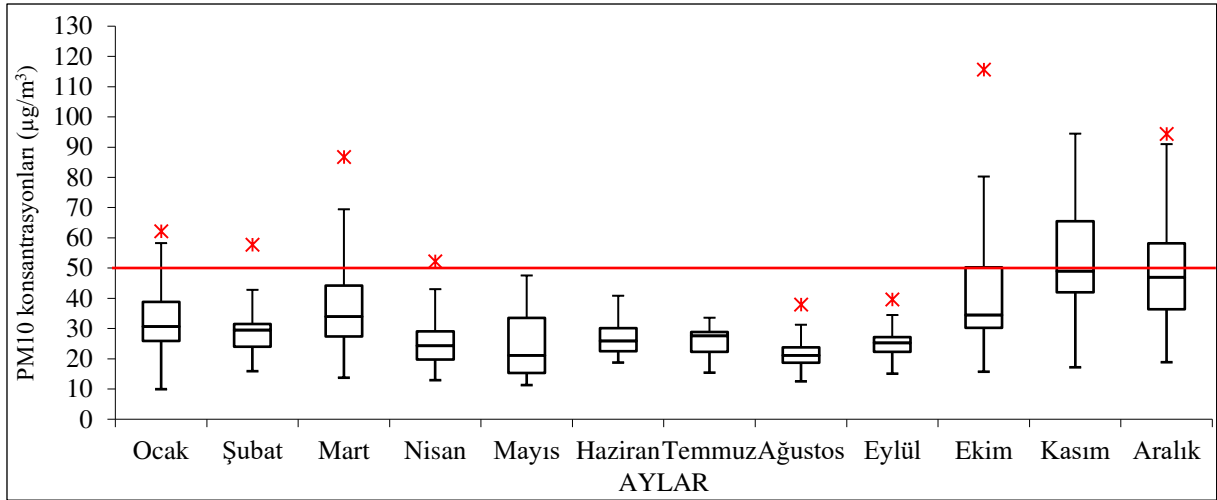
Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama PM₁₀ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2020 yılına ait ortalama PM₁₀ konsantrasyonu 33 µg/m³'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük PM₁₀ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, kışın Ocak ayında 10 µg/m³, maksimum değeri ise son bahar Ekim ayında 116 µg/m³ olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.10 Ümraniye İBB 2020 Yılı PM₁₀ Zaman Serisi Grafiği.

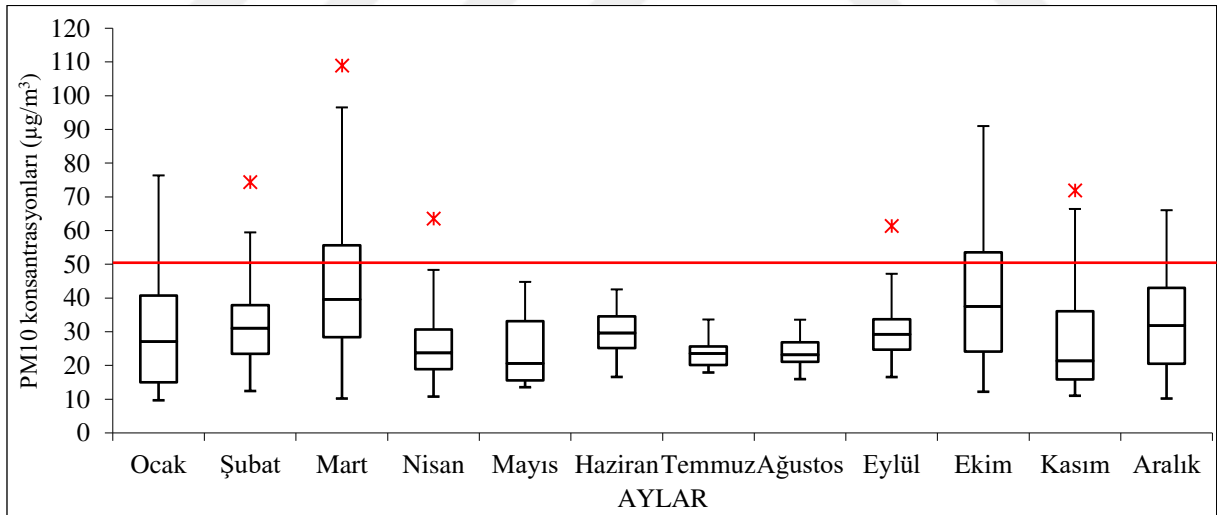
Ümraniye İBB istasyonu için ise günlük ortalama PM₁₀ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2020 yılına ait ortalama PM₁₀ konsantrasyonu 31 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük PM₁₀ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri kışı Ocak ayında 10 µg/m³, maksimum değeri ise yine kışın Mart ayında 109 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

2020 yılı Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'de verilmiştir.



Şekil 5.11 Ümraniye MTHM 2020 Yılı PM₁₀ Kutu Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Nisan, Ağustos ve Aralık ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ağustos, Eylül ve Aralık ayında grafiğin dışında kalan ve aylık ortalamayı aşan günler görülmüştür. 25 Ekim 2020 tarihinde 115,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüş olup aylık ortalama konsantrasyon 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin üzerindedir. Ocak – Nisan dönemi ve Ekim ayında ölçülen değerlerin en az %75'i, Mayıs – Eylül döneminde ise ölçülen değerlerin tümü sınır değerin altındadır.

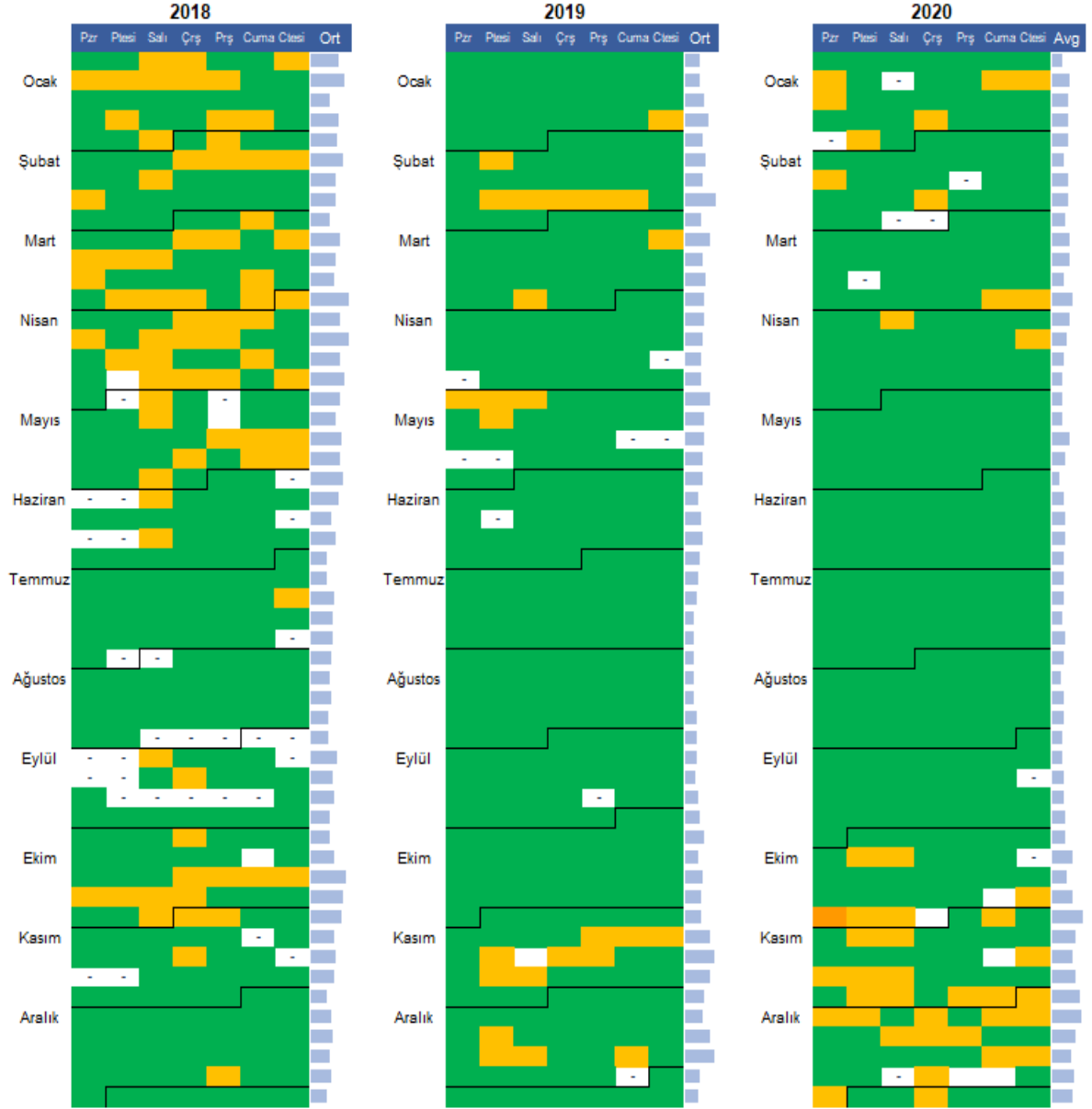


Şekil 5.12 Ümraniye İBB 2020 Yılı PM₁₀ Kutu Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ocak, Şubat, Haziran, Eylül ve Aralık ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Şubat, Mart, Nisan, Eylül ve Kasım ayında grafiğin dışında kalan ve uç değerlerin olduğu günler görülmektedir. 28 Mart 2020 tarihinde PM₁₀ değeri 108,91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmış olup bu

değer aylık PM₁₀ konsantrasyon ortalaması 31 µg/m³ değerinin de üzerindedir. Mayıs – Ağustos döneminde ölçülen değerlerin tamamı sınır değerinin altında kalmıştır.

Şekil 5.13 ve Şekil 5.14’te çalışmada seçilen zaman aralığına (2018-2020) ait ölçümlerin PM₁₀ için hava kalitesi indeksi sınır değerlerine göre değişimleri yıllık olarak karşılaştırılmıştır. Grafikler, Hava Kalitesi İndeksine göre renklendirilmiştir. Burada PM₁₀ konsantrasyonlarının aylık ve yıllık değişimleri daha açık ve net bir şekilde görülmektedir.



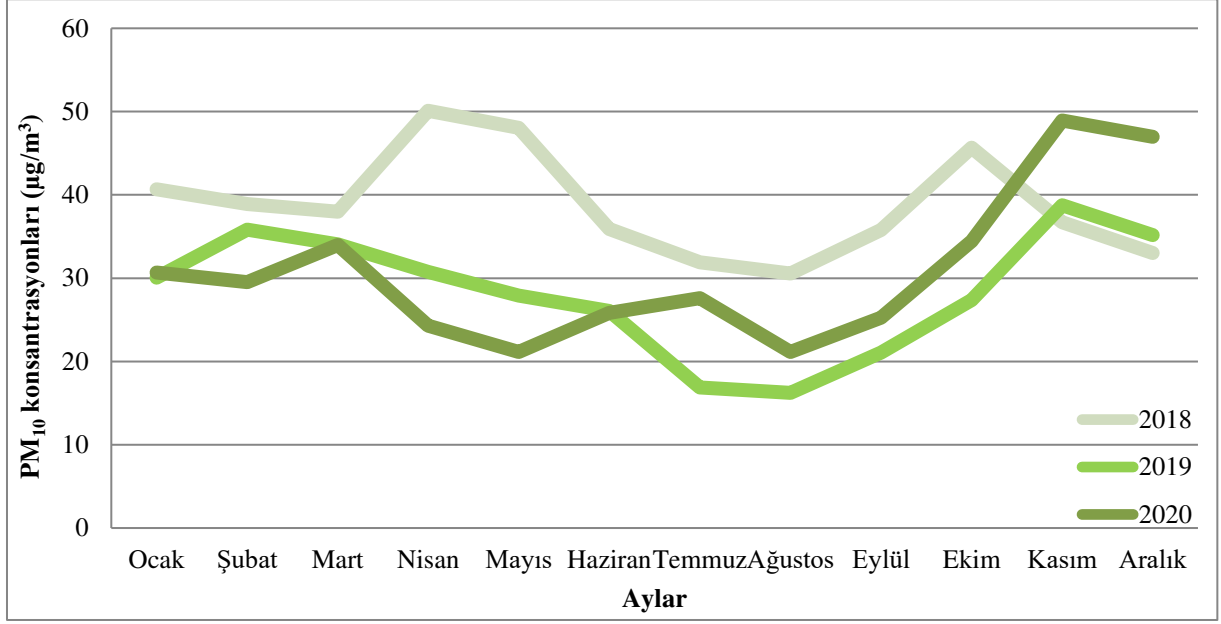
Şekil 5.13 Ümraniye MTHM İstasyonu Takvim Grafiği.

Şekil 5.13'te Ümraniye MTHM istasyonu için 2018 yılına ait veriler incelendiğinde ısınma ihtiyacının arttığı kış aylarında PM₁₀ kirliliğinin yüksek olduğu görülmektedir. Yaz aylarında PM₁₀ konsantrasyonları düşmüştür. 2019 yılı incelendiğinde PM₁₀ konsantrasyonlarında düşüş görülmüş olmasına rağmen limit aşan günler olmuştur. 2020 yılında 2019 yılına göre kış aylarında PM₁₀ konsantrasyonlarında artış görülmüş ve limit aşan gün sayısı daha fazla olmuştur. Ümraniye MTHM istasyonu ölçümleri karşılaştırıldığında en düşük konsantrasyon değeri 2019 yılına ait olduğu Şekil 5.13'te görülmektedir.

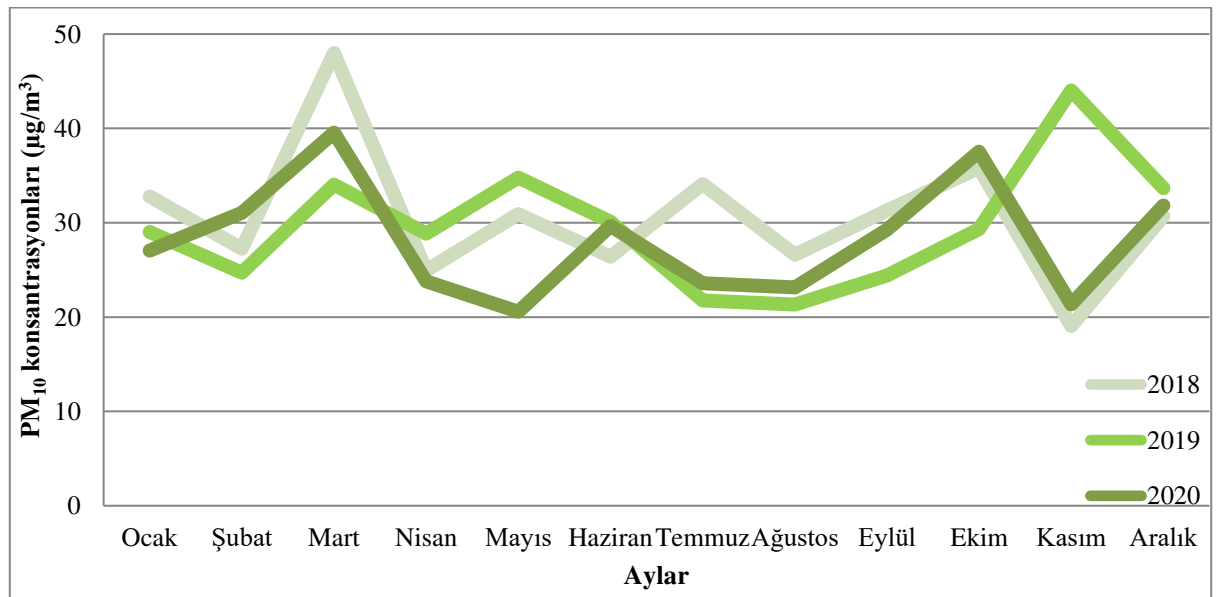


Şekil 5.14 Ümraniye İBB İstasyonu Takvim Grafiği.

Şekil 5.14'te Ümraniye İBB istasyonu için 2018 yılı için incelendiğinde PM₁₀ konsantrasyonları ısınma ihtiyacının arttığı kış aylarında daha yüksektir ve HKDYY'ye göre belirlenmiş olan sınır değeri aşan günler olmuştur. 2019 ve 2020 yılları incelendiğinde ise az da olsa bir düşüş görülmüş olup, limit aşan günler olmuştur. 2020 yılında Haziran ve Temmuz aylarının kısmen yarısında ölçüm yapılmamıştır. Ümraniye İBB istasyonu ölçümler karşılaştırıldığında 2018 yılından sonra bir azalma görülmüş olsa bile, tüm yıllarda PM₁₀ konsantrasyonları özellikle kış aylarında yüksek olup limit aşan günler görülmüştür.



Şekil 5.15 Ümraniye MTHM PM₁₀ Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması.



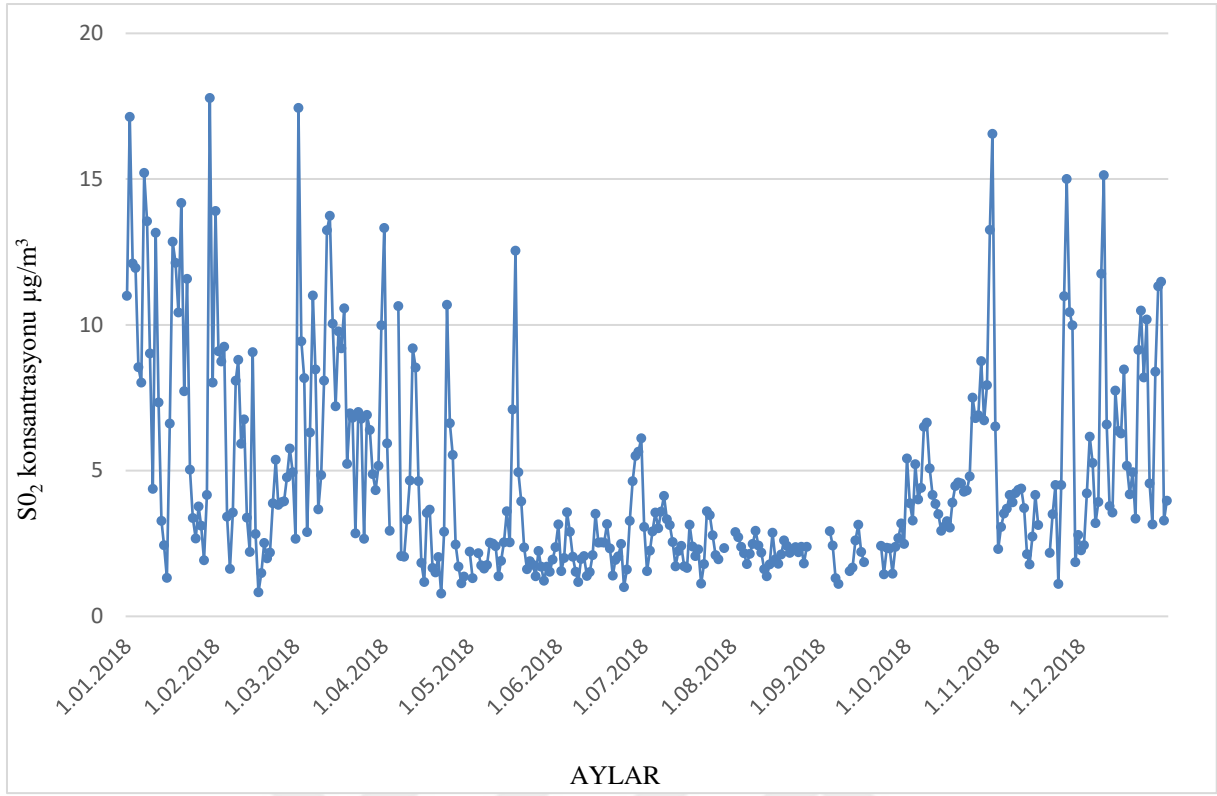
Şekil 5.16 Ümraniye İBB İstasyonu PM₁₀ Karşılaştırma Grafiği.

Şekil 5.15 ve 5.16 da görüldüğü üzere çalışmada seçilen yıllar için PM₁₀ değerlerinin aylık ortalamaları kullanılarak çizgi grafikleri çizilmiştir. Şekil 5.15 incelendiğinde 2018 yılına göre diğer yıllarda azalma gözlemlenmişken 2019 ve 2020 yılları neredeyse birbiriyle aynı yükseliş eğilimini yakalamıştır. Fakat 2020 yılı konsantrasyon değerlerini bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 5.16 incelendiğinde ise, seçilen tüm yıllarda grafikler birbirleriyle neredeyse aynı eğilimde olduğu görülmüştür. 2019 yılının son aylarında görülen ani yükselme haricinde yıllara göre konsantrasyon değerlerini aynı olduğu görülmektedir.

5.2 YILLARA GÖRE SO₂ KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

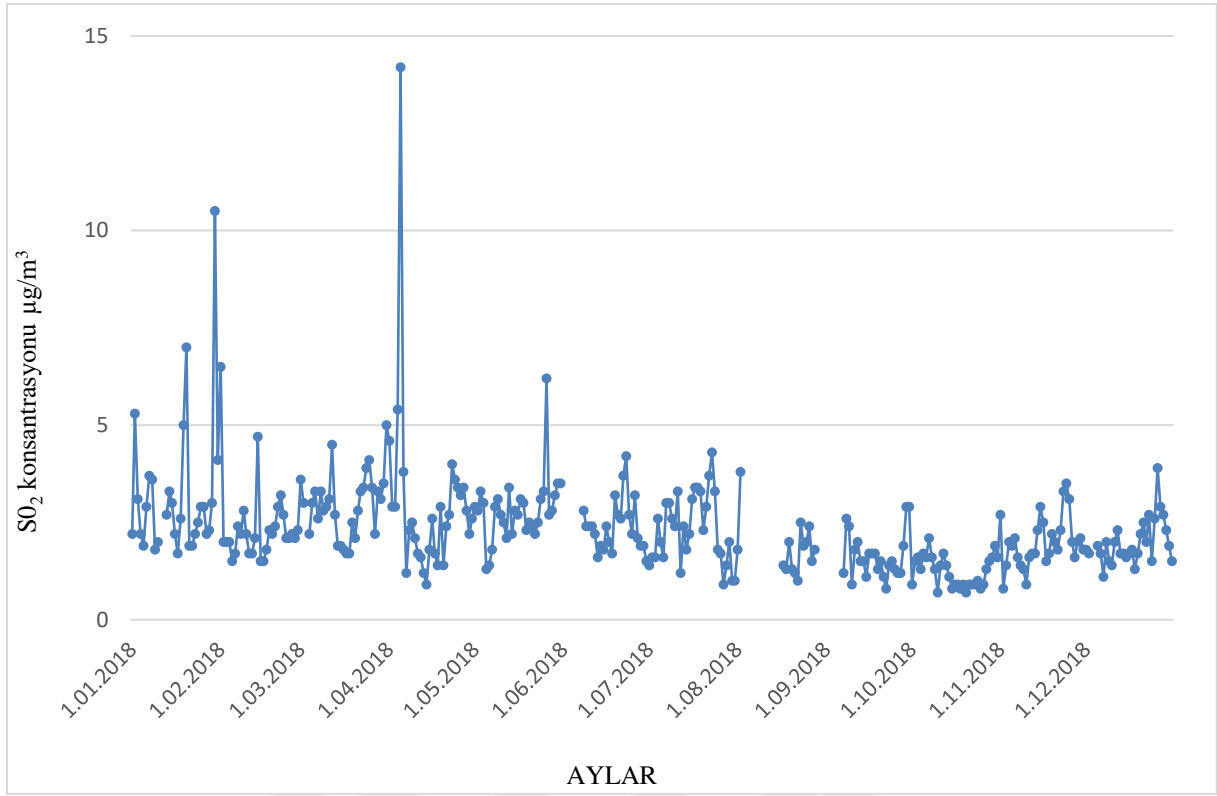
SO₂ için çizilmiş olan zaman serisi grafiklerinde, günlük konsantrasyon değerleri belirlenmektedir. Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre zaman serisi grafikleri 2018 yılı için, Şekil 5.17 ve Şekil 5.18’de verilmiştir.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğince SO₂ için 2018 yılı incelendiğinde sınır değer 150 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değer, Ümraniye MTHM istasyonunda 2018 yılı günlük SO₂ ölçümlerine göre incelendiğinde, limit aşılmış gün görülmemiştir. 26 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır. Ümraniye İBB istasyonunda ise 2018 yılı günlük SO₂ ölçümleri incelendiğinde, limit aşılmış gün görülmemiş olup 35 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır.



