



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KONYA İLİ HAVA KALİTESİNİN ZAMANSAL, MEKÂNSAL
DEĞİŞİMİ VE SAĞLIK RİSK DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Halil AYDIN

DANIŞMAN

Dr. Öğretim Üyesi Ebru KOÇAK

AKSARAY, 2024

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 212301407 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi **Halil AYDIN** tarafından hazırlanan “(KONYA İLİ HAVA KALİTESİNİN ZAMANSAL, MEKÂNSAL DEĞİŞİMİ VE SAĞLIK RİSK DEĞERLENDİRMESİ)” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Ebru KOÇAK

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Özlem GÜLLÜ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Doç. Dr. Fatma KUNT

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 25/06/2024

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Mehmet Ali HINIS
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Halil AYDIN

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli bilgilerini benimle paylaşan ve büyük bir ilgiyle uzmanlık tezimi yürütmeme yardımcı olan saygıdeğer tez danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Ebru KOÇAK’a,

Bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan Doç. Dr. Gülden GÖK, Doç. Dr. Oğuzhan GÖK, Dr. Öğretim Üyesi Gamze SÖNMEZ’e,

Tez çalışmamın yürütülmesinde sağladığı desteklerden dolayı Konya Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü çalışanlarına, Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkez Müdürlüğü çalışanlarına,

Tez çalışmasında haritalandırmada ki teknik desteği için kuzenim Murat AYDIN’a,

Her zaman yanımda olan aileme, sevgili eşim Ülkü SERTKAN AYDIN’a ve canım oğluma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Halil AYDIN
AKSARAY, 2024

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	2
2.1 Hava Kirliliği ve Kaynakları	2
2.2 Isınmadan (alansal) Kaynaklanan Hava Kirliliği	4
2.3 Motorlu Taşıtlardan (çizgisel) Kaynaklanan Hava Kirliliği.....	5
2.4 Sanayiden (noktasal) Kaynaklanan Hava Kirliliği	6
2.5 Hava Kirleticileri	6
2.5.1 Kükürt dioksit (SO ₂)	6
2.5.2 Azot dioksit (NO ₂)	7
2.5.3 Partikül madde (PM ₁₀ ve PM _{2.5})	8
2.5.4 Ozon (O ₃).....	10
2.5.5 Karbon monoksit (CO)	11
2.6 Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkisi	11
2.7 Hava Kalitesinin İzlenmesi	15
2.7.1 Ulusal/Uluslararası hava kalitesi sınır değerleri	17
2.8 Önceki Çalışmalar	22
3. MATERYAL VE METOT	35
3.1 Çalışma Alanı	35
3.1.1 Nüfus.....	36
3.1.2 İklim.....	37
3.1.3 Sanayi	40
3.1.4 Kullanılan fosil yakıtlar	41
3.1.5 Motorlu kara taşıtları	41
3.2 Hava Kalitesi Ölçümleri	42
3.3 Çalışmada Kullanılan Veri Seti	43
3.4 Hava Kirliliğinin Zamansal ve Mekânsal Değişimi	45
3.5 Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerindeki Etkisi-AirQ+ uygulaması	47
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	48
4.1 PM ₁₀ Zamansal ve Mekânsal Değişimi	48
4.1.1 2019 yılı PM ₁₀ değişimi.....	48
4.1.2 2020 yılı PM ₁₀ değişimi.....	52
4.1.3 2021 yılı PM ₁₀ değişimi.....	57
4.1.4 2019-2021 yılları PM ₁₀ üç yıllık değişimi	61
4.2 PM _{2.5} Zamansal ve Mekânsal Değişimi.....	64
4.2.1 2020 yılı PM _{2.5} değişimi	64
4.2.2 2021 yılı PM _{2.5} değişimi	69
4.2.3 2020-2021 yılları PM _{2.5} iki yıllık değişimi	73
4.3 SO ₂ (Kükürtdioksit) Zamansal ve Mekânsal Değişimi	76
4.3.1 2019 yılı SO ₂ değişimi.....	76
4.3.2 2020 yılı SO ₂ değişimi.....	81