Şekil 5.17 Ümraniye MTHM SO₂ 2018 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

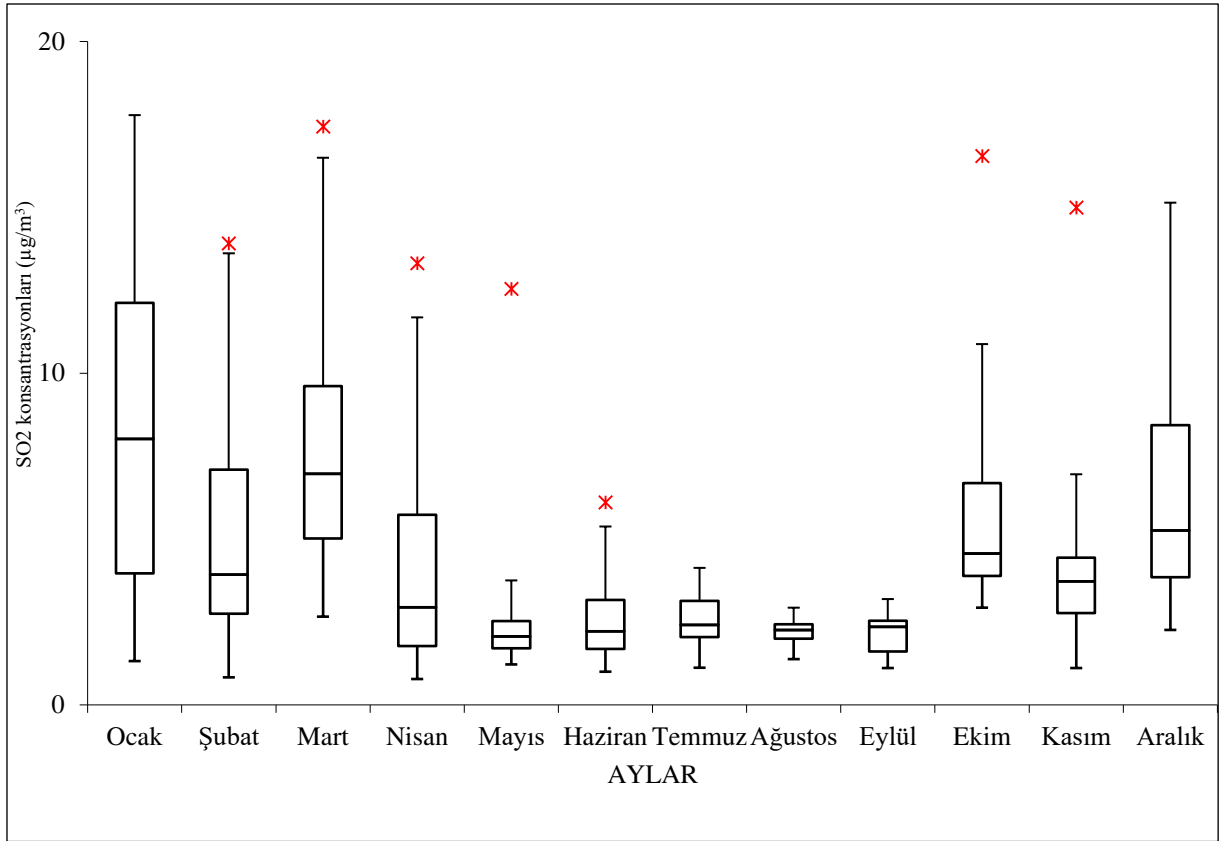
Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama SO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2018 yılına ait ortalama SO₂ konsantrasyonu 5 µg/m³'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük SO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, ilkbaharda Nisan ayında 0,78 µg/m³, maksimum değeri ise kışın Ocak ayında 18 µg/m³ olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.18 Ümraniye İBB 2018 yılı SO₂ Zaman Serisi Grafiği

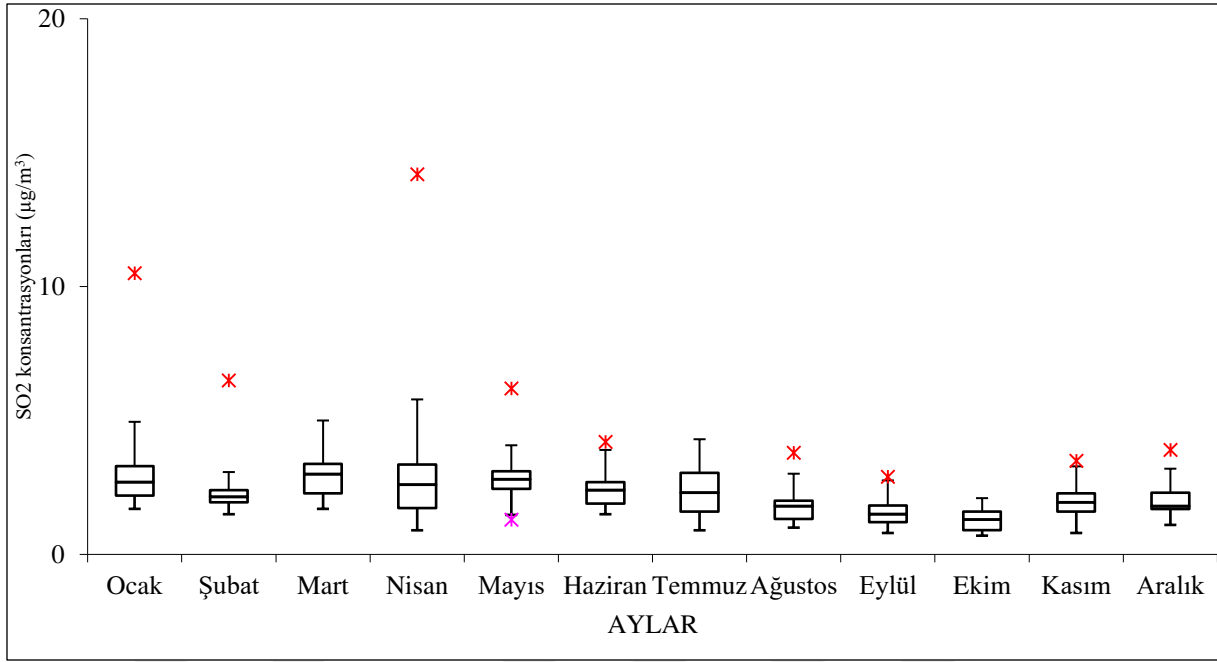
Ümraniye İBB istasyonu için ise günlük ortalama SO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2018 yılına ait ortalama SO₂ konsantrasyonu 2,34 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük SO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri kışın Ocak ayında 0,7 µg/m³, maksimum değeri ise ilkbahar Nisan ayında 14 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

Her iki ölçüm istasyonu için seçilen yıllara ait günlük SO₂ konsantrasyonlarının aylık bazda değişimin incelenmesi için kutu grafikleri çizilmiştir. Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri 2018 yılı için Şekil 5.19 ve Şekil 5.20'de verilmiştir.



Şekil 5.19 Ümraniye MTHM SO₂ 2018 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ocak ve Mayıs ayları simetrik dağılım görülmektedir. Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Ekim ve Kasım ayı ölçümlerinde kutu grafiğinin uç değerlerin olduğu günler görülmektedir. 2 Mart 2018 tarihinde SO₂ değeri 17,44 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmış olup bu değer aylık SO₂ konsantrasyon ortalaması 4,67 µg/m³ değerinin de üzerindedir.

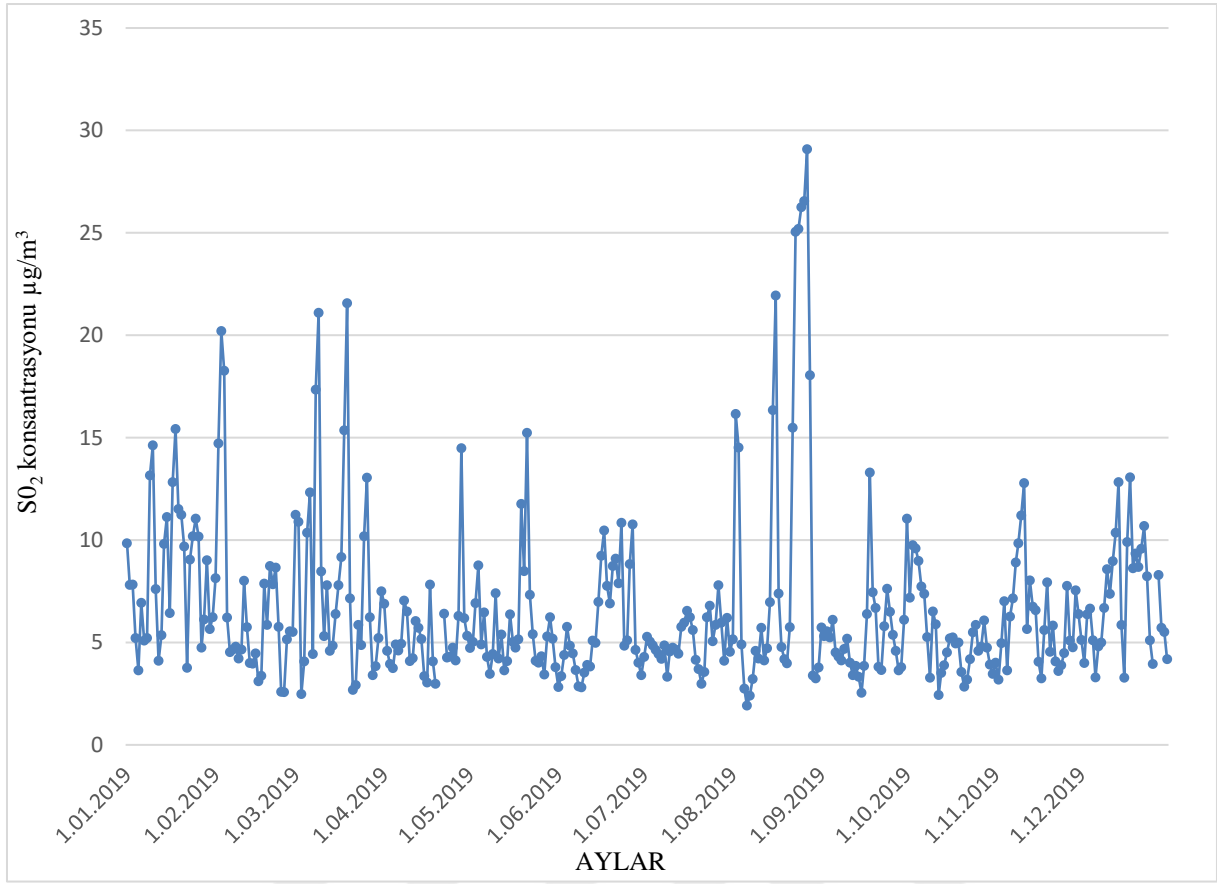


Şekil 5.20 Ümraniye İBB SO₂ 2018 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ocak, Nisan, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında simetrik olarak dağılım göstermektedir. Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık ayı ölçümlerinde kutu grafiğinin uç değerlerin olduğu günler görülmektedir. 5 Nisan 2018 tarihinde SO₂ değeri 14 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmış olup bu değer aylık SO₂ konsantrasyon ortalaması 2,34 µg/m³ değerinin de üzerindedir.

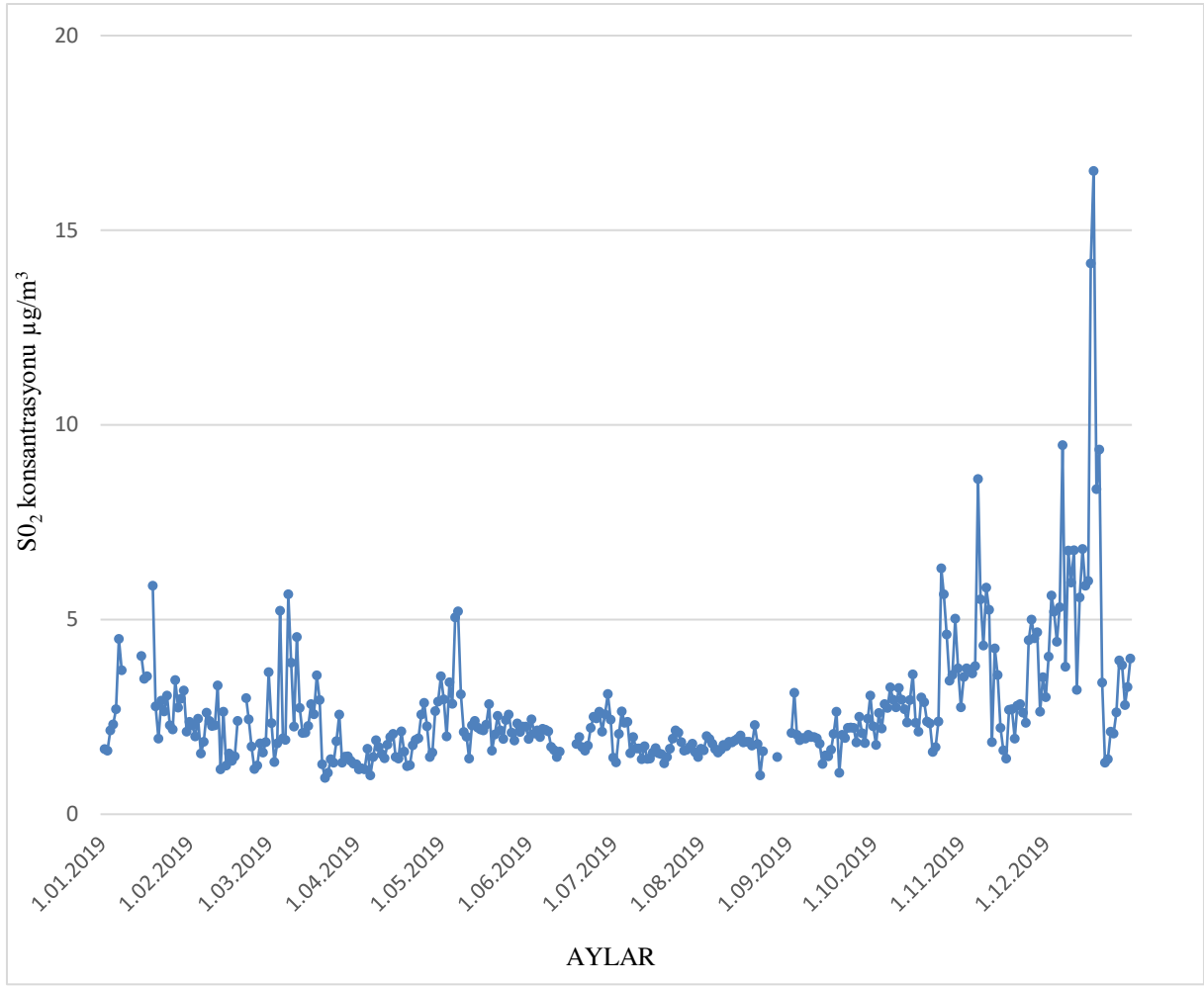
Şekil 5.19 ve 5.20 kıyaslandığında; Şekil 5.17’de evsel ısınmanın olmadığı aylarda SO₂ konsantrasyonunun daha düşük olduğu görülmüştür. SO₂ konsantrasyonunun ısınmanın olduğu aylarda artmıştır. Ümraniye MHTM istasyonu konut alanlarına daha yakın bir istasyon olup aynı zamanda trafik ölçümü yapmaktadır. Ümraniye İBB istasyonunda ise verilerin aylara göre fazla değişiklik göstermediği görülmüş olup, Ümraniye İBB istasyonu sanayi bölgesine daha yakındır.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğince SO₂ için 2019 yılları incelendiğinde sınır değer 125 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değer, Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonları için değerlendirildiğinde her iki istasyonda günlük SO₂ ölçümlerine göre incelendiğinde, limit aşılmış gün görülmemiştir ve her iki istasyonda 3 gün boyunca ölçüm yapılmamıştır. Her iki istasyonun 2019 yılı için zaman serisi grafikleri Şekil 5.21 ve Şekil 5.22’de verilmiştir.



Şekil 5.21 Ümraniye MTHM SO₂ 2019 Yıllı Zaman Serisi Grafiği.

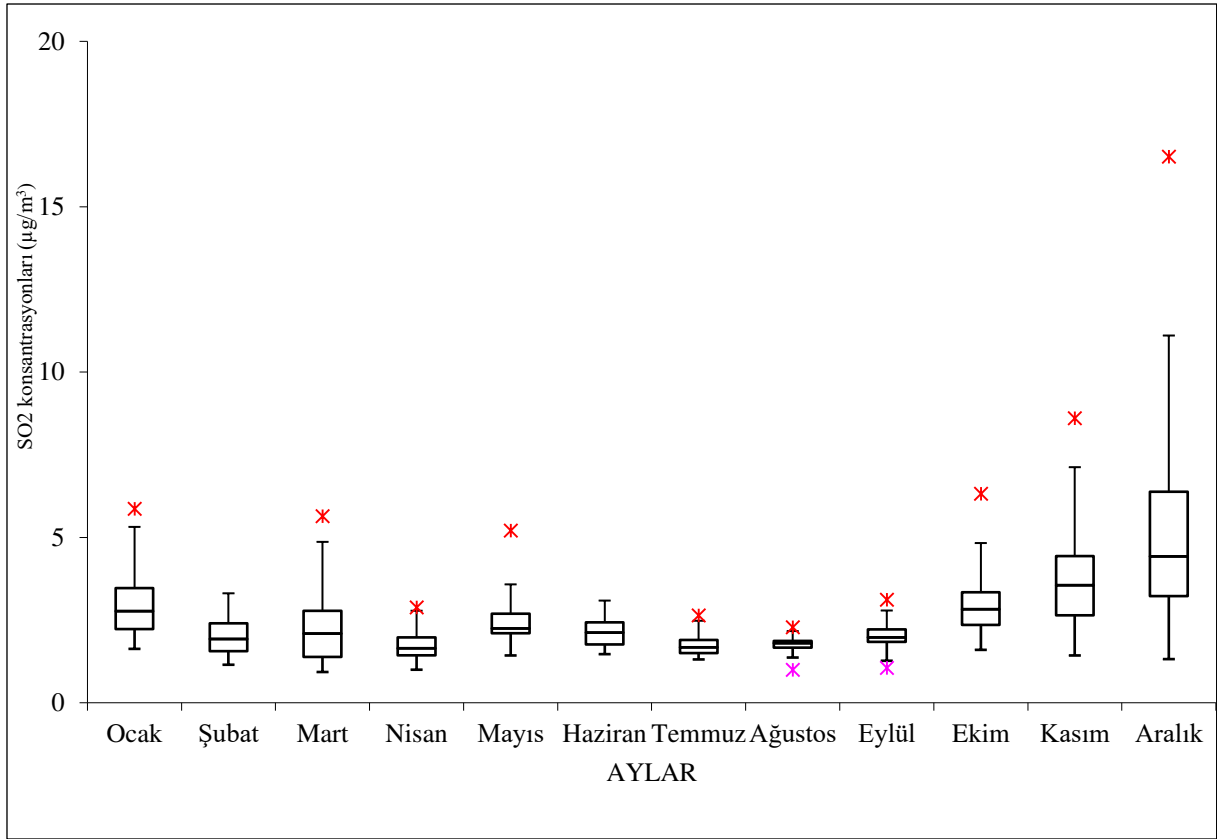
Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama SO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2019 yılına ait ortalama SO₂ konsantrasyonu 7 µg/m³'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük SO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, yazın Ağustos ayında 2 µg/m³, maksimum değeri ise yazın Ağustos ayında 29 µg/m³ olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.22 Ümraniye İBB SO₂ 2019 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için ise günlük ortalama SO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2019 yılına ait ortalama SO₂ konsantrasyonu 2,63 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük SO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri ilkbaharda Mart ayında 0,93 µg/m³, maksimum değeri ise yine kışın Aralık ayında 17 µg/m³ olarak ölçülmüştür. Kasım ayındaki yükselişin ve Aralık ayında görülen tek pik noktası cihaz kalibrasyonundan kaynaklanmaktadır.

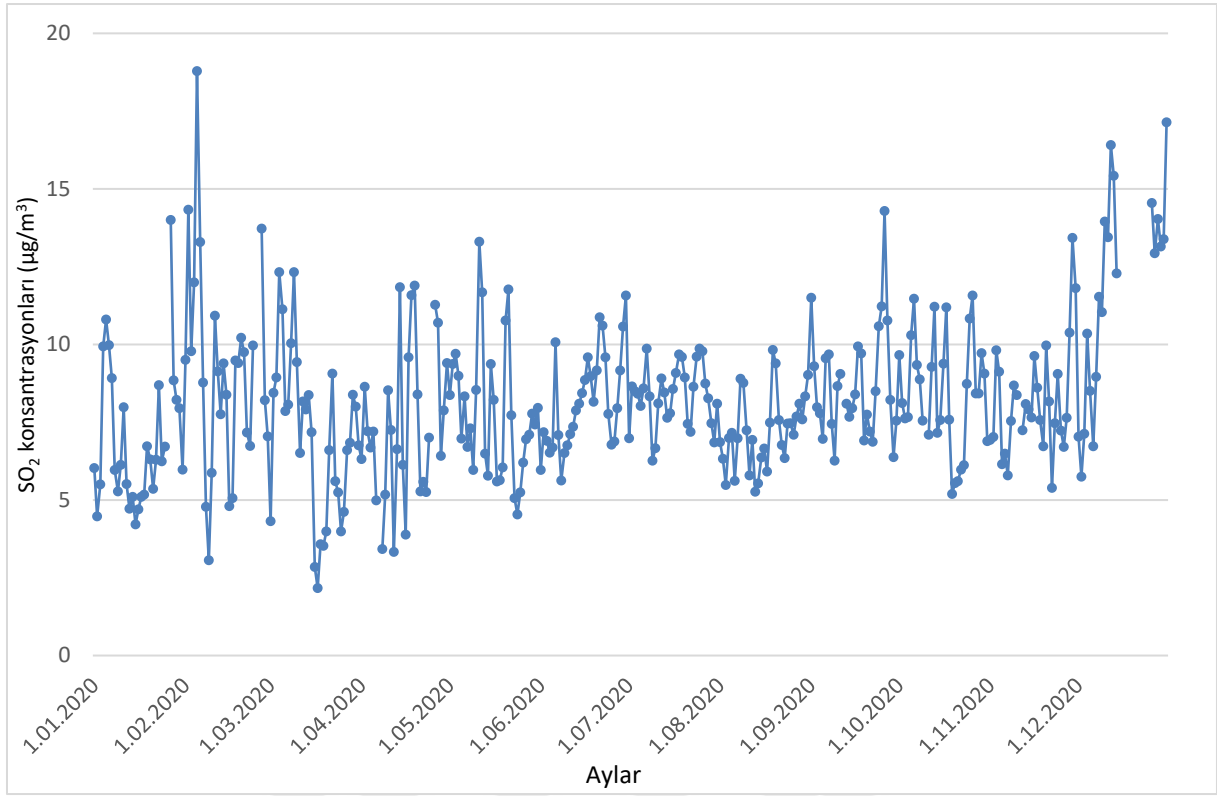
2019 yılı Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri Şekil 5.23 ve Şekil 5.24'te verilmiştir.



Şekil 5.24 Ümraniye İBB SO₂ 2019 Yılı Kutu Grafiği.

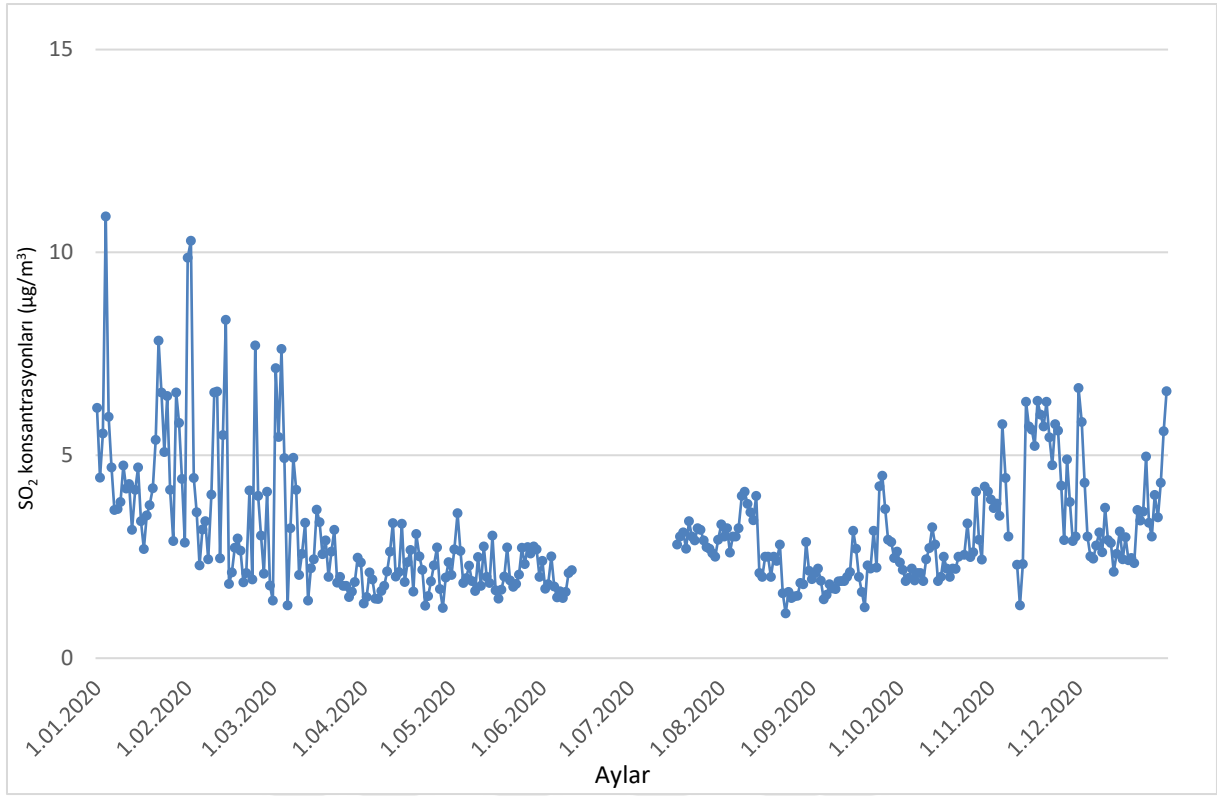
Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Mart, Ekim ve Kasım aylarında simetrik olarak dağılım görülmektedir. Ocak, Mart, Nisan, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık ayında grafiğin dışında kalan ve uç değerlerin olduğu günler görülmektedir. 18 Aralık 2019 tarihinde SO₂ değeri 16,52 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır.

HKDYY'ye göre SO₂ için 2020 yılları incelendiğinde sınır değer 125 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değer, her iki istasyonda günlük SO₂ ölçümlerine göre incelendiğinde, limit aşılmış gün görülmemiştir. Ümraniye MTHM istasyonunda 8 gün, Ümraniye İBB istasyonunda ise 47 gün boyunca ölçüm yapılmamıştır. Her iki istasyonun 2020 yılı için zaman serisi grafikleri Şekil 5.25 ve Şekil 5.26'da verilmiştir.



Şekil 5.25 Ümraniye MTHM 2020 yılı SO₂ Zaman Serisi Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama SO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2020 yılına ait ortalama SO₂ konsantrasyonu 10 µg/m³'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük SO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, ilkbaharda Mart ayında 2 µg/m³, maksimum değeri ise kışın Aralık ayında 92 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

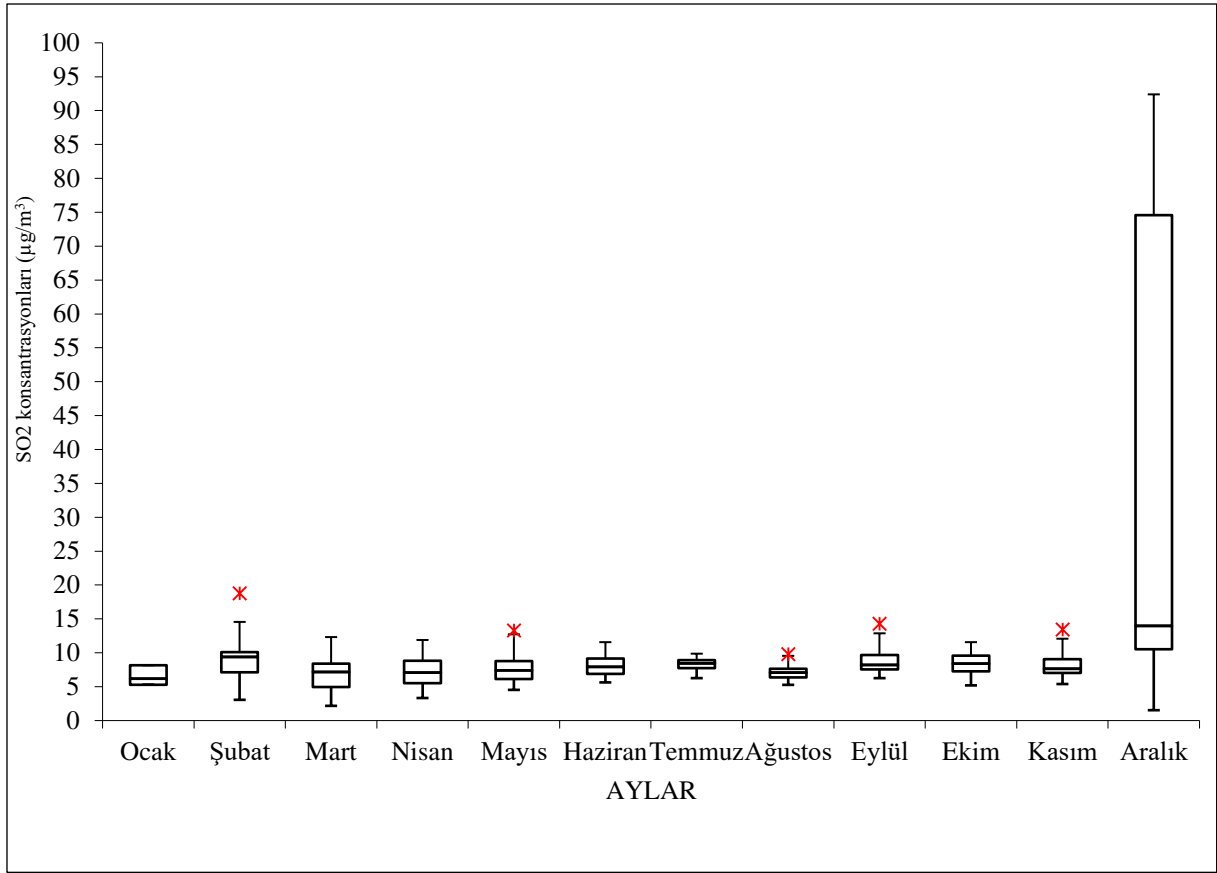


Şekil 5.26 Ümraniye İBB SO₂ 2020 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için ise günlük ortalama SO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2020 yılına ait ortalama SO₂ konsantrasyonu 3,14 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük SO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri yazın Ağustos ayında 1,1 µg/m³, maksimum değeri ise yine sonbaharda Ekim ayında 26,9 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

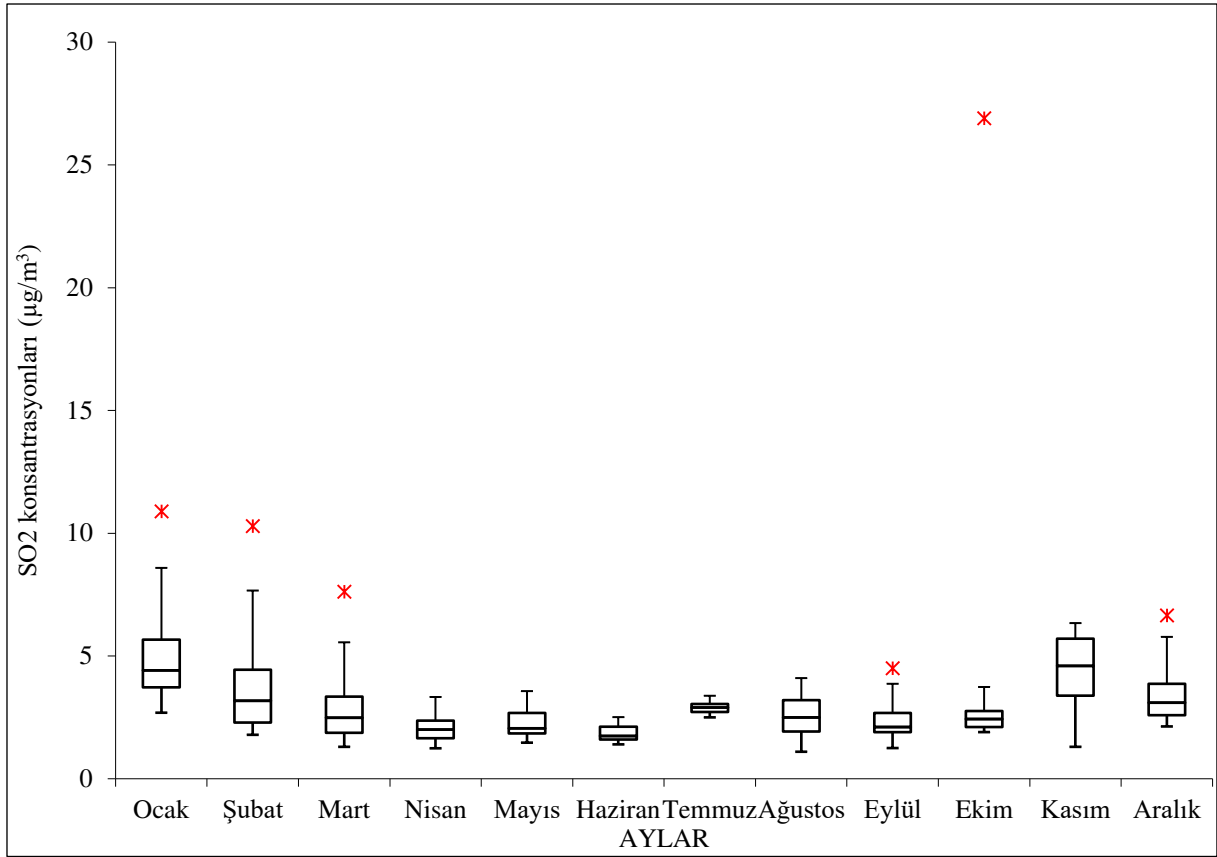
Şekil 5.25 ve 5.26 kıyaslandığında; Şekil 5.25'te Ümraniye MTHM istasyonunda daha stabil bir eğri varken, Şekil 5.26'da iniş çıkışlı bir trend görülmektedir. Bunun sebebi Covid19 küresel salgınından dolayı uygulanan koruma tedbirlerinin ve kapanmadan dolayı endüstriyel faaliyetlerin düzenli şekilde devam etmemesinden dolayı düşünülmektedir. Şekil 5.25'te sadece Aralık ayında görülen pik noktası cihaz kalibrasyonundan kaynaklanmaktadır. Şekil 5.26'da ise ölçüm yapılmayan günlerle beraber Ekim ayında görülen tek gün pik noktası ise ölçümlerden kaynaklanan olası bir durumdur.

2020 yılı Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri Şekil 5.27 ve Şekil 5.28'de verilmiştir.



Şekil 5.27 Ümraniye MTHM SO₂ 2020 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Mayıs ve Haziran aylarında simetrik dağılım olduğu görülmektedir. Ocak, Şubat, Mayıs ve Kasım ayında grafiğin dışında kalan ve uç değerlerin olduğu günler görülmektedir. 24 Aralık 2020 tarihinde 92,40 µg/m³ olarak ölçülmüştür.



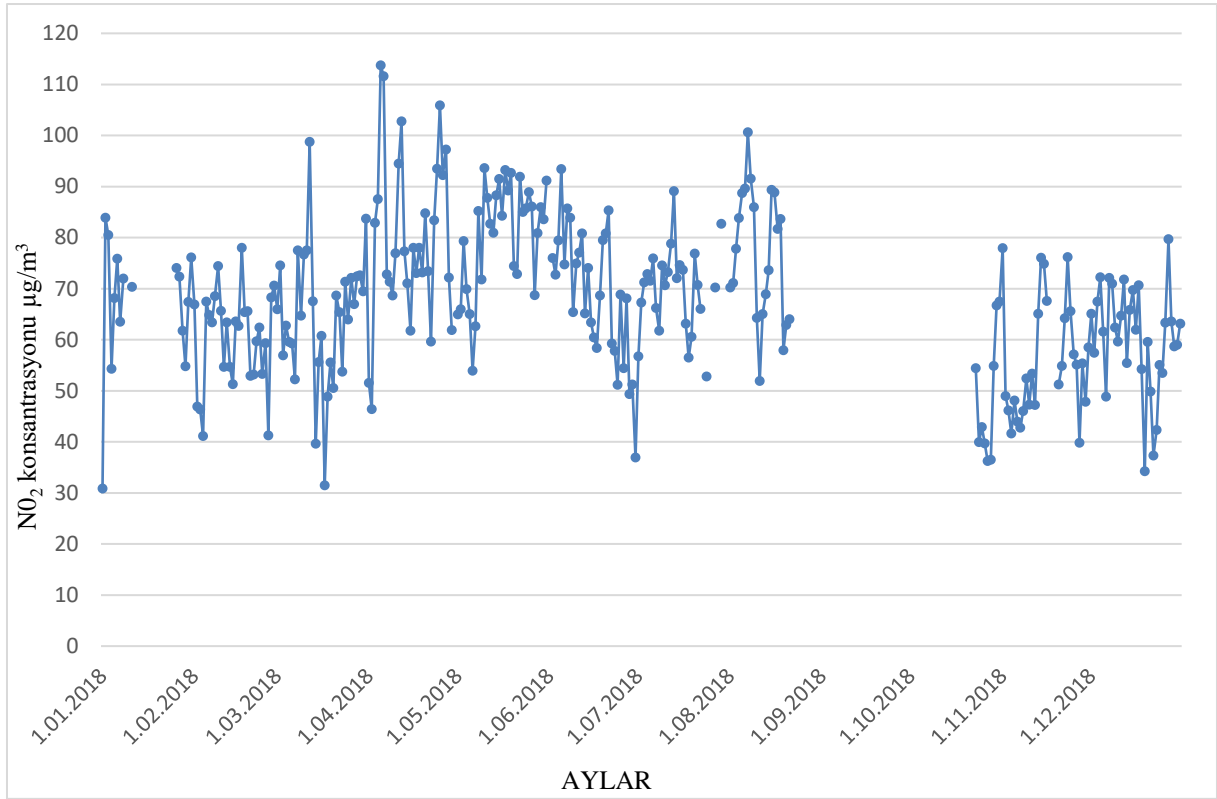
Şekil 5.28 Ümraniye İBB SO₂ 2020 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ağustos ve Kasım ayında simetrik dağılım olduğu görülmektedir. Ocak, Şubat, Mart, Eylül, Kasım ve Aralık ayında grafiğin dışında kalan ve aylık ortalamayı aşan günler görülmüştür. 22 Ekim 2020 tarihinde SO₂ değeri 26,9 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

5.3 YILLARA GÖRE NO₂ KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

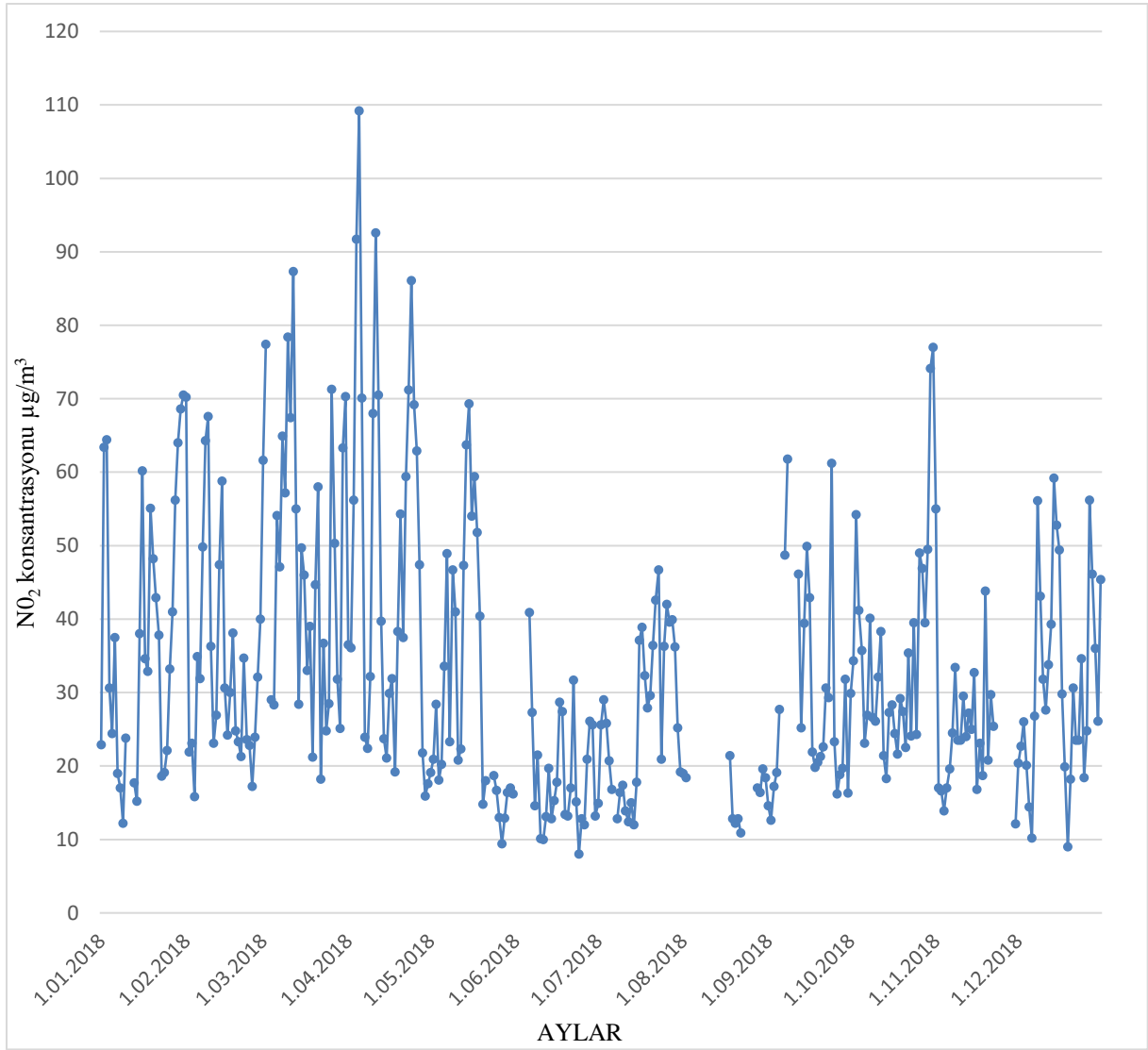
NO₂ için çizilmiş olan zaman serisi grafiklerinde, günlük konsantrasyon değerleri belirlenmektedir. Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre zaman serisi grafikleri 2018 yılı için Şekil 5.29 ve Şekil 5.30'da verilmiştir.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğince NO₂ için 2018 yılı incelendiğinde sınır değer 270 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değer, Ümraniye MTHM istasyonunda 2018 yılı günlük NO₂ ölçümlerine göre incelendiğinde, limit aşılmış gün görülmemiştir. 89 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır. Ümraniye İBB istasyonunda ise 2018 yılı günlük NO₂ ölçümleri incelendiğinde sınır değer aşılmamış olup, 41 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır.



Şekil 5.29 Ümraniye MTHM NO₂ 2018 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

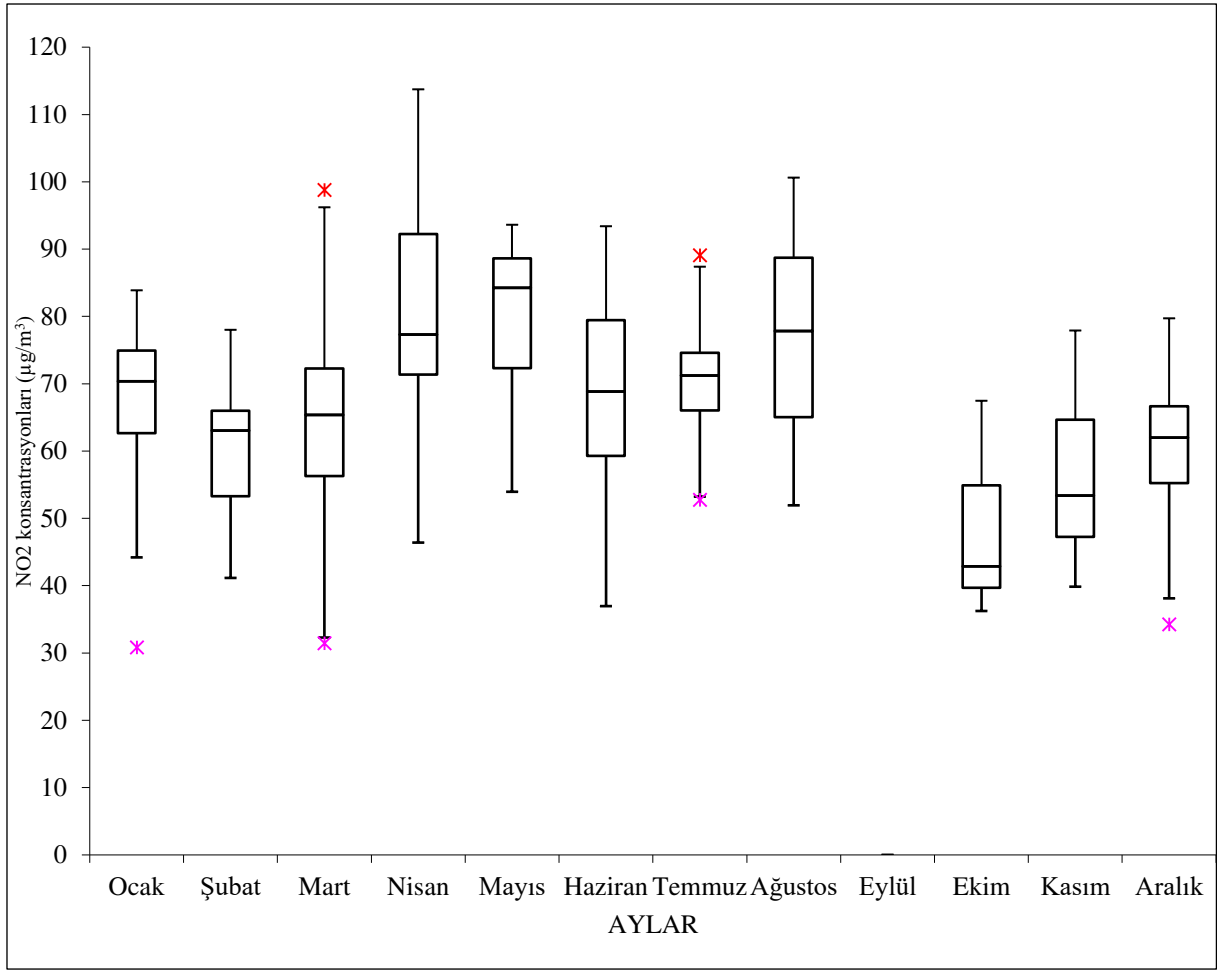
Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama NO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2018 yılına ait ortalama NO₂ konsantrasyonu 68 µg/m³'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük NO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, kışın Ocak ayında 31 µg/m³, maksimum değeri ise ilkbaharda Nisan ayında 114 µg/m³ olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.30 Ümraniye İBB NO₂ 2018 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