4.3.3 2021 yılı SO ₂ değişimi.....	85
4.3.4 2019-2021 yılları SO ₂ üç yıllık değişimi	88
4.4 CO (Karbonmonoksit) Zamansal ve Mekansal Değişimi	91
4.4.1 2019 yılı CO değişimi.....	91
4.4.2 2020 Yılı CO Değişimi.....	95
4.4.3 2021 yılı CO değişimi.....	98
4.4.4 2019-2021 yılları CO değişimi	102
4.5 O ₃ (Ozon) Zamansal ve Mekânsal Değişimi	105
4.5.1 2020 yılı O ₃ değişimi	105
4.5.2 2021 yılı O ₃ değişimi	109
4.5.3 2020-2021 yılları O ₃ değişimi	113
4.6 NO (Azotmonoksit) Zamansal ve Mekânsal Değişimi	116
4.6.1 2020 yılı NO değişimi	116
4.6.2 2021 yılı NO değişimi	120
4.6.3 2020-2021 yılları NO değişimi.....	124
4.7 NO ₂ (Azotdioksit) Zamansal ve Mekânsal Değişimi	126
4.7.1 2019 yılı NO ₂ değişimi	126
4.7.2 2020 yılı NO ₂ değişimi	129
4.7.3 2021 yılı NO ₂ değişimi	133
4.7.4 2019-2021 yılları NO ₂ üç yıllık değişimi	137
4.8 NO _x (Azotoksit) Zamansal ve Mekânsal Değişimi	139
4.8.1 2020 yılı NO _x değişimi	139
4.8.2 2021 yılı NO _x değişimi	143
4.8.3 2020-2021 yılları NO _x değişimi.....	146
4.9 Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkilerinin AirQ+ ile Belirlenmesi	149
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	152
KAYNAKLAR	156
ÖZGEÇMİŞ.....	162

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA İLİ HAVA KALİTESİNİN ZAMANSAL, MEKÂNSAL DEĞİŞİMİ VE SAĞLIK RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Halil AYDIN

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Ebru KOÇAK

ÖZET

Bu çalışma, hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki önemini vurgulayarak, Konya İlindeki Ocak 2019 - Aralık 2021 tarihleri arasında hava kirliliği ölçüm istasyonlarında kaydedilen verilerin analizini amaçlamaktadır. Ölçüm istasyonlarının koordinatlarına göre hava kirleticilerinin mekansal dağılımının haritalandırılması, hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgeleri ve dağılımını belirlemek için hayati öneme sahiptir. Bu çalışma sonucunda Konya'daki temel hava kirliliği seviyelerinin geçmiş sonuçları ile gelecekte alacağı seviyeler arasında bağlantı kurulmaya çalışılarak, kurumların hava kirliliği ile ilgili raporları, sayısal verileri literatürlere aktarılıp, hava kirliliğinin sınırlandırılması ve sağlığa olan etkisinin azaltma önlemleri geliştirmesi için politika yapıcılara sunulması hedeflenmiştir. Atmosferik sıcaklığın arttığı zaman dilimlerinde yüksek konsantrasyonlarda kaydedilen O₃ dışındaki kirletici konsantrasyonlarını hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda limit değerleri aştığı belirlenmiştir. Yüksek ölçülen kirliliğin sebepleri, genellikle ısınma kaynaklı faktörlerle yakından ilişkili olup kullanılan yakıtın niteliği, çeşidi ve miktarıyla da bağlantılıdır. Sanayi bölgelerine yakın konumlanmış istasyonlar ile yoğun nüfus ve trafik hareketliliğinin gözlemlendiği bölgelerdeki istasyonlar, genellikle kirleticilerin kabul edilebilir limit değerlerini aşma eğiliminde olan alanlar olarak belirlenmiştir. Mekânsal değişim için ArcGIS 10.7 coğrafi bilgi sistemleri programı ile hazırlanan haritalarla kirliliğin yoğun olduğu yerler ve dağılımla hangi bölgeleri etkileyebileceği belirlenmeye çalışılmıştır. Hava kirliliğine neden olan kirleticilerin dağılımla o bölgede yaşayan insanlarda solunum ve kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere bir çok olumsuz etkileriyle karşı karşıya kalabilecekleri görülmüştür. DSÖ'nün sunduğu AirQ+ modeli ile yapılan değerlendirmede sırasıyla, 2019 yılında gerçekleşen ölümlerin %9,6'sı, 2020 yılında gerçekleşen ölümlerin %6,3'ü, 2021 yılında gerçekleşen ölümlerin %10,1'i havadaki PM₁₀ kirleticisine maruziyet sonucu gerçekleştiği kabul edilebilir veya ilişkilendirilebilir olarak görülmektedir. PM₁₀ değerleri arttıkça ölümler üzerine etkisi de artmıştır. Bu sebeple, insan sağlığına etkileri ve ekonomik kayıpları minimize etmek amacıyla hava kirliliğini kontrol altına almak için stratejiler ve tedbirlerin geliştirilip uygulanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hava Kirliliği, Sağlık, Partikül Madde, Zamansal değişim, Mekânsal değişim, CBS, AirQ+.