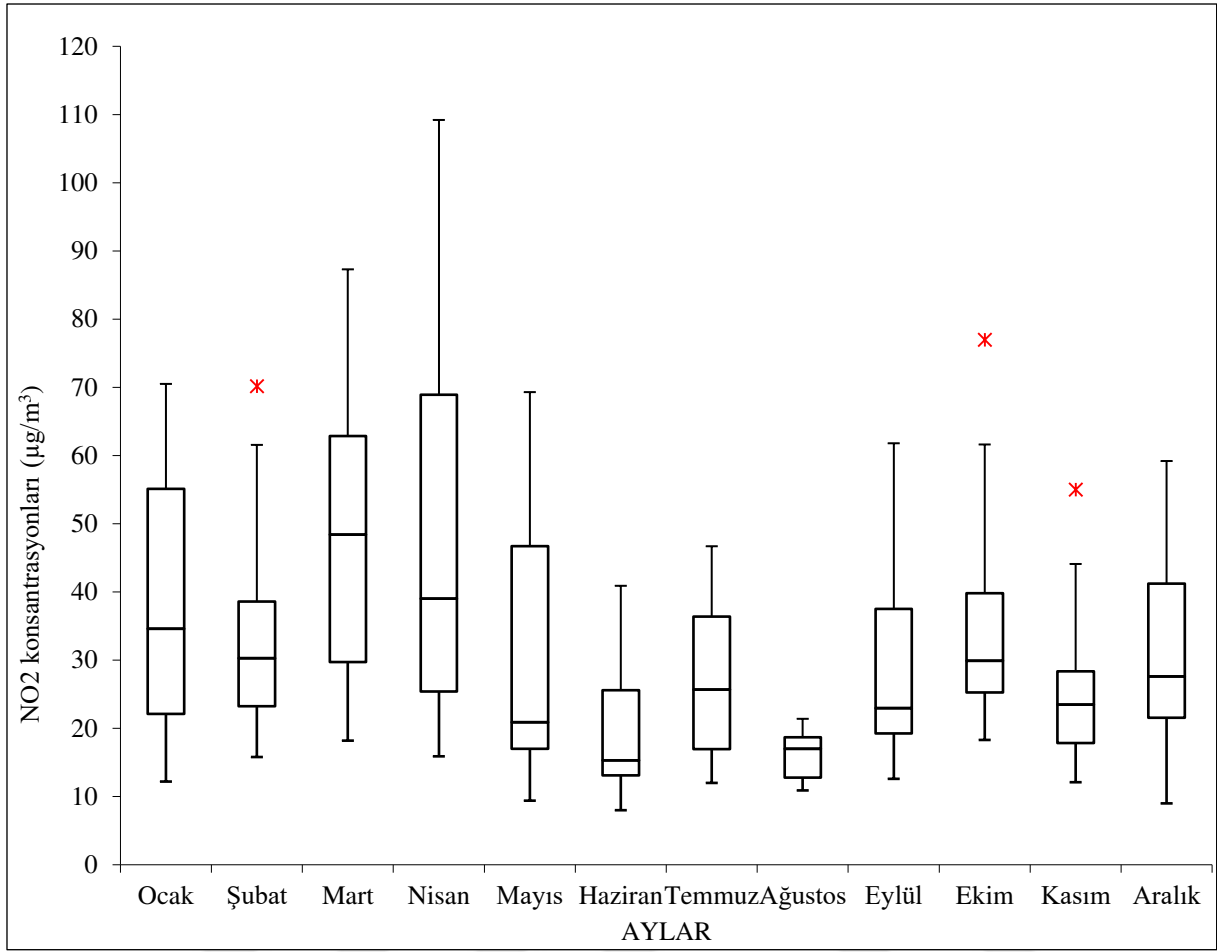
Ümraniye İBB istasyonu için günlük ortalama NO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2018 yılına ait ortalama NO₂ konsantrasyonu 33 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük NO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, kışın Ocak ayında 8 µg/m³, maksimum değeri ise sonbaharda Kasım ayında 109 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

Her iki ölçüm istasyonu için seçilen yıllara ait günlük NO₂ konsantrasyonlarının aylık bazda değişimin değerlendirilmesi amacıyla kutu grafikleri çizilmiştir. Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri 2018 yılı için Şekil 5.31 ve Şekil 5.32'de verilmiştir.



Şekil 5.31 Ümraniye MTHM NO₂ 2018 Yılı Kutu Grafiği.

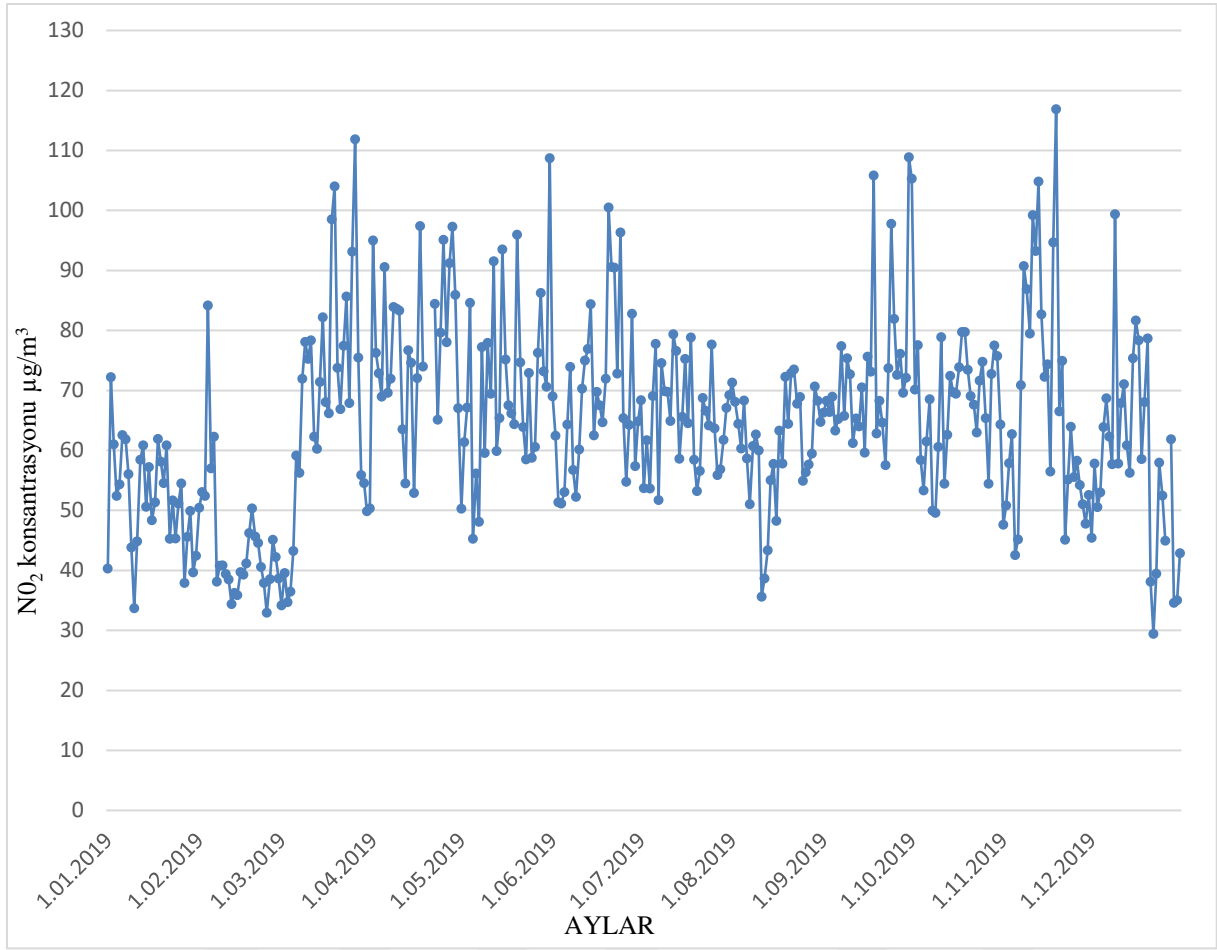
Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Mart, Haziran ve Ağustos ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Mart ve Temmuz ayı ölçümlerinde kutu grafiğinin uç değerlerin olduğu günler görülmektedir. 12 Mart 2018 tarihinde NO₂ değeri 98,78 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır. Yaza ayı konsantrasyonlarının kış aylarına kıyasla daha yüksek konsantrasyon değerlerine sahip olmasının sebebi, Ümraniye MTHM istasyonun trafik ölçümü yaptığı için yaz aylarında trafik akışının yoğunlaşmasından dolayı kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.32 Ümraniye İBB NO₂ 2018 Yılı Kutu Grafiği.

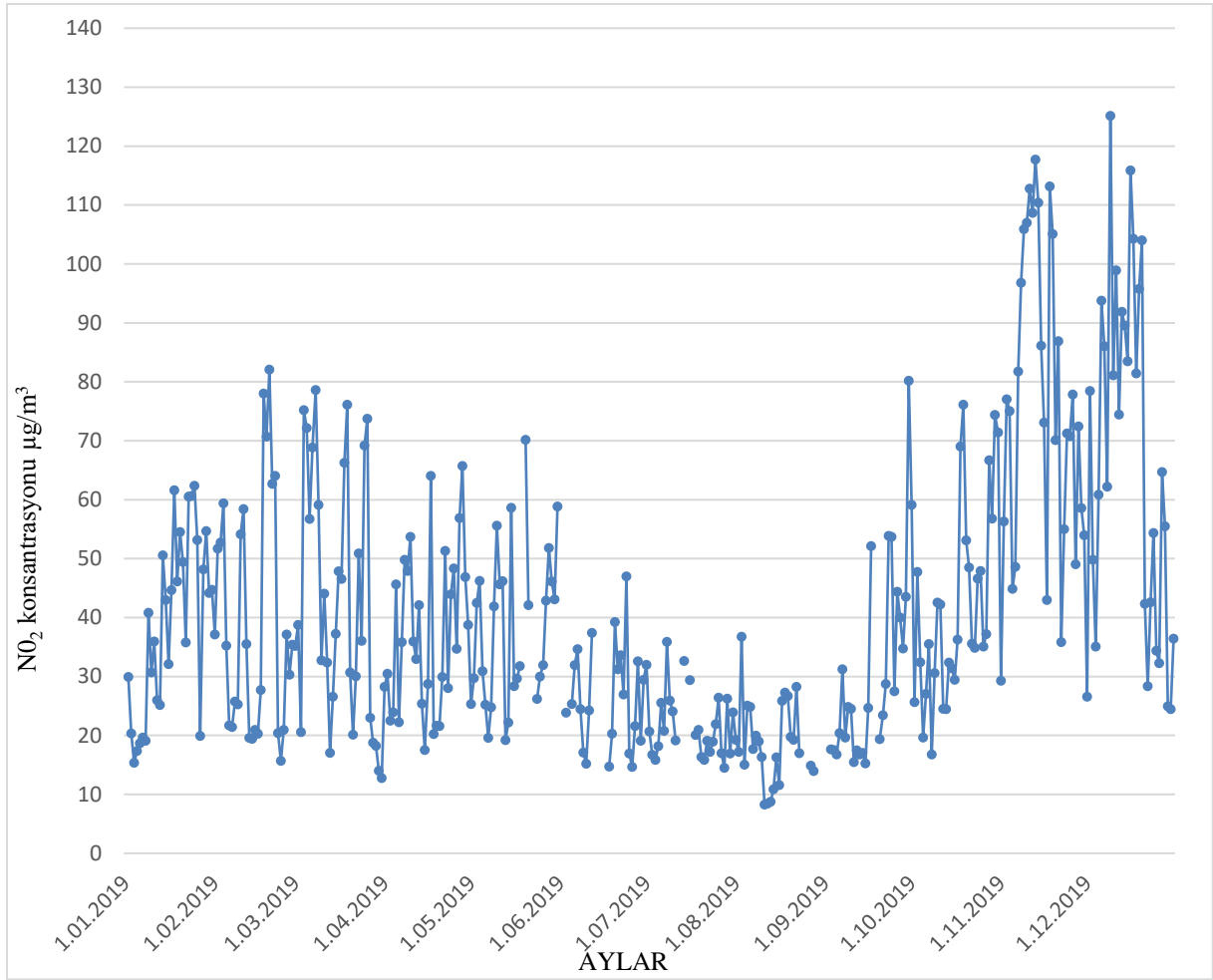
Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Şubat, Temmuz ve Kasım ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Şubat, Ekim ve Kasım ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve uç değerlerin olduğu günler görülmektedir. 31 Ekim 2018 tarihinde NO₂ değeri 77 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır.

HKDYY'ye göre NO₂ için 2019 yılı incelendiğinde sınır değer 250 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değer, her iki istasyonda günlük NO₂ ölçümlerine göre incelendiğinde, limit aşılmış gün görülmemiştir. Ümraniye MTHM istasyonunda 4 gün boyunca, Ümraniye İBB istasyonunda ise 26 gün boyunca ölçüm yapılmamıştır. Her iki istasyonun 2019 yılı için zaman serisi grafikleri Şekil 5.33 ve Şekil 5.34'te verilmiştir.



Şekil 5.33 Ümraniye MTHM NO₂ 2019 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

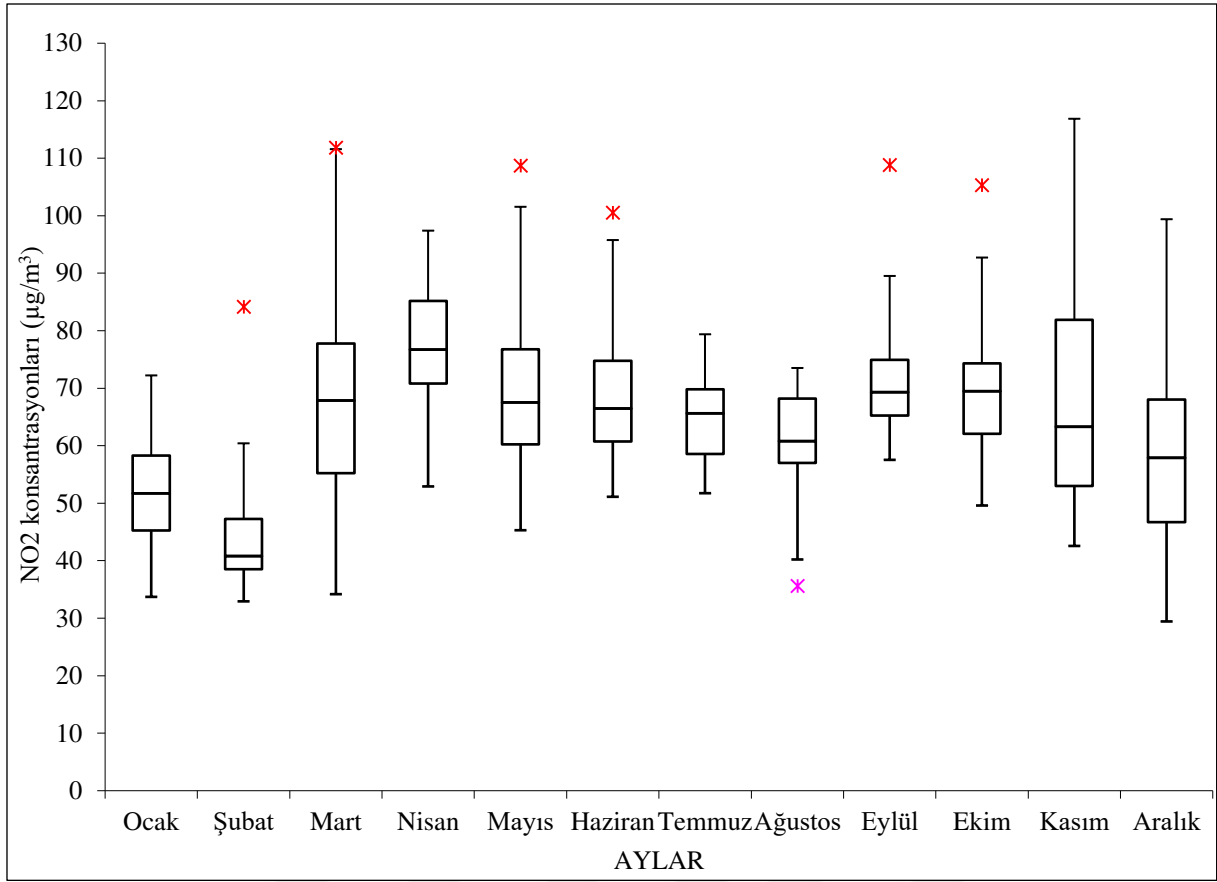
Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama NO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2019 yılına ait ortalama NO₂ konsantrasyonu 65 µg/m³'tür. İstasyona ait günlük NO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, kışın Aralık ayında 29,44 µg/m³, maksimum değeri ise sonbaharda Kasım ayında 117 µg/m³ olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.34 Ümraniye İBB NO₂ 2019 yılı zaman serisi grafiği.

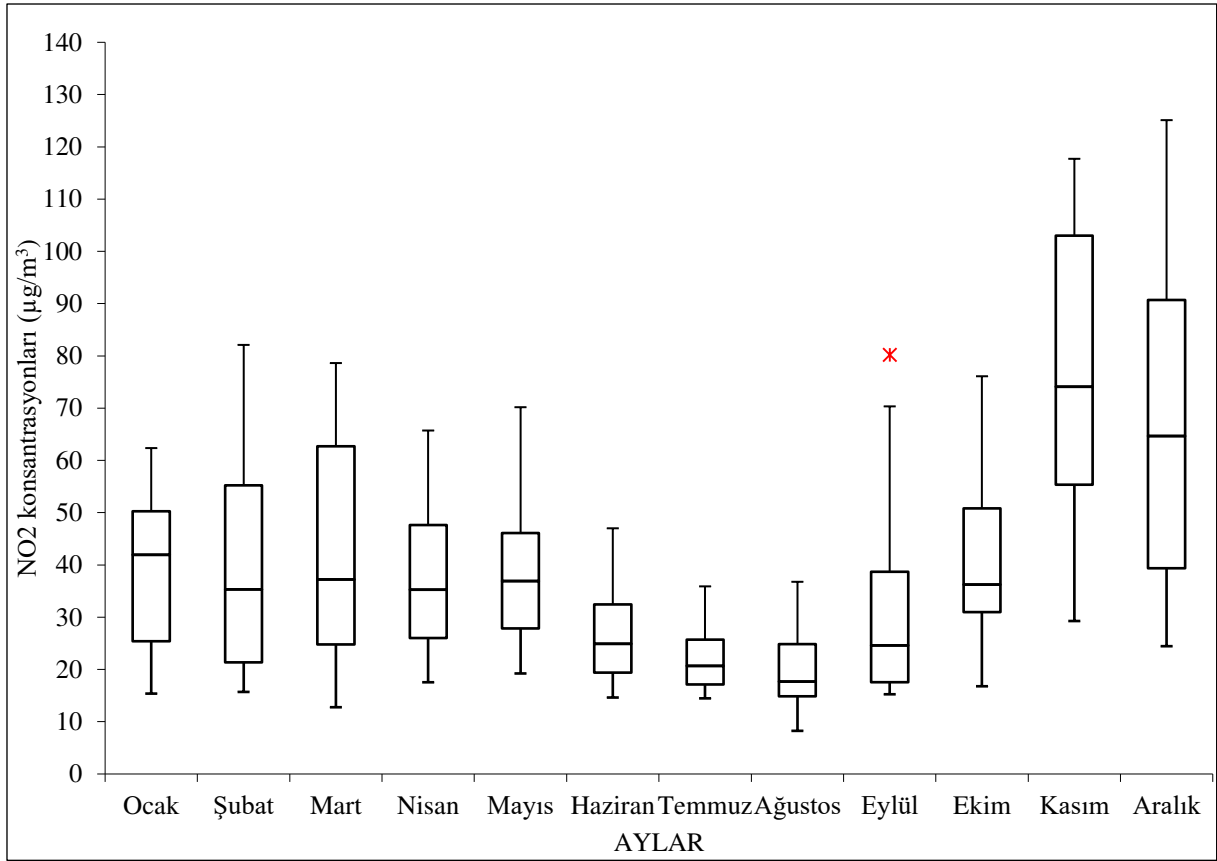
Ümraniye İBB istasyonu için günlük ortalama NO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2019 yılına ait ortalama NO₂ konsantrasyonu 41 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük NO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, yazın Ağustos ayında 8,25 µg/m³, maksimum değeri ise kışın Aralık ayında 125,11 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

2019 yılı Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri Şekil 5.35 ve Şekil 5.36'da verilmiştir.



Şekil 5.35 Ümraniye MTHM NO₂ 2019 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ocak ve Aralık ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Şubat, Mart, Mayıs, Haziran, Eylül ve Ekim ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve aylık ortalamayı aşan günler görülmüştür. 26 Aralık 2019 tarihinde NO₂ değeri 111,86 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır. Kış aylarında konsantrasyon değerlerinin diğer yaz aylarına oranla daha düşük olmasının sebebi ise Ümraniye MTHM istasyonun trafik ölçümü yapması ve yaz aylarında trafik akışındaki hareketliliğin artmasından kaynaklanmaktadır.

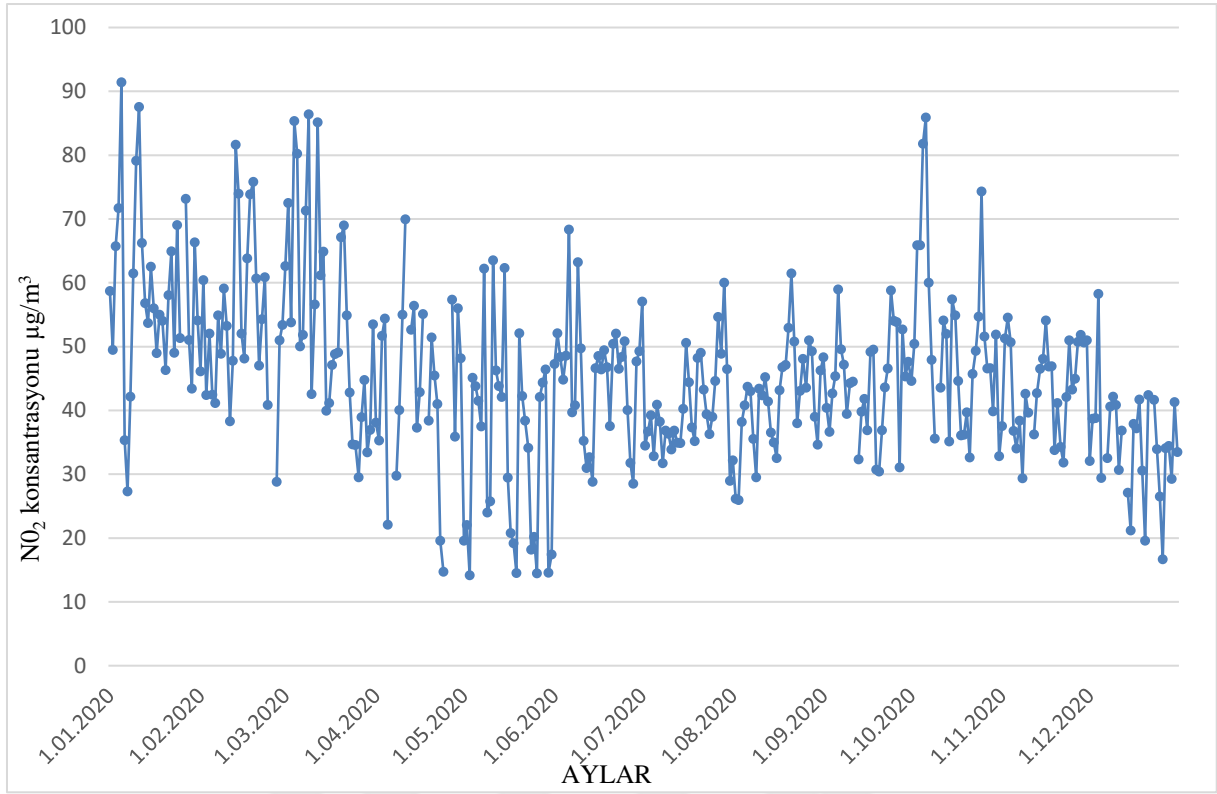


Şekil 5.36 Ümraniye İBB NO₂ 2019 Kutu Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Mayıs ve Aralık ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Eylül ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve aylık ortalamayı aşan günler görülmüştür. 30 Eylül 2019 tarihinde NO₂ değeri 80,2 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır.