Haziran, 2024; 162 sayfa

M.Sc. THESIS

TEMPORAL, SPATIAL CHANGES IN AIR QUALITY AND HEALTH RISK ASSESSMENT IN KONYA PROVINCE

Halil AYDIN

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Ebru KOÇAK

ABSTRACT

This study aims to emphasize the importance of air pollution on human health by analyzing the data recorded at air pollution measurement stations in Konya Province between January 2019 and December 2021. Mapping the spatial distribution of air pollutants according to the coordinates of the measurement stations is vital for determining the regions and distribution of intense air pollution. By establishing a connection between the past and future levels of the primary air pollution levels in Konya, this study aims to transfer institutional reports and numerical data on air pollution to the literature and present them to policymakers to develop measures to limit air pollution and mitigate its impact on health. It has been determined that the concentrations of pollutants, except for O₃ recorded at high concentrations during periods of increased atmospheric temperature, exceeded the limit values in months with low air temperatures. The causes of high measured pollution are closely related to factors originating from heating, as well as the quality, type, and amount of fuel used. Stations located near industrial areas and those in regions with high population density and traffic activity have been identified as areas that tend to exceed acceptable pollutant limit values. Using ArcGIS 10.7 geographic information systems program, maps prepared for spatial variation attempt to determine the places with high pollution and which regions might be affected by the distribution. It has been observed that pollutants causing air pollution can lead to many adverse effects, primarily respiratory and cardiovascular diseases, among people living in those regions. According to evaluations made using the WHO's AirQ+ model, it can be accepted or related that 9.6% of deaths in 2019, 6.3% of deaths in 2020, and 10.1% of deaths in 2021 were due to exposure to PM₁₀ pollutants in the air. As PM₁₀ levels increased, their impact on deaths also increased. Therefore, strategies and measures need to be developed and implemented to control air pollution to minimize its impact on human health and economic losses.

Keywords: Air Pollution, Health, Particulate Matter, Temporal variation, Spatial variation, GIS, AirQ+.