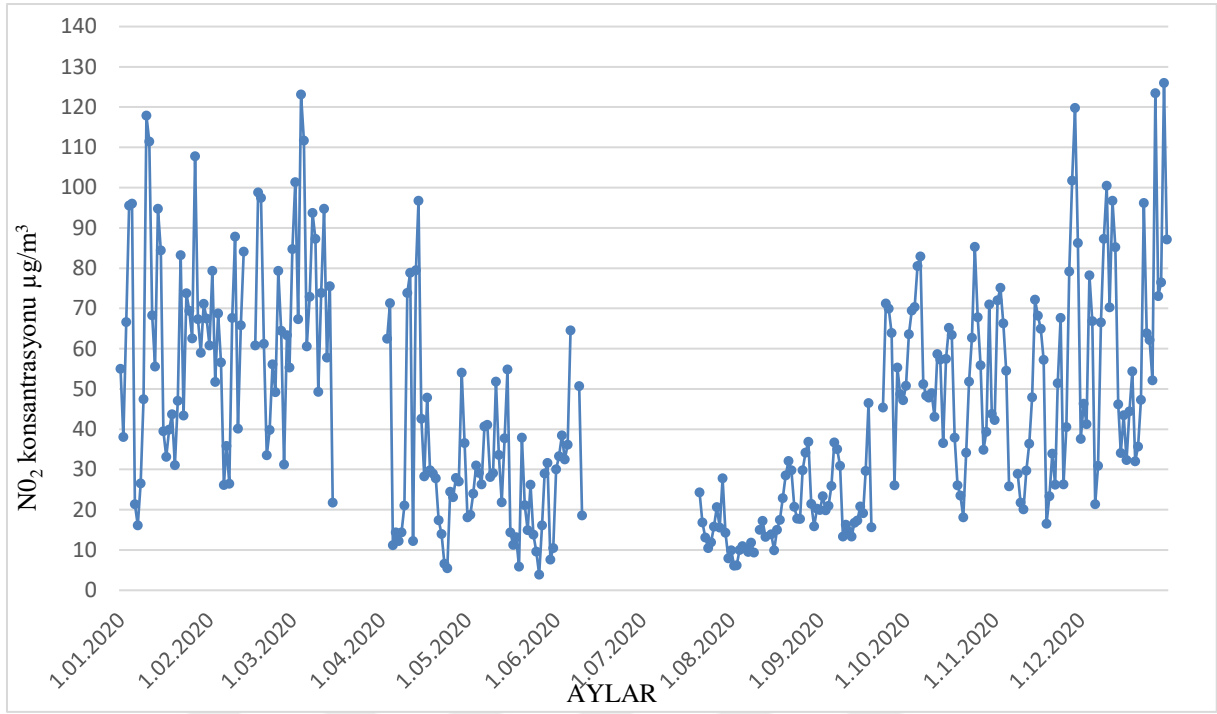
Şekil 5.35 ve 5.36 kıyaslandığında; şekil 5.35'te NO₂ konsantrasyonları aynı değerlerde olduğu görülmektedir. Bu stabil görünümün sebebi Ümraniye MTHM istasyonun trafik istasyonu olmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 5.36'da ise ısınmanın olmadığı yaz aylarında konsantrasyon değerlerinde düşüş görülmektedir. Ümraniye İBB istasyonu sanayi bölgelerine yakın bir konumda yer almasına rağmen yaz aylarında ısınma ihtiyacının azalmasından kaynaklanmaktadır.

HKDYY'ye göre NO₂ için 2020 yılı incelendiğinde sınır değeri 250 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değeri, her iki istasyonda günlük NO₂ ölçümlerine göre incelendiğinde, limit aşılmış gün görülmemiştir. Ümraniye MTHM istasyonunda 12 gün boyunca, Ümraniye İBB istasyonunda ise 69 gün boyunca ölçüm yapılmamıştır. Her iki istasyonun zaman serisi grafikleri 2020 yılı için Şekil 5.37 ve Şekil 5.38'de zaman serisi grafikleri verilmiştir.



Şekil 5.37 Ümraniye MTHM NO₂ 2020 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

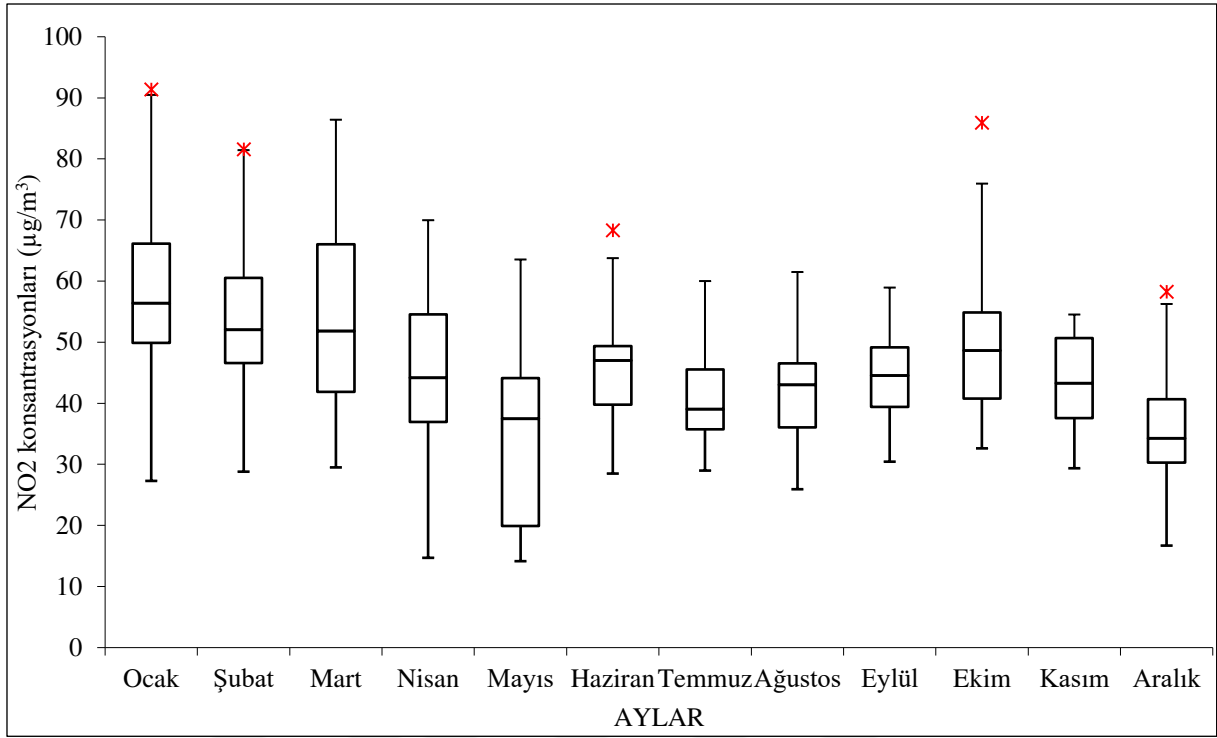
Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama NO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2020 yılına ait ortalama NO₂ konsantrasyonu 45 µg/m³'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük NO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, ilkbaharda Mayıs ayında 14 µg/m³, maksimum değeri ise kışın Ocak ayında 91 µg/m³ olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.38 Ümraniye İBB NO₂ 2020 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

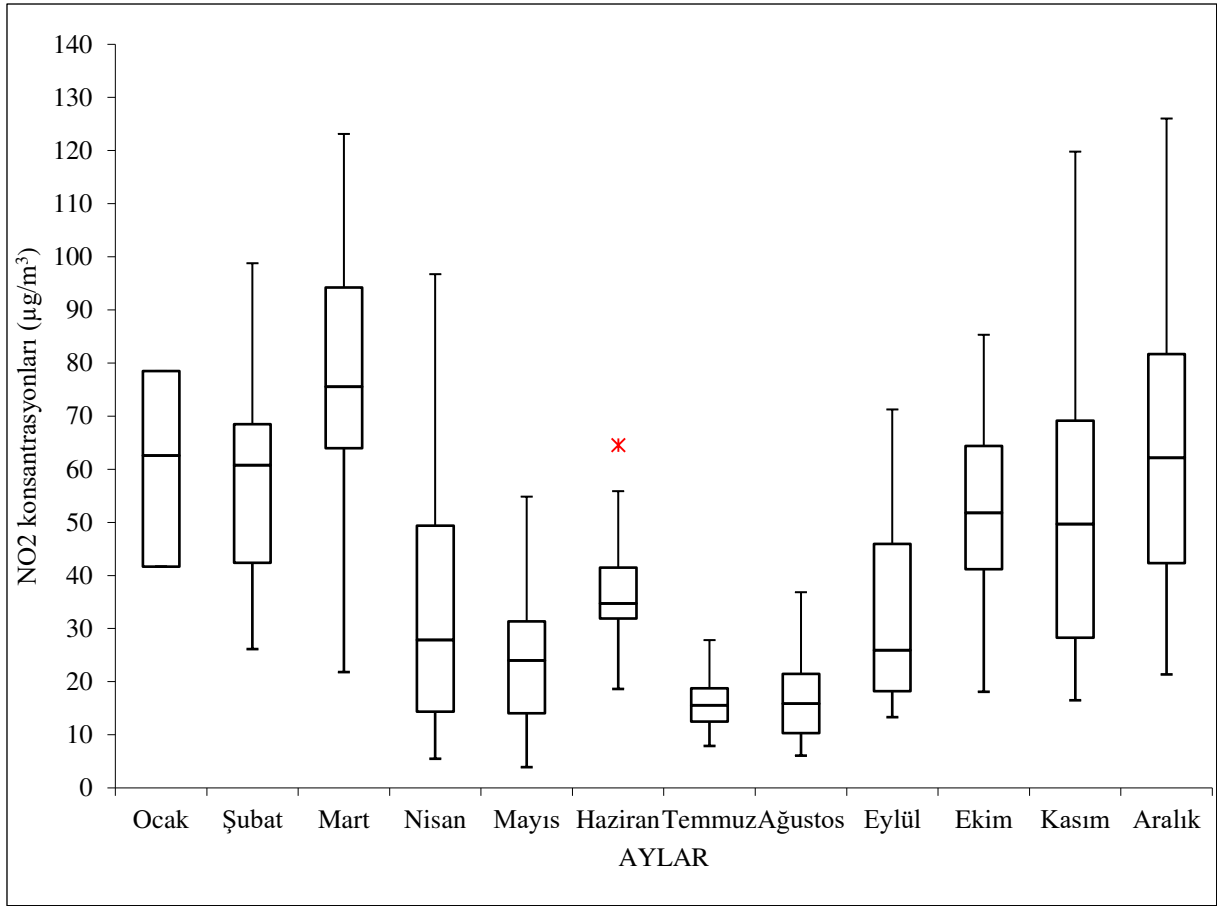
Ümraniye İBB istasyonu için günlük ortalama NO₂ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2020 yılına ait ortalama NO₂ konsantrasyonu 45 µg/m³'tür. İstasyona ait günlük NO₂ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, ilkbaharda Mayıs ayında 4 µg/m³, maksimum değeri ise kışın Aralık ayında 126 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

2020 yılı Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri Şekil 5.39 ve Şekil 5.40'ta verilmiştir.



Şekil 5.39 Ümraniye MTHM NO₂ 2020 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Eylül ve Ekim ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Ocak, Şubat, Haziran, Ekim ve Aralık ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve uç değerler görülmüştür. 5 Ocak 2020 tarihinde NO₂ değeri 91,41 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır.



Şekil 5.40 Ümraniye İBB NO₂ 2020 Yılı Kutu Grafiği.

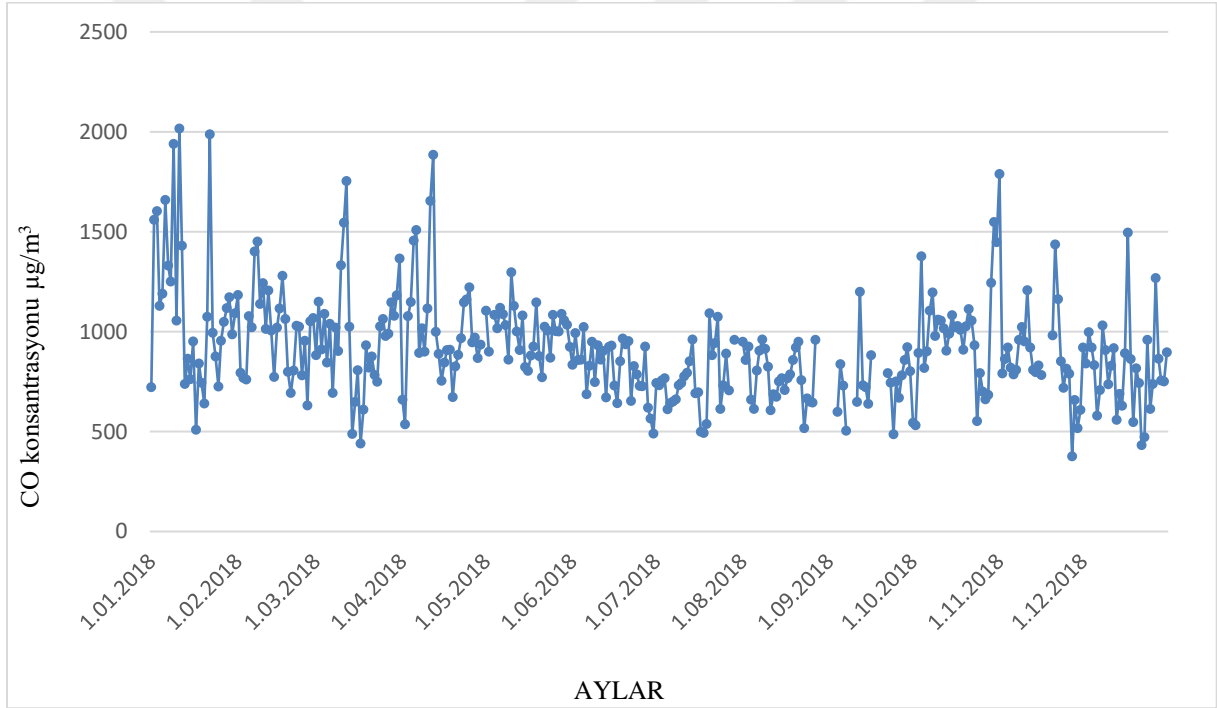
Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ekim, Kasım ve Aralık ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Haziran ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve aylık ortalamayı aşan günler görülmüştür. 6 Haziran 2020 tarihinde NO₂ değeri 64,55 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır.

Şekil 5.39 ve 5.40 kıyaslandığında; şekil 5.39'da daha stabil görünüme karşın şekil 5.40'ta daha agresif bir grafik görülmektedir. Bu agresif dalgalanmanın sebebi yine Covid19 küresel salgınından dolayı uygulanan; üretim, sanayi ve endüstriyel kuruluşların faaliyetlerindeki sınırlandırmalar (bu tedbirler doğrudan atmosfere karışan kirletici konsantrasyonlarının bir miktarda olsa azalmasına neden olmuştur.), kamu ve özel sektörde esnek mesaili çalışma ve uzaktan çalışma, seyahat kısıtlamaları (bu tedbirlerde insan hareketlerinin azalmasına bunun sonucunda da trafikten kaynaklanan kirletici emisyonlarında düşüşe neden olmuştur.) gibi tedbirlerden kaynaklanmaktadır.

5.4 YILLARA GÖRE CO KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

CO için çizilmiş olan zaman serisi grafiklerinde, günlük konsantrasyon değerleri belirlenmektedir. Ümraniye MTHM istasyonunun verilerine göre zaman serisi grafikleri 2018 yılı için Şekil 5.41’de verilmiştir. Ümraniye İBB istasyonu seçilen yıllar için CO ölçümü yapmamıştır.

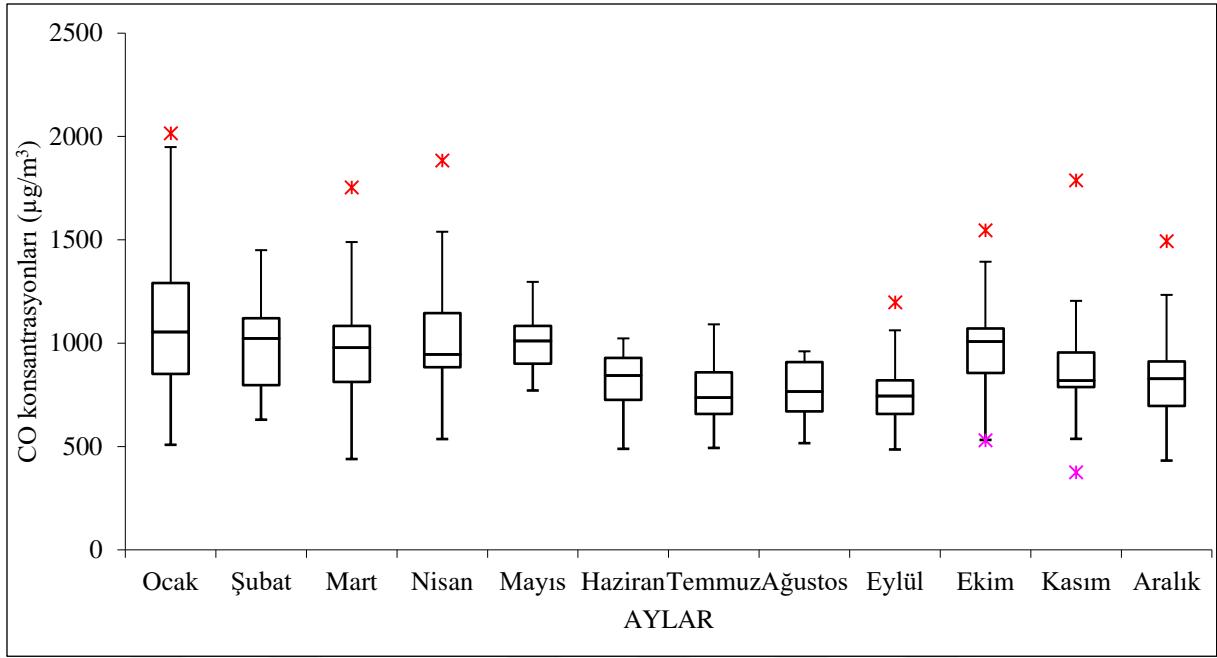
Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğince CO için 2018, 2019 ve 2020 yılı incelendiğinde sınır değer $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak belirlenmiştir. Bu değer, Ümraniye MTHM istasyonunda 2018, 2019 ve 2020 yılı günlük CO ölçümlerine göre incelendiğinde, belirlenmiş olan sınır değer aşılmamıştır. Ayrıca istasyonda, 2018 yılı 23 gün, 2019 ve 2020 yılı 8 gün, boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır.



Şekil 5.41 Ümraniye MTHM CO 2018 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama CO konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2018 yılına ait ortalama CO konsantrasyonu $916 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük CO konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, sonbaharda Kasım ayında $375 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum değeri ise kışın Ocak ayında $2016 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür.

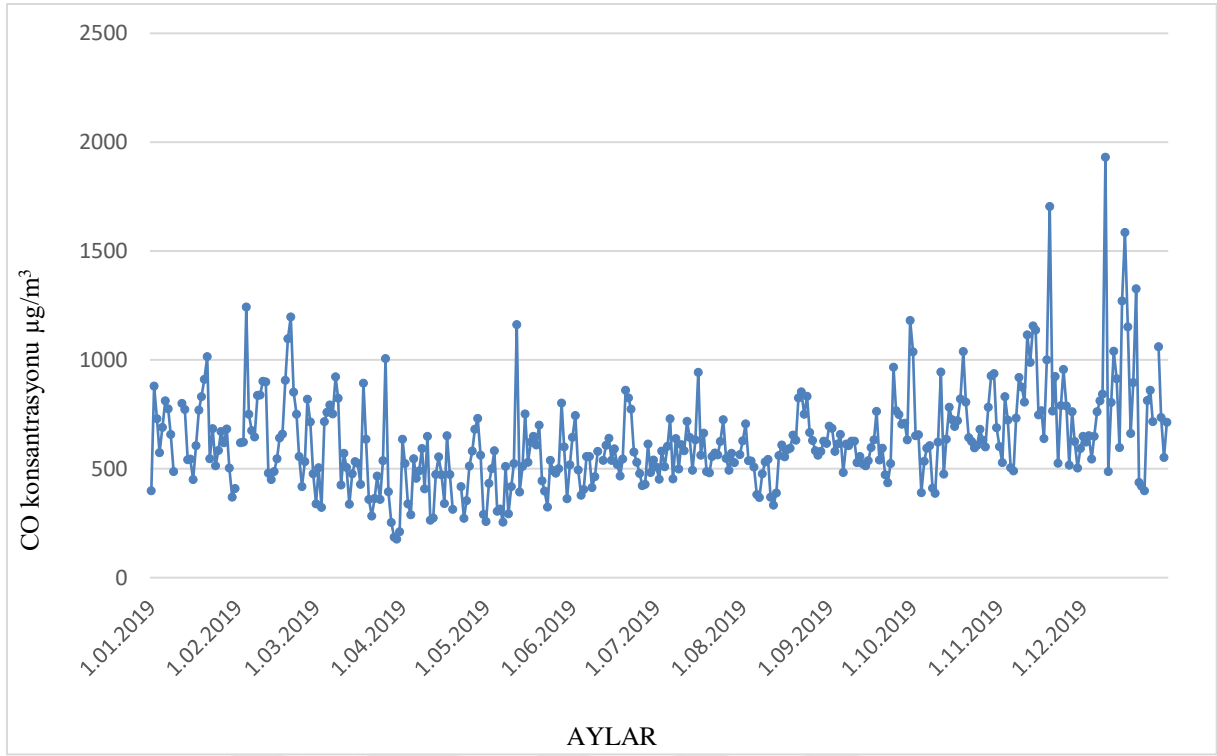
Ümraniye MTHM ölçüm istasyonu için seçilen yıllara ait günlük CO konsantrasyonlarının aylık bazda değişimin incelenmesi için kutu grafikleri çizilmiştir. Çalışmada seçilen yıllar için Ümraniye MTHM istasyonunun verilerine göre kutu grafiği, Şekil 5.42’de verilmiştir.



Şekil 5.42 Ümraniye MTHM CO 2018 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Eylül ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Ocak, Mart, Nisan, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve uç değerler görülmüştür. 11 Ocak 2018 tarihinde CO değeri 2016,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır.

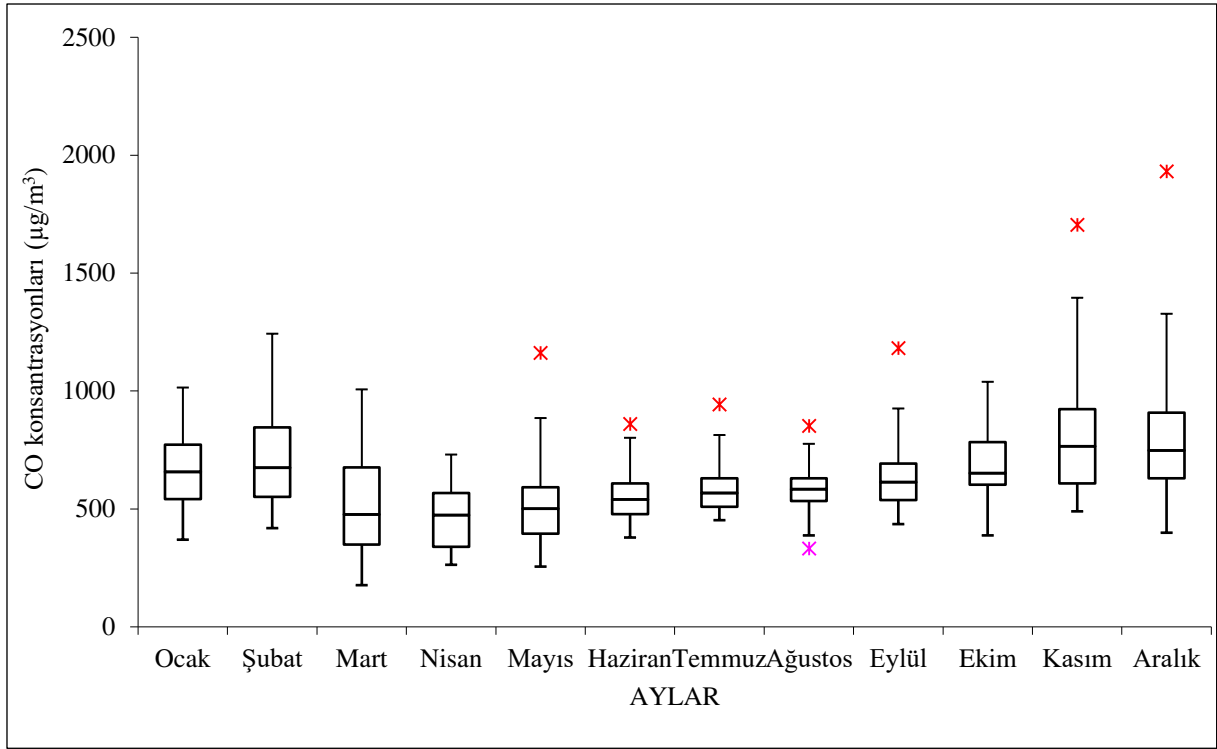
Ümraniye MTHM istasyonu verilerine göre 2019 yılı için çizilen zaman serisi grafiği Şekil 5.43'te verilmiştir.