June, 2024; 162 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Hava kirliliği antropojenik kaynakları.....	4
Şekil 2.2. Isınmadan kaynaklı hava kirliliği (URL-4).	5
Şekil 2.3. Partikül maddenin solunum yolu ile vücuda girişi (URL-3).	10
Şekil 3.1. Konya ili haritası.....	35
Şekil 3.2. 2018 - 2021 yılları Konya ili toplam nüfusu ve nüfus artış hızı (%) değişimi.	37
Şekil 3.3. Konya ili hâkim rüzgâr yönleri.....	38
Şekil 4.1. 2019 Yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM ₁₀ değerleri değişimi....	49
Şekil 4.2. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM ₁₀ maksimum, minimum, ortalama değerleri limit aşım sayıları.	50
Şekil 4.3. Konya ili yıllık PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2019).	51
Şekil 4.4. Konya ili mevsimsel PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2019).	51
Şekil 4.5. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2019).....	52
Şekil 4.6. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM ₁₀ değerleri değişimi... ..	54
Şekil 4.7. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM ₁₀ maksimum, minimum, ortalama değerleri limit aşım sayıları.	55
Şekil 4.8. Konya ili yıllık PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	56
Şekil 4.9. Konya ili mevsimsel PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	57
Şekil 4.10. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	57
Şekil 4.11. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM ₁₀ değerleri değişimi.	58
Şekil 4.12. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM ₁₀ maksimum, minimum, ortalama değerleri limit aşım sayıları.	60
Şekil 4.13. Konya ili yıllık PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	60
Şekil 4.14. Konya ili mevsimsel PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021)... ..	61
Şekil 4.15. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	61
Şekil 4.16. 2019-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM ₁₀ değerleri değişimi.	62
Şekil 4.17. 2019, 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM ₁₀ maksimum, minimum, ortalama değerleri.	63
Şekil 4.18. Konya ili yıllık PM ₁₀ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2019- 2021).....	64
Şekil 4.19. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM _{2.5} değerleri değişimi.	66
Şekil 4.20. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM _{2.5} maksimum, minimum, ortalama değerleri.	67
Şekil 4.21. Konya ili yıllık PM _{2.5} (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).....	67
Şekil 4.22. Konya ili mevsimsel PM _{2.5} (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020)... ..	68

Şekil 4.23. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).	68
Şekil 4.24. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları $PM_{2.5}$ değerleri değişimi.	70
Şekil 4.25. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları $PM_{2.5}$ maksimum, minimum, ortalama değerleri.	71
Şekil 4.26. Konya ili yıllık $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).	72
Şekil 4.27. Konya ili mevsimsel $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021). ...	72
Şekil 4.28. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).	73
Şekil 4.29. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları $PM_{2.5}$ değerleri değişimi.	74
Şekil 4.30. 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları $PM_{2.5}$ maksimum, minimum, ortalama değerleri.	75
Şekil 4.31. Konya ili yıllık $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020-2021).	75
Şekil 4.32. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO_2 değerleri değişimi.	78
Şekil 4.33. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO_2 maksimum, minimum, ortalama değerleri.	79
Şekil 4.34. Konya ili SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin değişimi (2019).	80
Şekil 4.35. Konya ili mevsimsel SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2019).	80
Şekil 4.36. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2019).	80
Şekil 4.37. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO_2 değerleri değişimi.	82
Şekil 4.38. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO_2 maksimum, minimum, ortalama değerleri.	83
Şekil 4.39. Konya ili SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin değişimi (2020).	84
Şekil 4.40. Konya ili mevsimsel SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).	84
Şekil 4.41. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).	85
Şekil 4.42. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO_2 değerleri değişimi.	86
Şekil 4.43. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO_2 maksimum, minimum, ortalama değerleri.	87
Şekil 4.44. Konya ili SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin değişimi (2021).	87
Şekil 4.45. Konya ili mevsimsel SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).	88
Şekil 4.46. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).	88
Şekil 4.47. 2019-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO_2 değerleri değişimi.	89
Şekil 4.48. 2019, 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO_2 maksimum, minimum, ortalama değerleri.	90
Şekil 4.49. Konya ili yıllık SO_2 ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi 2019- 2021)	90