Şekil 5.43 Ümraniye MTHM CO 2019 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama CO konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2019 yılına ait ortalama CO konsantrasyonu $628 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük CO konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, ilkbahar Mart ayında $177 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum değeri ise kışın Aralık ayında $1931 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüş olup yıllık ortalama $628,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ üstünde kalmıştır.

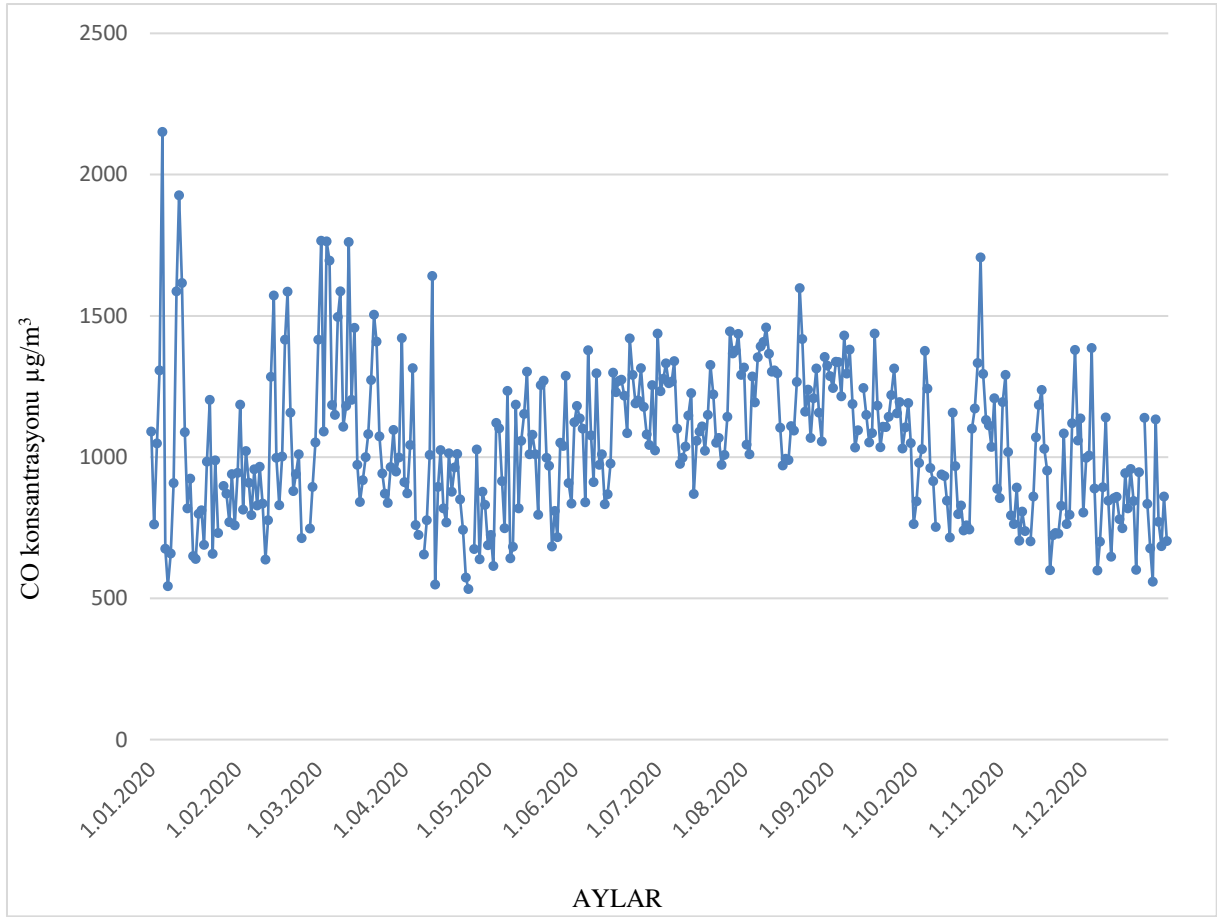
Ümraniye MTHM istasyonu verilerine göre 2019 yılı için çizilmiş kutu grafiği Şekil 5.44'te verilmiştir.



Şekil 5.44 Ümraniye MTHM CO 2019 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ocak, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım ayları simetrik olarak dağılım göstermektedir. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve uç değerlerin olduğu günler görülmüştür. 9 Aralık 2019 tarihinde CO değeri 1931,24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır.

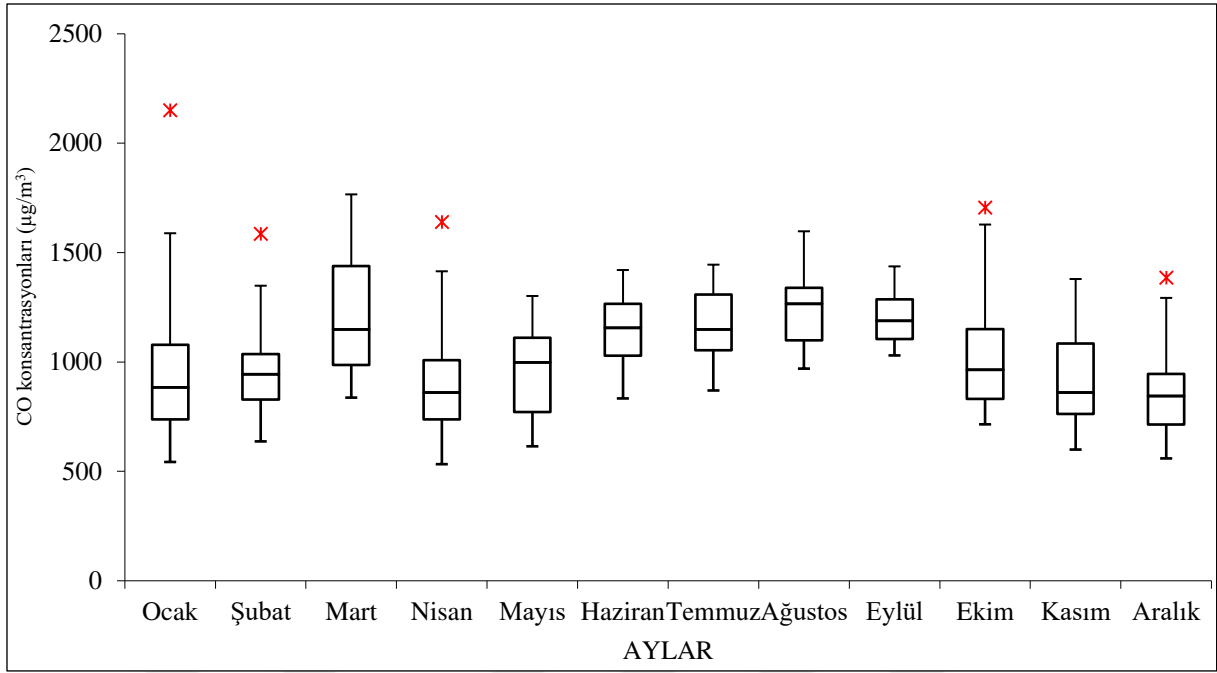
Ümraniye MTHM istasyonu verilerine göre 2020 yılı için çizilen zaman serisi grafiği Şekil 5.45'te verilmiştir.



Şekil 5.45 Ümraniye MTHM CO 2020 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için günlük ortalama CO konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2020 yılına ait ortalama CO konsantrasyonu $898 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Ümraniye MTHM istasyonuna ait günlük CO konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, kışın Aralık ayında $355 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum değeri ise kışın Ocak ayında $2262 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür.

Ümraniye MTHM istasyonu verilerine göre 2020 yılı için çizilmiş kutu grafiği Şekil 5.46'da verilmiştir.



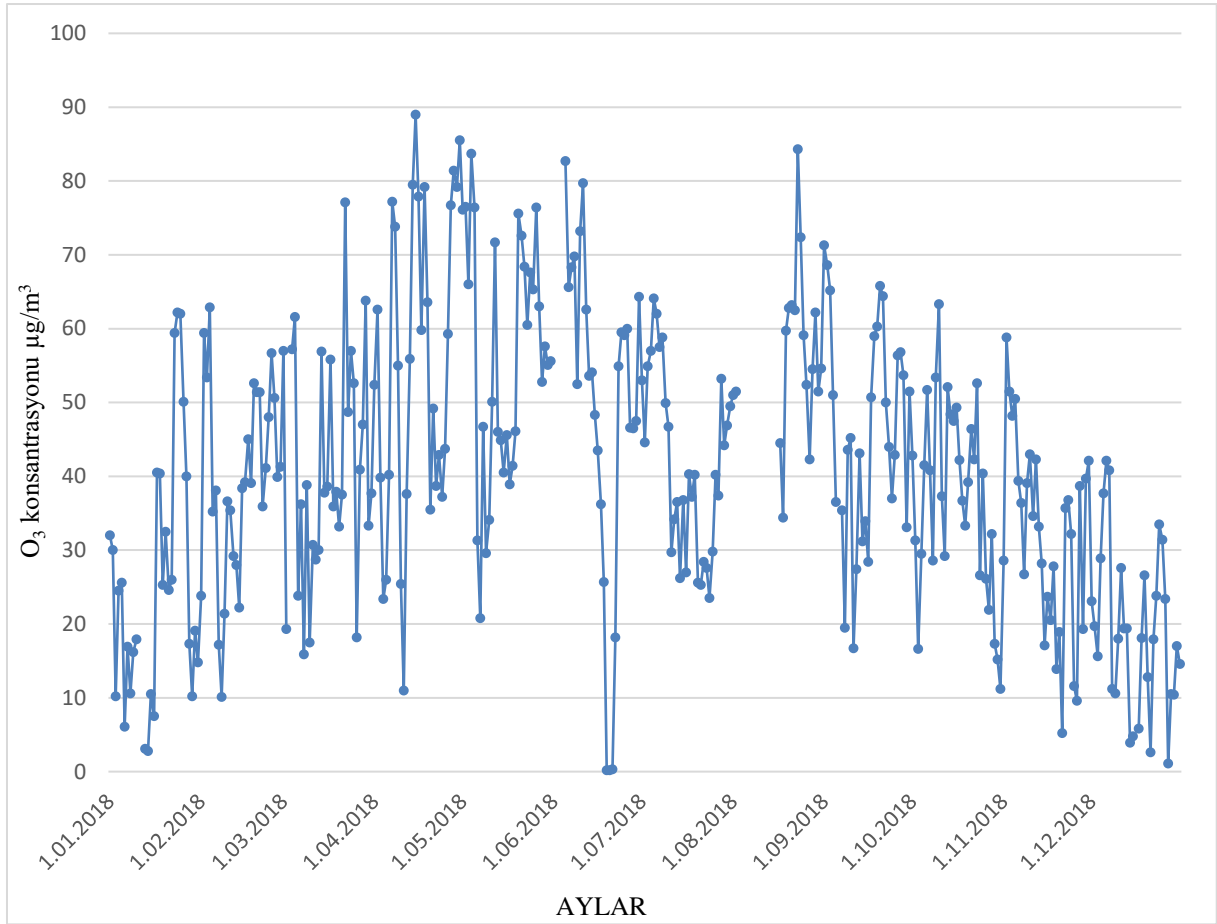
Şekil 5.46 Ümraniye MTHM CO 2020 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye MTHM istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Haziran ve Aralık ayları genel olarak simetrik dağılım göstermektedir. Ocak, Şubat, Nisan, Ekim ve Aralık ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve uç değerler görülmüştür. 25 Ekim 2020 tarihinde CO değeri 1706,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır.

5.5 YILLARA GÖRE O₃ KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

O₃ için çizilmiş olan zaman serisi grafiklerinde, günlük konsantrasyon değerleri belirlenmektedir. Ümraniye İBB istasyonunun verilerine göre zaman serisi grafikleri 2018 yılı için Şekil 5.47’de verilmiştir. Ümraniye MTHM istasyonu seçilen yıllar için O₃ ölçümü yapmamıştır.

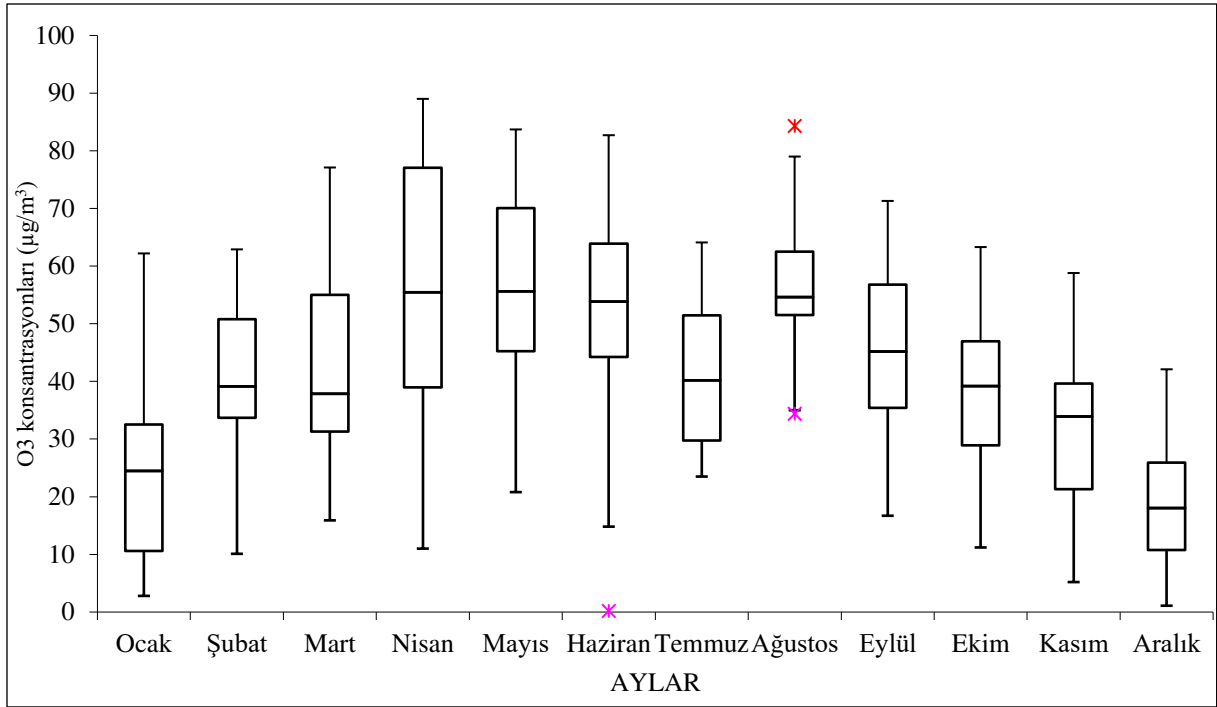
Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğince O₃ için 2018, 2019 ve 2020 yılları incelendiğinde sınır değeri 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak belirlenmiştir. Bu değeri, Ümraniye İBB istasyonunda 2018, 2019 ve 2020 yılı günlük O₃ ölçümlerine göre incelendiğinde, gün aşımı olduğu görülmemiştir. 2018 yılı 22 gün, 2019 yılı 16 gün ve 2020 yılı 206 gün, boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır.



Şekil 5.47 Ümraniye İBB O₃ 2018 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için günlük ortalama O₃ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2018 yılına ait ortalama O₃ konsantrasyonu 41 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük O₃ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, yazın Haziran ayında 0,2 µg/m³, maksimum değeri ise ilkbaharda Nisan ayında 89 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

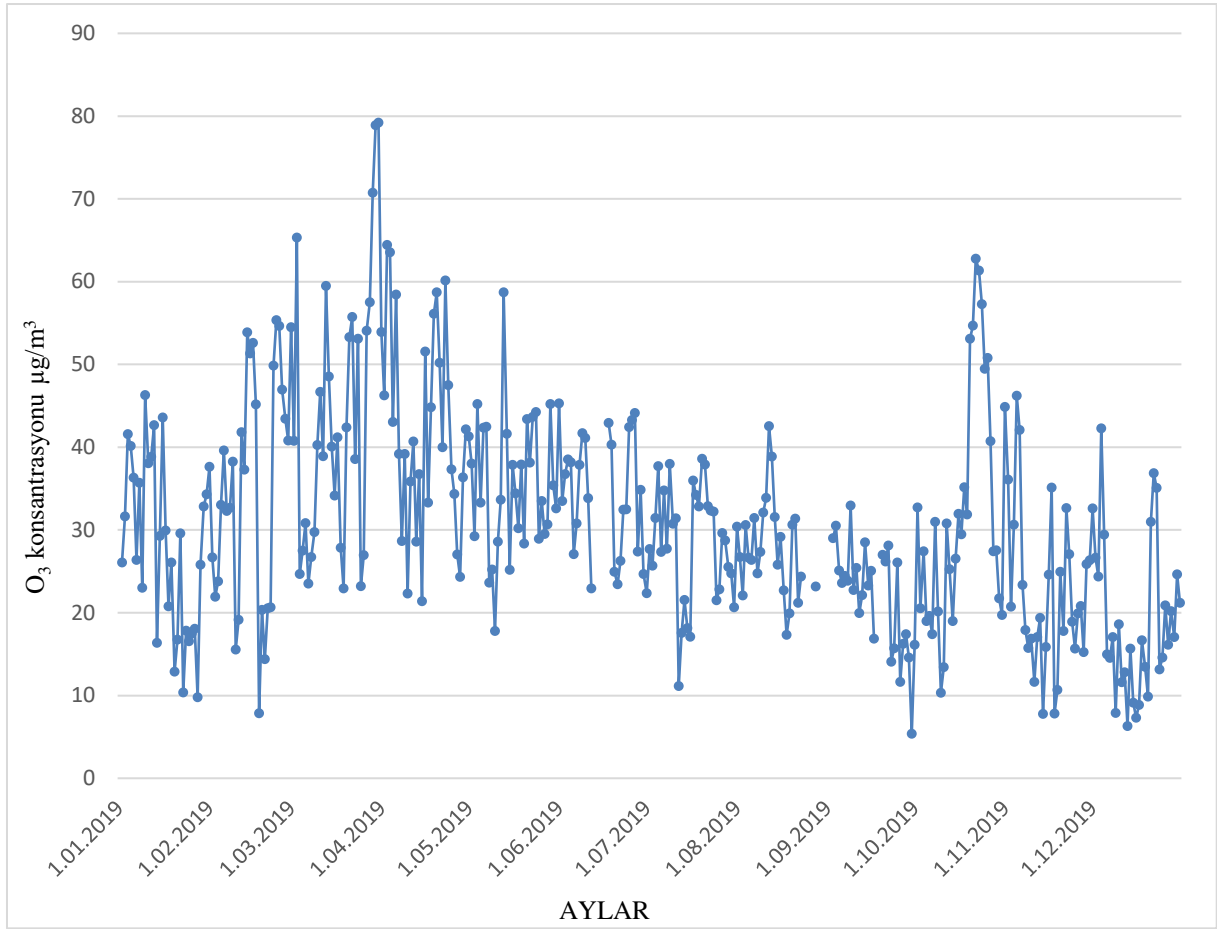
Ümraniye İBB ölçüm istasyonu için seçilen yıllara ait günlük O₃ konsantrasyonlarının aylık bazda değişimin değerlendirilmesi amacıyla kutu grafikleri çizilmiştir. Ümraniye İBB istasyonlarının verilerine göre kutu grafikleri 2018 yılı için Şekil 5.48'de verilmiştir.



Şekil 5.48 Ümraniye İBB O₃ 2018 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Haziran, Eylül ve Aralık ayları genel olarak simetrik dağılım göstermektedir. Ağustos ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve aylık ortalamayı aşan günler görülmüştür. 23 Ağustos 2018 tarihinde O₃ değeri 84,3 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır. Ozon ölçümlerinin diğer kirleticilerden farklı olarak yaz aylarında en yüksek konsantrasyona erişmesi beklenir. Şekil 5.46'ya bakıldığında bu beklenti gözlemlenmiştir.

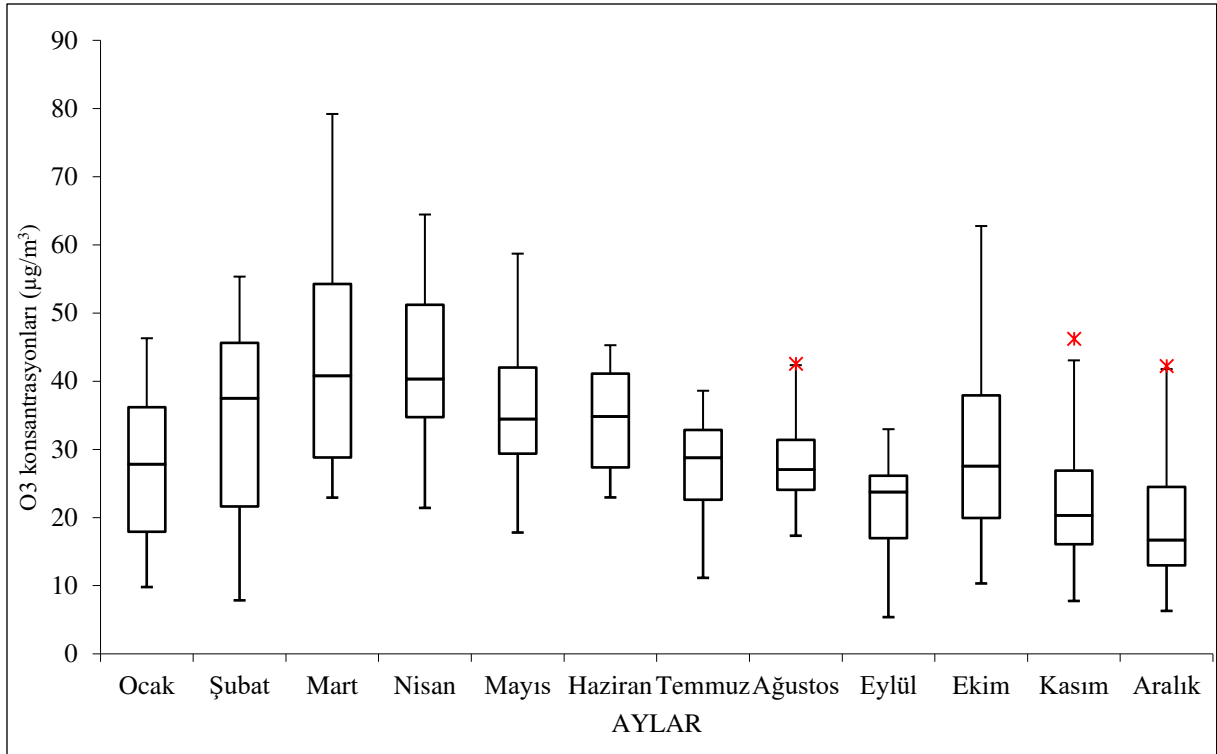
Ümraniye İBB istasyonu verilerine göre 2019 yılı için çizilmiş zaman serisi grafiği Şekil 5.49'da verilmiştir.



Şekil 5.49 Ümraniye İBB O₃ 2019 Yıllı Zaman Serisi Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için günlük ortalama O₃ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2019 yılına ait ortalama O₃ konsantrasyonu 31 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük O₃ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, sonbahar Eylül ayında 5,39 µg/m³, maksimum değeri ise ilkbaharda Mart ayında 79 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

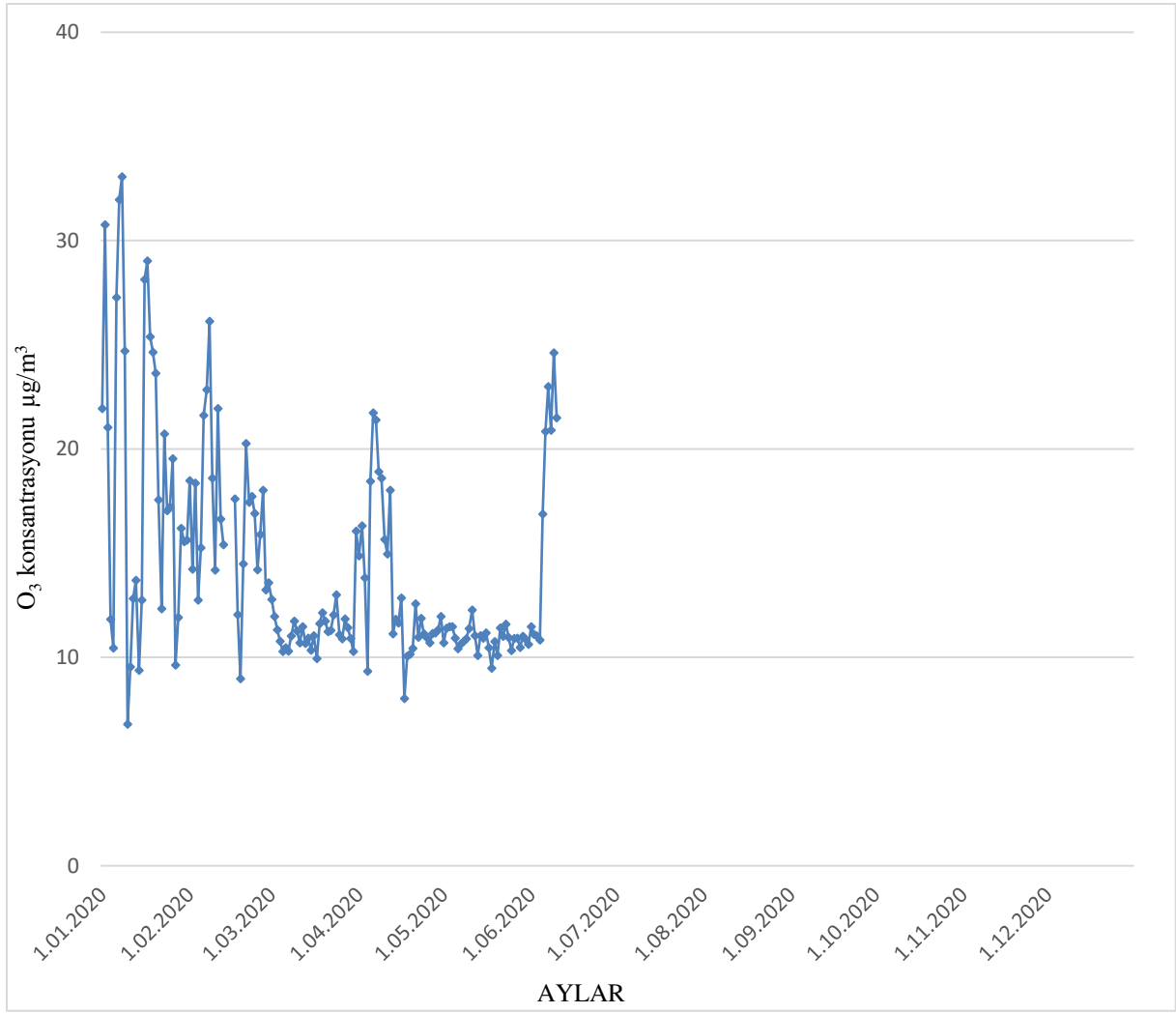
Ümraniye İBB istasyonu verilerine göre 2019 yılı için çizilmiş olan kutu grafiği Şekil 5.50'de verilmiştir.



Şekil 5.50 Ümraniye İBB O₃ 2019 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Ocak ve Haziran ayları genel olarak simetrik dağılım göstermektedir. Ağustos, Kasım ve Aralık ayı ölçümlerinde grafiğin dışında kalan ve uç değerler günler görülmüştür. 4 Aralık 2019 tarihinde O₃ değeri 42,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır. Şekil 5.48’de görülen yaz aylarında yükselmesini beklediğimiz konsantrasyon trendi beklediğimiz gibi değildir. Bunun sebebi ozonun öncel gazlarının konsantrasyonlarında meydana gelen azalmalar olabilir. Şekil 5.32 ve 5.34’de de görüldüğü üzere 2019 yılının özellikle yaz aylarında NO₂ konsantrasyonunda azalmalar söz konusudur.

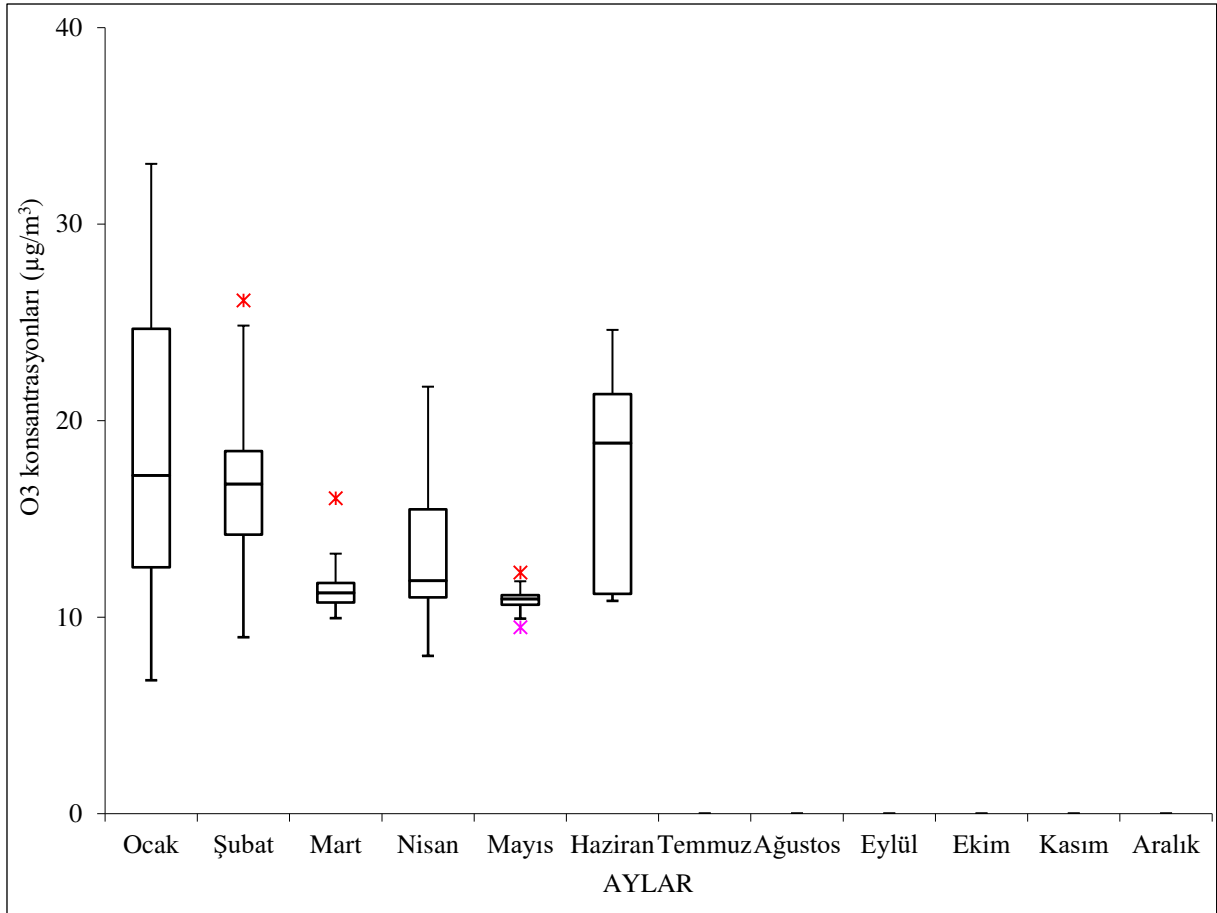
Ümraniye İBB istasyonu verilerine göre 2020 yılı için çizilmiş zaman serisi grafiği Şekil 5.51’de verilmiştir.



Şekil 5.51 Ümraniye İBB O₃ 2020 Yılı Zaman Serisi Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için günlük ortalama O₃ konsantrasyonları değerlendirildiğinde; 2020 yılına ait ortalama O₃ konsantrasyonu 14,36 µg/m³'tür. Ümraniye İBB istasyonuna ait günlük O₃ konsantrasyonları için minimum konsantrasyon değeri, kışın Ocak ayında 7 µg/m³, maksimum değeri ise, kışın Ocak ayında 33 µg/m³ olarak ölçülmüştür.

Ümraniye İBB istasyonu verilerine göre 2020 yılı için çizilmiş olan kutu grafiği Şekil 5.52'de verilmiştir.



Şekil 5.52 Ümraniye İBB O₃ 2020 Yılı Kutu Grafiği.

Ümraniye İBB istasyonu için kutu grafiği incelendiğinde; Haziran ayından itibaren ölçüm yapılmamıştır. Yılın ilk yarısında yapılan ölçümlere göre değerlendirildiğinde, Şubat, Mart, Mayıs aylarında grafiğin dışında kalan ve aylık ortalamayı aşan günler görülmüştür. 8 Şubat 2020 tarihinde O₃ değeri 26,13 µg/m³ olarak ölçülmüş ve kutu grafiğinin dışında kalmıştır.

Seçilen yıllara göre yapılan değerlendirmede; 2018 yılına göre O₃ konsantrasyon değerleri 2019 yılında düşüş eğilimindedir. 2020 yılının sadece ilk yarısında yapılan ölçümlere rağmen düşüş eğilimi devam etmektedir. O₃ ikincil kirleticisi olduğu için diğer ana kirleticilerin konsantrasyonlarında azalmalar O₃ konsantrasyonlarına olumlu olarak yansıdığı görülmektedir.

Seçilen tüm kirleticiler ve yıllar için her iki istasyonun özet bilgileri Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2’ de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Ümraniye MTHM İstasyonu 2018-2020 Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Yıllar	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO
2018	Ort. $\pm$ Std. Sapma	40,92 $\pm$ 15,30	4,76 $\pm$ 3,51	67,68 $\pm$ 14,87	915,58 $\pm$ 260,76
	Min – Maks.	10,04 – 95,45	0,78 – 17,78	30,85 – 113,74	375,02 - 2016,12
2019	Ort. $\pm$ Std. Sapma	29,16 $\pm$ 12,5	6,68 $\pm$ 4,09	64,59 $\pm$ 15,94	628,49 $\pm$ 222,32
	Min – Maks.	5,70 - 79,24	1,92 – 29,09	29,44 – 116,86	176,81 -1931,24
2020	Ort. $\pm$ Std. Sapma	32,75 $\pm$ 16,19	10,07 $\pm$ 11,89	45,19 $\pm$ 13,67	897,96 $\pm$ 265
	Min – Maks.	9,94 – 115,71	2,17 – 92,40	14,15 – 91,41	354,63 -2261,77

Çizelge 5.2 Ümraniye İBB İstasyonu 2018- 2020 Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Yıllar	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	O ₃
2018	Ort. $\pm$ Std. Sapma	30,65 $\pm$ 11,95	2,19 $\pm$ 0,49	27,92 $\pm$ 15,90	41,46 $\pm$ 12,30
	Min – Maks.	5,94 – 123,9	0,7 – 14,21	8 – 109,2	0,25 - 89
2019	Ort. $\pm$ Std. Sapma	32,41 $\pm$ 16,87	2,63 $\pm$ 1,65	40,96 $\pm$ 24,02	31 $\pm$ 13,05
	Min – Maks.	7,82 – 96,25	0,93 – 16,52	8,25 – 125,11	5,39 – 79,20
2020	Ort. $\pm$ Std. Sapma	30,95 $\pm$ 15,91	3,16 $\pm$ 26,41	45 $\pm$ 27,53	14,36 $\pm$ 5,20
	Min – Maks.	9,68 – 108,91	1,14 – 26,92	3,91 – 125,03	6,79 – 33,07

Çizelge 5.1 ve 5.2’ de verilmiş olan özet bilgilere göre her iki istasyondan da PM₁₀ konsantrasyon değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüş olup yıllar içinde bir azalma olmamış aynı konsantrasyon değerlerinde seyrettiği belirlenmiştir.

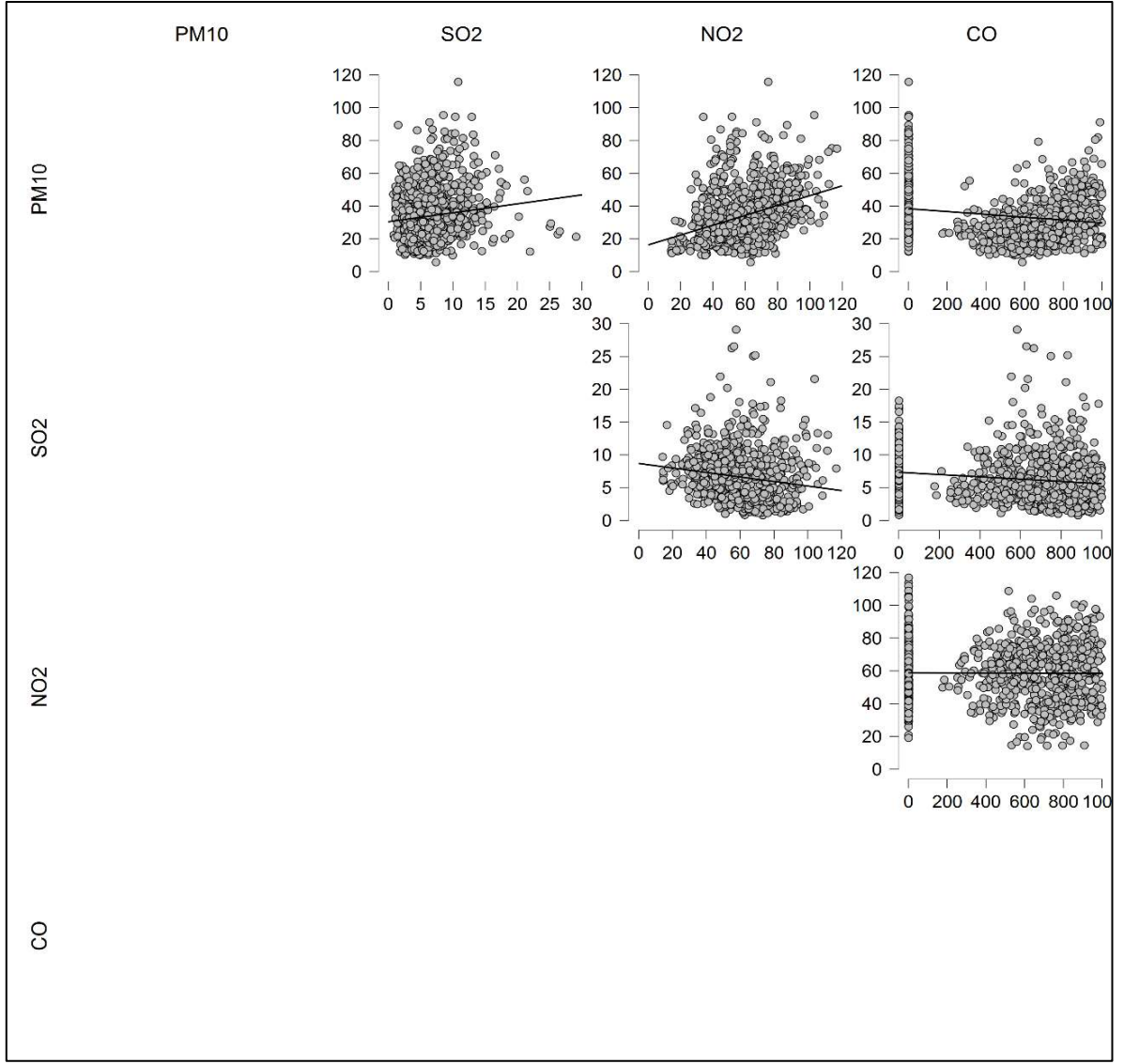
SO₂ konsantrasyonların yıllara içindeki değişimine bakıldığında Ümraniye MTHM istasyonunda anlamlı bir yükseliş eğrisi görülürken Ümraniye İBB istasyonunda ise konsantrasyon değerlerinin neredeyse aynı olduğu görülmüştür.

NO₂ konsantrasyonlarının yıllar içindeki değişimine bakıldığında Ümraniye MTHM istasyonunda düşüş eğrisi görülmektedir. Ümraniye İBB istasyonunda ise sert bir yükseliş görülmektedir. Bu yükseliş özellikle 2019 yılındadır. 2020 yılı konsantrasyon değeri 2019 yılına çok yakındır. Ümraniye İBB istasyonu şehir-arka plan ölçümü yapan istasyondur ve sanayi bölgelerine yakın olan bu istasyonda NO₂ konsantrasyonlarının yüksek olmasının

nedeni sanayi kuruluşlarının fosil yakıt kullanması ve yeterli filtreleme sistemlerinin olmamasından kaynaklanmaktadır. 2019 ve 2020 yılları arasındaki değişimin birbirine yakın olması ise 2020 yılının ikinci çeyreğinde neredeyse tüm sanayi faaliyetleri Covid19 küresel salgınından dolayı neredeyse durdurulmasından kaynaklanmaktadır.

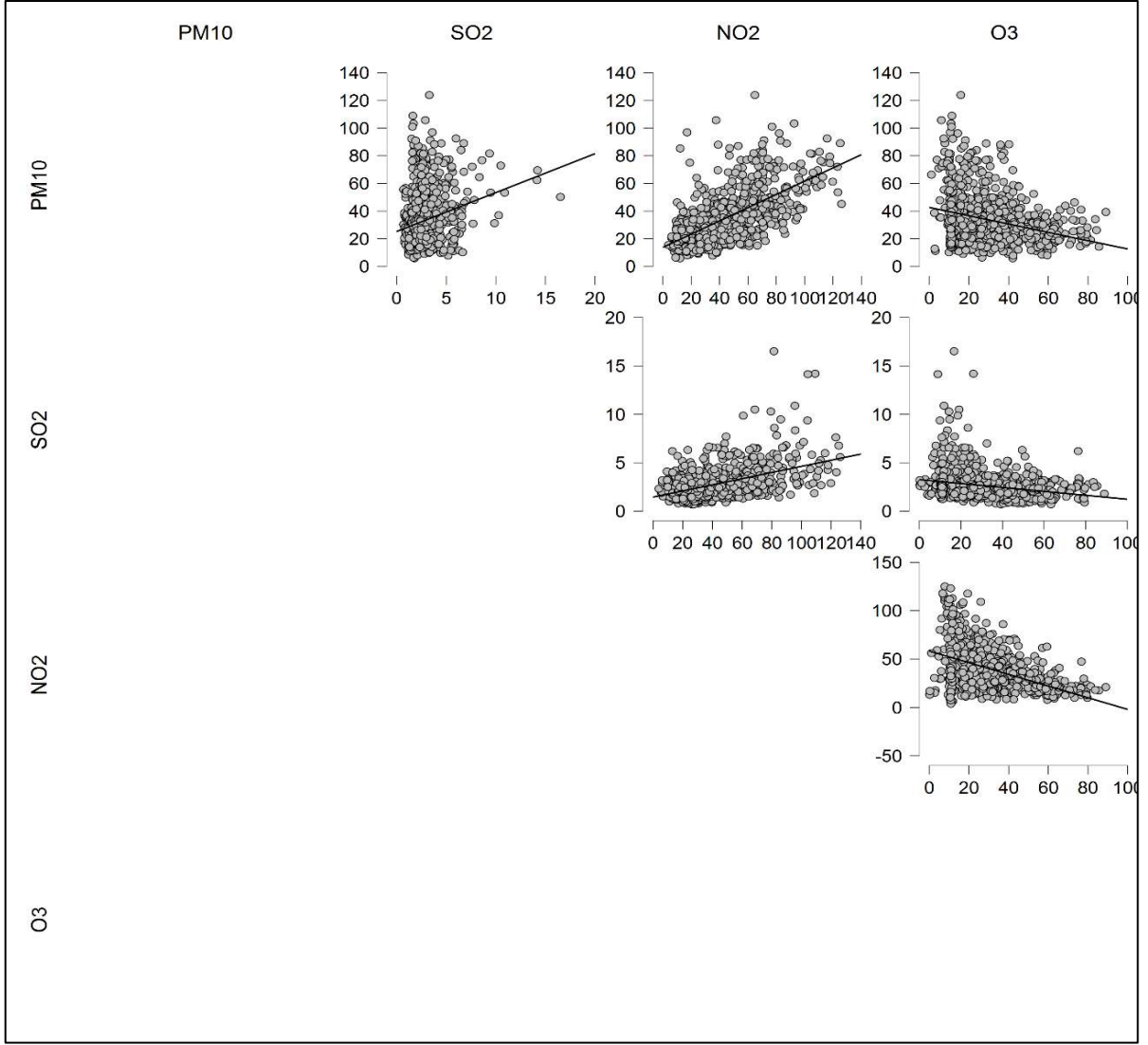
CO konsantrasyonunun yıllar içindeki değerleri seçilen yıllar için birbirine yakın değerlerde seyretmiştir. Yıllar içinde anlamlı bir değişim görülmemiştir. CO konsantrasyonu sadece Ümraniye MTHM istasyonunda ölçülmüştür.

O₃ konsantrasyonunun yıllar içindeki değişimine bakıldığında ise anlamlı bir azalma olduğu görülmüştür. O₃ ikincil kirletici olduğu için atmosferde bulunan Uçucu Organik Bileşikler (UOB) ile NO_x'lerin güneş ışığı ile reaksiyonu sonucu oluştuğu için diğer kirleticilerle bağlantılıdır. Bu azalmanın sebebi sadece ozon oluşumu için atmosferde uygun koşulların oluşmamasından kaynaklanmaktadır. O₃ konsantrasyonları sadece Ümraniye İBB istasyonunda ölçülmüştür.



Şekil 5.53 MTHM İstasyonu Kirleticileri için Korelasyon Matrisleri Grafiği.

Şekil 5.53 ve Şekil 5.54’de sırayla MTHM ve İBB istasyonları için çizilen korelasyon matrislerinin grafiklerine bakıldığında; Şekil 5.51 incelendiğinde, sadece $\text{NO}_2 - \text{CO}$ arasında yüksek korelasyon vardır. $\text{PM}_{10} - \text{SO}_2$ ve $\text{PM}_{10} - \text{NO}_2$ arasında pozitif yönde bir ilişki varken, $\text{PM}_{10} - \text{CO}$, $\text{SO}_2 - \text{NO}_2$ ve $\text{SO}_2 - \text{CO}$ arasında negatif yönde bir ilişki vardır.



Şekil 5.54 İBB İstasyonu Kirleticileri için Korelasyon Matrisleri Grafiği.

Şekil 5.54 incelendiğinde ise kirleticiler arasında yüksek korelasyon olan grafik yoktur. $PM_{10} - SO_2$, $PM_{10} - NO_2$, $SO_2 - NO_2$ arasında pozitif yönde bir ilişki vardır. $PM_{10} - O_3$, $SO_2 - O_3$, $NO_2 - O_3$ arasında negatif yönde bir ilişki vardır.