Şekil 4.50. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO değerleri değişimi.....	92
Şekil 4.51. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO maksimum, minimum, ortalama değerleri.....	93
Şekil 4.52. Konya ili yıllık CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2019).	94
Şekil 4.53. Konya ili mevsimsel CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2019).	94
Şekil 4.54. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2019)	95
Şekil 4.55. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO değerleri değişimi.....	96
Şekil 4.56. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO maksimum, minimum, ortalama değerleri.....	97
Şekil 4.57. Konya ili yıllık CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).	97
Şekil 4.58. Konya ili mevsimsel CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).	98
Şekil 4.59. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020)	98
Şekil 4.60. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO değerleri değişimi.....	99
Şekil 4.61. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO maksimum, minimum, ortalama değerleri.....	100
Şekil 4.62. Konya ili yıllık CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).	101
Şekil 4.63. Konya ili mevsimsel CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).....	101
Şekil 4.64. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).	102
Şekil 4.65. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO değerleri değişimi.....	103
Şekil 4.66. 2019, 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO maksimum, minimum, ortalama değerleri.....	104
Şekil 4.67. Konya ili yıllık CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020-2021).....	104
Şekil 4.68. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O ₃ değerleri değişimi.....	106
Şekil 4.69. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O ₃ maksimum, minimum, ortalama değerleri.....	107
Şekil 4.70. Konya ili yıllık O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).....	108
Şekil 4.71. Konya ili mevsimsel O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).	108
Şekil 4.72. Konya ili yaz aylarının (Haziran, Temmuz, Ağustos) O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).	109
Şekil 4.73. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O ₃ değerleri değişimi.....	110
Şekil 4.74. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O ₃ maksimum, minimum, ortalama değerleri.....	111
Şekil 4.75. Konya ili yıllık O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).....	112
Şekil 4.76. Konya ili mevsimsel O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).	112

Şekil 4.77. Konya ili yaz aylarının (Haziran, Temmuz, Ağustos) O ₃ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	113
Şekil 4.78. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları O ₃ değerleri değişimi.	114
Şekil 4.79. 2019, 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O ₃ maksimum, minimum, ortalama değerleri.	115
Şekil 4.80. Konya ili yıllık O ₃ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020-2021).	115
Şekil 4.81. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO değerleri değişimi.	117
Şekil 4.82. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO maksimum, minimum, ortalama değerleri.	118
Şekil 4.83. Konya ili yıllık NO (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	118
Şekil 4.84. Konya ili mevsimsel NO (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	119
Şekil 4.85. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) NO (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	119
Şekil 4.86. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO değerleri değişimi.	121
Şekil 4.87. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO maksimum, minimum, ortalama değerleri.	122
Şekil 4.88. Konya ili yıllık NO (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	122
Şekil 4.89. Konya ili mevsimsel NO (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	123
Şekil 4.90. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) NO (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	123
Şekil 4.91. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO değerleri değişimi.	124
Şekil 4.92. 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO maksimum, minimum, ortalama değerleri.	125
Şekil 4.93. Konya ili yıllık NO (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020-2021).	125
Şekil 4.94. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO ₂ değerleri değişimi.	127
Şekil 4.95. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO ₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.	127
Şekil 4.96. Konya ili yıllık NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2019).	128
Şekil 4.97. Konya ili mevsimsel NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2019).	128
Şekil 4.98. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2019).	129
Şekil 4.99. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO ₂ değerleri değişimi.	130
Şekil 4.100. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO ₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.	131
Şekil 4.101. Konya ili yıllık NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	131
Şekil 4.102. Konya ili mevsimsel NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	132
Şekil 4.103. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	132