Zeydan ve Pekkaya (2021), tarafından yapılan bir çalışmada ülkemizdeki 5 hava kirleticisini (PM_{10} , SO_2 , NO_2 , CO , O_3) aynı anda ölçen istasyonların 2019 yılı için değerlendirilmesi yapılmıştır. İstanbul'daki en kötü hava kalitesine sahip olan istasyonun Kağıthane hava kalitesi izleme istasyonu olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen veriler, Zeydan ve Pekkaya'nın çalışması ile kıyaslandığında Ümraniye İBB ve Ümraniye MHTM istasyonlarının hava kalitesinin daha iyi olduğu görülmüştür.

Bozkurt (2018), tarafından yapılan çalışmada Marmara Temiz Hava Merkezine ait ölçüm istasyonlarından verileri alınan $PM_{2.5}$ ve PM_{10} kirleticilerinin 2017 yılı için bölgesel ve mevsimsel değişimlerinin ve meteorolojik parametrelerle ilişkilerini incelemiştir. Ümraniye MTHM istasyonunda 2017 yılında ortalama PM_{10} değeri $39 \mu g/m^3$ olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler, Bozkurt'un yaptığı çalışmayla kıyaslandığında Ümraniye MTHM istasyonundaki 2018 yılında PM_{10} konsantrasyonu yüksek olmasının karşın 2019 ve 2020 yıllarında PM_{10} konsantrasyonlarında azalma görülmüştür.

Demirarslan ve Akıncı (2018), yaptıkları çalışmada Marmara Bölgesinin kış sezonunda hava kalitesinin (SO_2 ve PM_{10} için) 2015 ve 2016 yılları için değerlendirmesini yapmıştır. İstanbul için en kötü hava kalitesine sahip istasyonlar Esenyurt ve Kandilli MTHM istasyonudur. Bu çalışmada elde edilen veriler, Demiraslan ve Akıncı'nın yaptığı çalışmayla kıyaslandığında Ümraniye ilçesinde PM_{10} ve SO_2 konsantrasyonlarında düşüş eğilimi görülmüştür.

Kopuz ve Dinçer, (2017), yaptıkları çalışmada İstanbul bölgesinde dış ortam hava kalitesinde SO_2 konsantrasyonun 2013- 2016 yılları için incelemesini yapmıştır. SO_2 konsantrasyon değerlerine göre hava kalitesinin iyi olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler Kopuz ve Dinçer'in yaptığı çalışmayla karşılaştırıldığında SO_2 konsantrasyonlarında az miktarda da olsa düşüş eğilimi görülmüş olup, 2020 yılında Ümraniye MTHM istasyonunda yükseliş görülmüştür.

Menteşe ve Özgür Oğurtanı (2020), yaptıkları çalışmada İstanbul'un 10 yıllık (2007-2017) hava kalitesinin mekânsal analizini incelemiştir. Hava kirleticilerinin mevsimsel farklılıklar göstermiş ve ısınma ihtiyacının olduğu dönemlerde, ozon hariç tüm kirleticiler diğer periyotlara göre daha yüksek konsantrasyonlarda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca seçilen yıllarda CO ve O_3 konsantrasyonlarının anlamlı bir yükseliş eğrisi çizdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler Mentese ve Özgür Oğurtanı'nın yaptığı çalışmayla kıyaslandığında hava kalitesinde kısmen iyileşme olduğu görülmüştür.



BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İstanbul ili Ümraniye ilçesinde bulunan 2 adet Hava Kalitesi İzleme istasyonu için 2018 – 2020 yıllarını içeren bu çalışmada; PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, O₃ kirleticileri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Kirletici ölçüm verileri, Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından elde edilmiştir. PM₁₀ konsantrasyonları hariç diğer kirleticilerde HKDYY’de belirlenmiş olan sınır değerlerin altında kalmıştır. Ülkemizde en önemli hava kirleticisi olan PM₁₀ kirliliği Ümraniye ilçesinde de aynı şekilde gözlemlenmektedir. 2019 yılına kadar her yıl azaltılan limit değerler 2019 yılı itibariyle AB ile uyumlu hale getirilmiştir. Çalışmanın neticesinde yapılan tespitler Ümraniye MTHM ve Ümraniye İBB istasyonları için aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. PM₁₀ kirletici konsantrasyonlarına göre çizilmiş olan zaman serisi grafikleri incelendiğinde, HKDYY’ye göre belirlenmiş sınır değerler seçilmiş olan tüm yıllarda aşılmıştır. 2018 yılında sınır değer 60 µg/m³’tür. Ümraniye MTHM istasyonu için; 2018 yılında 30 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamış olup, ölçümün olmadığı günler çıkartılarak yapılan değerlendirmede 18 gün limit aşımı olmuştur. 2019 ve 2020 yılında HKDYY’ye göre sınır değer 50 µg/m³’tür. 2019 yılında 9 gün ölçüm yapılmamış olup, ölçümün yapılmadığı günler çıkartılarak yapılan değerlendirmede 26 gün limit aşımı olmuştur. 2020 yılında ise 8 gün ölçüm yapılmamış, ölçümün yapılmadığı günler çıkartıldığında 47 gün limit aşımı olmuştur. Ümraniye İBB istasyonu için; 2018 yılında 41 gün boyunca ölçüm yapılmamış olup, ölçümün yapılmadığı günler çıkartıldığında 27 gün limit aşımı olmuştur. 2019 yılı ise 16 gün ölçüm yapılmamış olup, ölçümün olmadığı günler çıkartılarak değerlendirildiğinde 42 gün limit aşımı olmuştur. 2020 yılında 44 gün boyunca ölçüm yapılmamış, ölçümün yapılmadığı günler çıkartılarak değerlendirildiğinde 42 gün limit aşımı olmuştur.
2. SO₂ kirletici konsantrasyonlarına göre çizilmiş olan zaman serisi grafikleri incelendiğinde, HKDYY’ye göre belirlenmiş sınır değerler; 2018 yılında 150 µg/m³, 2019 ve 2020 yıllarında ise 125 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Çalışma yapılan yıllarda

belirlenmiş olan sınır değerler yakalanmış olup limit gün aşımı olmamıştır. Ümraniye MTHM istasyonu için; 2018 yılında 26 gün boyunca, 2019 yılında 3 gün ve 2020 yılında ise 8 gün ölçüm yapılmamıştır. Ümraniye İBB istasyonu için; 2018 yılında 35 gün boyunca, 2019 yılında 22 gün ve 2020 yılında ise 35 gün boyunca ölçüm yapılmamıştır. Çalışmada seçilen yıllarla karşılaştırıldığında 2020 yılının sonlarına doğru SO₂ konsantrasyonunda bu sert yükselişin sebebi cihaz kalibrasyonlarının bozuk olabileceğinden kaynaklanabilir. Ümraniye İBB istasyonu için; 5 Nisan 2018 tarihinde ise SO₂ değeri 14,2 µg/m³ olarak ölçülmüş olup grafikte belirlenen uç değerin dışında kalmıştır. 18 Aralık 2019 tarihinde SO₂ değeri 16,52 µg/m³ olarak ölçülmüş olup bu değer grafikte belirlenen uç değer olarak görülmüştür. 22 Ekim 2020 tarihinde SO₂ değeri 26,9 µg/m³ olarak ölçülmüştür. 22 Ekim gününde görülen en yüksek değer grafiğin pik noktası olup bu değer ölçümlerde olağan bir durum olarak değerlendirilebilir.

3. NO₂ kirleticisi konsantrasyonlarına göre çizilmiş olan zaman serisi grafikleri incelendiğinde, HKDYY'ye göre belirlenmiş sınır değerler; 2018 yılında 270 µg/m³, 2019 yılında 250 µg/m³ ve 2020 yılında ise 200 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Çalışma yapılan yıllarda belirlenmiş olan sınır değerler yakalanmış olup limit gün aşımı olmamıştır. Ümraniye MTHM istasyonu için; 2018 yılında 89 gün boyunca, 2019 yılında 4 gün ve 2020 yılında ise 12 gün ölçüm yapılmamıştır. Ümraniye İBB istasyonu için; 2018 yılında 41 gün boyunca, 2019 yılında 26 gün ve 2020 yılında ise 69 gün boyunca ölçüm yapılmamıştır.
4. CO konsantrasyon ölçümleri sadece Ümraniye MTHM istasyonunda yapılmıştır. Ümraniye İBB istasyonunda CO ölçümü yapılmamıştır. CO kirleticisi konsantrasyonlarına göre çizilmiş olan zaman serisi grafikleri incelendiğinde, HKDYY'ye göre belirlenmiş sınır değerler; 2018, 2019 ve 2020 yılları için 10000 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Çalışma yapılan yıllarda belirlenmiş olan sınır değeri aşılmamıştır. Ümraniye MTHM istasyonunda, 2018 yılında 23 gün boyunca, 2019 ve 2020 yıllarında ise 8 gün ölçüm yapılmamıştır. Yıllık ortalama konsantrasyon değerleri sırayla; 916 µg/m³, 628 µg/m³, 898 µg/m³ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu yıllık ortalama veriler belirlenmiş olan sınır değerin çok altında olduğu görülmektedir.
5. O₃ ikincil kirleticilerdendir. Atmosferde O₃ oluşumu atmosferde bulunan kirleticilerin güneş ışığı ile kompleks reaksiyonları sonucunda oluşur. Bu durumda atmosferde ölçümü yapılan ozon NOx'lerin reaksiyonu sonucu oluşmaktadır, bu reaksiyonların

detaylı denklemleri 2.4, 2.5 ve 2.6' da gösterilmiştir. O₃ kirletici konsantrasyonları incelendiğinde çalışmada seçilen tüm yıllar için belirlenmiş olan sınır değer 120 µg/m³'tür ve bu değer tüm yıllarda sağlanmıştır. O₃ konsantrasyonları sadece Ümraniye İBB istasyonunda ölçülmüş olup 2018 yılında 22 gün, 2019 yılında 16 gün, 2020 yılında ise 206 gün boyunca istasyonda ölçüm yapılmamıştır. Bu verilere göre ilçede O₃ kirletici konsantrasyonu oldukça düşük seyretmektedir. Yıllık ortalama konsantrasyon değerleri sırayla; 41 µg/m³, 31 µg/m³, 14,36 µg/m³ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre ise Ümraniye ilçesinde O₃ konsantrasyonları belirlenmiş olan sınır değerlere uygundur.

6. PM₁₀ konsantrasyonları yıllara göre karşılaştırıldığında sınır değeri aşan gün sayısı her yıl artmıştır. Sonbahar ve kış mevsimlerinde, ısınmadan kaynaklı yakıt kullanımının artmasıyla beraber motorlu taşıtların trafikte olması ve ilçede bulunan büyük ve küçük organize sanayi bölgelerinin enerji kaynaklı yakıt kullanımının olması, PM₁₀ konsantrasyonlarının yüksek seviyelerde olmasına neden olmuştur. Ayrıca, en fazla gün aşımı 2020 yılında 47 gün ile PM₁₀ konsantrasyonlarında olmuştur. Bunlarla beraber sıcaklığın azalması, ısınma kaynaklı yakıt kullanımlarındaki artışa neden olması sebebiyle, azalan sıcaklıkla kirlilik konsantrasyonlarında artış eğilimi gözlenmektedir.
7. NO₂ kirletici konsantrasyonları için belirlenen sınır değeri aşılmamış olup hesaplanan yıllık ortalama değerler çok daha alt seviyelerde seyretmektedir. Her iki istasyon beraber değerlendirildiğinde yıllık ortalamalar sırayla; 50 µg/m³, 53 µg/m³, 45 µg/m³ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca yine her iki istasyon beraber değerlendirildiğinde yıllık ölçüm yapılmayan gün sayıları sırayla; 2018 yılında 130 gün, 2019 yılında 30 gün, 2020 yılında 81 gün olarak hesaplanmıştır. Bu verilerle NO₂ ölçümlerinin sağlıklı olduğunu söyleyebiliriz. Fakat HKDYY'ye göre veri yeterliliği için %75 oran mevcuttur bu nedenle 2018 yılı için bu yorumu yapmak doğru değildir.

Atmosfere karışan birincil kirleticiler, güneş ışığı ve UOB'lerle çeşitli kompleks reaksiyonlar sonucunda ozon oluşumuna neden olmaktadır. Bu durumun sonucunda ise sera etkisi artmakta ve dünyanın ısınmasına yol açmaktadır. Tüm bu etkiler dünya ikliminin değişmesiyle sonuçlanmıştır. İklim değişikliği ile mücadele kapsamında Uluslararası Kyoto Protokolü Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi imzalamıştır. Türkiye 2009 yılında Kyoto Protokolünü imzalamıştır. Kyoto Protokolünün en temel amacı atmosferde bulunan yoğun sera gazı etkisini dengelenmesi ve tarafların emisyon değerlerini 1990 yılındaki

seviyelerine çekmesidir. Kyoto Protokolü 2020 yılı itibariyle sona ereceği için 2015 yılında Fransa’da gerçekleştirilen 21. Taraflar Konferansında (COP21) Paris Anlaşması kabul edilmiştir. Ülkemiz Paris Anlaşmasına taraf olmamıştır fakat Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanını 2015 yılında Sözleşme Sekretaryasına sunmuştur. Paris Anlaşmasının amacı küresel ortalama sıcaklık artışını +2 derecenin altına düşürmektir. Değişen iklime adapte olmak ve bu kötü gidişe dur demek için artık daha fazla geç kalmadan gerekli önlemleri almalıyız.

Tüm bu sonuçlardan yola çıkarak Ümraniye ilçesinin hava kalitesini iyileştirmek için; hava kalitesinin korunması amacıyla Ümraniye İlçesi temiz hava eylem planları hazırlanmalı, ilgili bakanlıklarla ve kurumlarla ortak çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmalarla ilçe için en sağlıklı hava kalitesi değerleri belirlenmeli ve üretime kirliliğin önüne geçilmelidir. Sürdürülebilir ekonomi ve yeşil üretimi destekleyen stratejilerin belirlenmesi gerekmektedir. 2019 yılında çağrısı yapılan Avrupa Yeşil Mutabakatında olduğu gibi Ümraniye ilçesi için, iklim hedefleri belirlenmeli, sürdürülebilir, temiz ve güvenli enerjiye ulaşım sağlanmalı, endüstriyel simbiyoz sistemi kurularak döngüsel ekonomi desteklenmeli, akıllı şehir planı yapılmalıdır. Ayrıca üretimde ve konut ısıtmasında kullanılan fosil kaynaklı yakıtlar yerine yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı bakanlıklar ile koordineli çalışılarak teşvik edilmelidir. Bu çalışmada hava kalitesi değerlendirilen İstanbul ili Ümraniye ilçesi için alınması önerilen önlemler şöyle sıralanabilir;

1. Sanayi ve endüstriyel kuruluşlarda kullanılan yakıtların kaliteleri takip edilmeli ve yasal mevzuatta olması gereken emisyon sınırlarının uygunluğu sağlanmalıdır.
2. 2872 sayılı Çevre Kanunu ve Kanuna bağlı Yönetmelikler açısından hava kirliliğine sebep olan endüstri ve sanayi kuruluşlarının hava kirliliği önlenmesi için belirlenmiş olan kuralların uygulanması sağlanmalıdır.
3. Şehir merkezinde, konut alanlarının etrafında veya altında bulunan üretim yerlerinin sanayi bölgelerine taşınması desteklenmeli, var olan sanayi bölgesindeki konutlarında taşınması sağlanmalıdır.
4. Trafik akışından kaynaklanan hava kirliliğinin azaltılması için egzoz emisyonlarının kontrolü ve düzenli denetimi sağlanmalıdır.
5. Araçlarda kullanılan yakıtlara standart getirilmeli ve yakıt kalitesi sağlanmalıdır.
6. Trafikte olan araçların yaşları kontrol edilmeli belirli bir yaştan üzerindeki araçların trafiğe çıkışı yasaklanmalı ve yaşı geçmiş olan araçlar belirli bir ödeme karşılığında geri alınarak trafikte olan araç yaşının genç olması teşvik edilmelidir.

7. Ayrıca yollardaki asfalt kalitesi yükseltilmeli ve yol kapasitesi artırılmalıdır.
8. Konut ısınmasında kullanılan fosil kaynaklı yakıtların kalitesi yükseltilmeli ve belli bir standart getirilmeli. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları (güneş ve rüzgar enerjisi) teşvik edilerek desteklenmelidir.

Yaşadığımız dünyada bizim için en önemli ihtiyaçlardan biri olan havanın kalitesini artıran en büyük unsur yeşil alanlarımızdır. Yaklaşık 8 milyon metreküplük yeşil alanla sahip Ümraniye ilçesi Belediye tarafından yapılan Millet Bahçeleriyle, mahalle içlerine yapılabilecek parklarla, sokaklarda oluşturulabilecek pilot ölçekte yeşil alanlarla bu alanlar daha da artırılmalıdır.

Son söz olarak, yaşadığımız bu güzel dünya için hepimiz sorumluluğumuzun farkında olmalı ve gerekli tüm kişisel, kurumsal tedbirleri almakla yükümlüyüz. Tezimi yazarken dünyamızda gerçekleşen ve bazıları hala devam eden birkaç olayı not düşmek istiyorum. 2019 Haziran'da başlayan ve 240 gün süren (yüksek sıcaklıktan kendi kendine çıkan) ve yaklaşık 8 milyon hektarı alanın kül olduğu tarihin en büyük yangını "Avusturalya yangını" sonrasında 2020 yılında tüm dünyayı etkisi altına alan Covid19 pandemisi milyonlarca insanın ölümüne neden oldu ve hala devam etmekte, 28 Temmuz'da ülkemizde başlayan ve dünyamızın birçok ülkesinde (Kanada, İtalya, Fransa, Yunanistan, Bosna Hersek, Güney Amerika, ABD, Romanya, Rusya) binlerce noktada devam eden yangın felaketleriyle boğuşurken herkesi durup düşünmeye ve sorumluk almaya davet ediyorum. Bu savurgan ve hoyrat gidişe dur demenin vakti çoktan geçti, dönüşü olmayan noktaya geldik. Bundan sonrası için değişime adapte olmaya çalışmalı ve daha bilinçli daha farkındalıklı olmalıyız. Diliyorum ki seneler sonra bu satırlar okunduğunda sürdürülebilir bir dünyada masmavi gök altında, şarıl şarıl akan suların yanında yemyeşil ormanlara karşısınızdır.



KAYNAKLAR

- Akdemir A** (2020) Hava Kirleticisi Ölçümleri ve Modellenmesi. *Ders Notu*, OnDokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun
- Alpaslan H. T** (2017) Erzurum İli Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum, 91 s.
- Bozkurt Z** (2018) PM₁₀ ve PM_{2.5} Boyutundaki Atmosferik Partiküllerin Bölgesel, Mevsimsel Değişimlerinin ve Meteorolojik Parametrelerle İlişkilerinin İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(4): 1305-1320.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** (2005) Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 14.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** (2008) Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 19.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** (2009) Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 7.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** (2020) İstanbul İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, T.C. İstanbul Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, İstanbul, 302 s.
- Demirarslan K O ve Akıncı H** (2018) CBS ve Hava Kalitesi Verileri Kullanılarak Marmara Bölgesinin Kış Sezonunda Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4 81 9: 11-27.
- Erisman J W, Grennfelt P and Sutton M** (2001) Nitrogen Emission and Deposition: The European Perspective. *The Scientific World JOURNAL*, 1, 879-896.
- Galatioto F, Ferguson-Moore J and Calderwood R** (2021) Mobile Monitoring for the Spatial and Temporal Assessment of Local Air Quality (NO₂) in the City of London. *Atmosphere*, 12(1), 106.
- Gemici Z, Kale O, Yuva H ve Çağan İ** (2017) Hava Kalitesi İzleme Sürecinde Yasal Yükümlülükler. *VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu*, 1-3 Kasım 2017, Antalya, 583-592.
- Graham J A, Grant L D, Folinsbee L J, Kotchmar D J and Garner J H R** (1997) *Environmental Health Criteria Nitrogen oxides*. 2. Basım, ISBN: 92 4 157188 8, World Health Organization, Geneva, 550 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Gül İ, Yorulmaz F, Altınok A ve Eskiocak M** (2019) Edirne İl Merkezinde 2014-2016 Yılları Arasında Dış Ortam Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Eskişehir Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi*, 4(2), 133-143.
- Gürsoy Haksevenler B H, Çelik Onat G N, Akpınar B ve Bedel T** (2020) Yerel Yönetimler İçin Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Ümraniye Belediyesi Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2): 319-333.
- İskender S, Bolu F, Yılmaz M ve Mayda A S** (2016) Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 1 Ekim 2011-31 Mart 2015 Tarihleri Arasındaki Verilerinin İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3): 161-167.
- Kahraman O** (2020) Nevşehir İlinde Hava Kalitesinin ve Meteorolojik Faktörlerin Hava Kirliliği Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2), 391-404.
- Kara M, Mangir N, Bayram A and Elbir T** (2014) A Spatially High Resolution and Activity Based Emissions Inventory for the Metropolitan Area of Istanbul, Turkey. *Aerosol and Air Quality Research*, 14(1), 10-20.
- Karakuş C B ve Yıldız S** (2019) Hava Kalite İndeksi ile Meteorolojik Parametreler Arasındaki İlişkinin Çoklu Regresyon Yöntemi ile Belirlenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 8(2): 698-711.
- Kılıç E** (2008) Bayburt İlinin Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi *Yüksek Lisans Tezi* Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum, 60.
- Kopuz E B and Dinçer B** (2017) Outdoor Air Quality Sulphur Dioxide in Istanbul. *Bulgarian Chemical Communications*, 49(6); 64–69.
- Kunt F** (2007) Hava Kirliliğinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Modellenmesi ve Tahmini *Yüksek Lisans Tezi* Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 79.
- Kurvits T and Marta T** (1998) Agricultural NH₃ and NO_x Emissions in Canada. *Environmental Pollution*, Nitrogen the Confer-N-s First International Nitrogen Conference, 102(1): 187-194.
- Luo H, Han Y, Cheng X, Lu C and Wu Y** (2020) Spatiotemporal Variations in Particulate Matter and Air Quality over China: National, Regional and Urban Scales. *Atmosphere*, 12(43), 19.
- Menteşe S and Özgür Oğurtanı S** (2020) Spatial and temporal look at ten-years air quality of Istanbul city. *International Journal of Environmental Science and Technology* 14.
- Morcalı M H and Akan D S** (2017) Monitoring and Determination of Air Pollution Sources in Kahramanmaraş. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(2), 105-115.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Mutlu A** (2019) Hava Kalitesi ve Meteoroloji: Korelasyon, Trend ve Epizot Analizleri. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4): 724-741.
- Oğuz K** (2020) Nevşehir İlinde Hava Kalitesinin ve Meteorolojik Faktörlerin Hava Kirliliği Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2): 391-404.
- Özaslan Ü** (2008) Kocaeli Kentinde Hava Kirliliğine Neden Olan İnorganik Gaz Kirleticisi Düzeylerinin Dağılımlarının ve Kaynaklarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi* Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı İzmit, 73 s.
- Özbey B G, Geven F, Güney K, Bölükbaşı A ve Günday B** (2017) Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Hava Kalite Analizi (Mayıs 2016-2017). *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* 5(2): 50-64.
- Özgür Oğurtanı S** (2019) İstanbul İli Hava Kalitesinin Mekansal ve Mevsimsel Değişimi *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Çanakkale, 121 s.
- Türkeş D M** (2000) Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma, 19.
- Zengin N** (2019) Bursa Organize Sanayi Bölgelerindeki Bazı Tekstil Firmalardan Kaynaklanan CO ve NOX Emisyonlarının Aermod ile Modellenmesiyle Kent Atmosferindeki Dağılımının Araştırılması *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, 120 s.
- Zeydan Ö and Pekkaya M** (2021) Evaluating air quality monitoring stations in Turkey by using multi criteria decision making. *Atmospheric Pollution Research*, 12(5), 101046.



ÖZGEÇMİŞ

Sena İNCEOĞLU, İlk, orta ve lise öğrenimini Kdz. Ereğli’de tamamlamıştır. 2012 yılında Gülüş İbrahim İzmirli Anadolu Lisesi’nde eğitimini tamamlamış, 2012 yılında kazanmış olduğu Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden 2016 yılında mezun olmuştur. 2019 yılında Ümraniye Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğünde Çevre Mühendisi olarak çalışmaya başlamış ve halen devam etmektedir. 2017 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde Yüksek Lisans Programına başlamıştır.