Şekil 4.104. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO ₂ değerleri değişimi.	134
Şekil 4.105. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO ₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.	135
Şekil 4.106. Konya ili yıllık NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	135
Şekil 4.107. Konya ili mevsimsel NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	136
Şekil 4.108. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	136
Şekil 4.109. 2019-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO ₂ değerleri değişimi.	137
Şekil 4.110. 2019 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO ₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.	138
Şekil 4.111. Konya ili yıllık NO ₂ (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2019-2021).	138
Şekil 4.112. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO _x değerleri değişimi.	140
Şekil 4.113. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO _x maksimum, minimum, ortalama değerleri.	141
Şekil 4.114. Konya ili yıllık NO _x (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	141
Şekil 4.115. Konya ili mevsimsel NO _x (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	142
Şekil 4.116. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) NO _x (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020).	142
Şekil 4.117. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO _x değerleri değişimi.	144
Şekil 4.118. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO _x maksimum, minimum, ortalama değerleri.	145
Şekil 4.119. Konya ili yıllık NO _x (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	145
Şekil 4.120. Konya ili mevsimsel NO _x (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	146
Şekil 4.121. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) NO _x (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2021).	146
Şekil 4.122. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO _x değerleri değişimi.	147
Şekil 4.123. 2019 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO _x maksimum, minimum, ortalama değerleri.	148
Şekil 4.124. Konya ili yıllık NO _x (µg/m ³) değerinin mekânsal değişimi (2020-2021).	148
Şekil 4.125. PM ₁₀ yıllara göre değişimi ve DSÖ limit değeri.	149
Şekil 4.126. PM ₁₀ AirQ+ tahmini atfedilebilir oran ve vaka sayısı, risk altındaki 100.000 nüfusa düşen tahmini atfedilebilir vaka sayısı.	151

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Ülkemiz, Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütünün sınır değerleri.....	18
Çizelge 2.2. Ana hava kirleticilerinin kaynakları ve sınırları veya kılavuzlarıyla ilgili özet (Jafari, 2021).	19
Çizelge 3.1. Konya ili yıllara göre toplam nüfusu ve nüfus artış hızı.	36
Çizelge 3.2. Konya il merkez ilçelerinin yıllara göre nüfusu	36
Çizelge 3.3. 17244 Konya hava limanı istasyonu sıcaklık verileri (°C).	39
Çizelge 3.4. 17244 Konya hava limanı istasyonu rüzgâr hızı verileri (m/s).....	39
Çizelge 3.5. 17245 Konya merkez istasyonu sıcaklık verileri (°C).	39
Çizelge 3.6. 17245 Konya merkez istasyonu rüzgâr hızı verileri (m/s).....	39
Çizelge 3.7. Konya sanayi işletmelerinin sektörel dağılımı.	41
Çizelge 3.8. Konya ili motorlu kara taşıtları sayıları.	41
Çizelge 3.9. Konya hava kalitesi ölçüm istasyonları, türleri ve koordinatları.	42
Çizelge 3.10. Konya hava kalitesi ölçüm istasyonlarında ölçülen parametreler.	43
Çizelge 3.11. Hava kalitesi izleme istasyonları veri alım oranları.	44
Çizelge 4.1. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019-31.12.2019 arası aylık ortalama partikül madde (PM ₁₀) verileri.....	48
Çizelge 4.2. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019-31.12.2019 arası partikül madde (PM ₁₀) maksimum, minimum değerleri limit aşım sayıları.	50
Çizelge 4.3. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama partikül madde (PM ₁₀) verileri.....	53
Çizelge 4.4. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası partikül madde (PM ₁₀) maksimum, minimum değerleri limit aşım sayıları.	55
Çizelge 4.5. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası aylık ortalama partikül madde (PM ₁₀) verileri.....	58
Çizelge 4.6. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası partikül madde (PM ₁₀) maksimum, minimum değerleri limit aşım sayıları.	59
Çizelge 4.7. Konya hava kalitesi izleme istasyonları yıllık ortalama değerleri (2019-2021)	62
Çizelge 4.8. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019, 2020 ve 2021 yılları arası PM ₁₀ maksimum, minimum değerleri.....	63
Çizelge 4.9. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama partikül madde (PM _{2.5}) verileri.....	65
Çizelge 4.10. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası partikül madde (PM _{2.5}) maksimum, minimum değerleri.....	66
Çizelge 4.11. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası aylık ortalama partikül madde (PM _{2.5}) verileri.....	69
Çizelge 4.12. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası partikül madde (PM _{2.5}) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	71
Çizelge 4.13. Konya hava kalitesi izleme istasyonları yıllık ortalama değerleri (2020-2021).	73

Çizelge 4.14. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 ve 2021 yılları arası partikül madde (PM _{2.5}) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	74
Çizelge 4.15. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019-31.12.2019 arası aylık ortalama kükürtdioksit (SO ₂) verileri.....	77
Çizelge 4.16. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019 - 31.12.2019 tarihleri arası kükürtdioksit (SO ₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	79
Çizelge 4.17. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama kükürtdioksit (SO ₂) verileri.....	81
Çizelge 4.18. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası kükürtdioksit (SO ₂) maksimum, minimum değerleri.	83
Çizelge 4.19. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası aylık ortalama kükürtdioksit (SO ₂) verileri.....	85
Çizelge 4.20. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası kükürtdioksit (SO ₂) maksimum, minimum değerleri limit aşım sayıları.	86
Çizelge 4.21. Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO ₂ yıllık ortalama değerleri (2019-2021).....	88
Çizelge 4.22. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019-2021 yılları arası kükürtdioksit (SO ₂) maksimum, minimum, ortalama değerleri ve aşım sayıları.....	89
Çizelge 4.23. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019-31.12.2019 arası aylık ortalama karbonmonoksit (CO) verileri.....	92
Çizelge 4.24. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	93
Çizelge 4.25. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama karbonmonoksit (CO) verileri.....	95
Çizelge 4.26. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	96
Çizelge 4.27. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası aylık ortalama karbonmonoksit (CO) verileri.....	99
Çizelge 4.28. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	100
Çizelge 4.29. Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO ₂ yıllık ortalama değerleri (2019-2021).....	102
Çizelge 4.30. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019-2021 arası karbonmonoksit maksimum, minimum ve ortalama değerleri.....	103
Çizelge 4.31. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama ozon (O ₃) verileri.	105
Çizelge 4.32. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası ozon (O ₃) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	107
Çizelge 4.33. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama ozon (O ₃) verileri.	109

Çizelge 4.34. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası ozon (O ₃) maksimum, minimum değerleri.	111
Çizelge 4.35. Konya hava kalitesi izleme istasyonları O ₃ yıllık ortalama değerleri (2020-2021).....	113
Çizelge 4.36. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 - 2021 arası Ozon (O ₃) maksimum, minimum değerleri.	114
Çizelge 4.37. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama azotmonoksit (NO) verileri.	116
Çizelge 4.38. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası azotmonoksit (NO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	117
Çizelge 4.39. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası aylık ortalama azotmonoksit (NO) verileri.	120
Çizelge 4.40. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası azotmonoksit (NO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	121
Çizelge 4.41. Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO yıllık ortalama değerleri (2020-2021).....	124
Çizelge 4.42. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020-2021 arası azotmonoksit (NO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	125
Çizelge 4.43. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019-31.12.2019 arası aylık ortalama azotdioksit (NO ₂) verileri.....	126
Çizelge 4.44. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019-31.12.2019 arası azotdioksit (NO ₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	127
Çizelge 4.45. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama azotdioksit (NO ₂) verileri.....	129
Çizelge 4.46. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası azotdioksit (NO ₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	130
Çizelge 4.47. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası aylık ortalama azotdioksit (NO ₂) verileri.....	133
Çizelge 4.48. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası azotdioksit (NO ₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	134
Çizelge 4.49. Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO ₂ yıllık ortalama değerleri (2019-2021).....	137
Çizelge 4.50. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019-2021 arası azotdioksit (NO ₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	138
Çizelge 4.51. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama azotoksit (NO _x) verileri.....	139
Çizelge 4.52. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası azotoksit (NO _x) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	140
Çizelge 4.53. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası aylık ortalama azotoksit (NO _x) verileri.....	143
Çizelge 4.54. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası azotoksit (NO _x) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.	144

Çizelge 4.55. Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO _x yıllık ortalama değerleri (2020-2021).....	146
Çizelge 4.56. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 - 2021arası azotoksit (NO _x) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.....	147
Çizelge 4.57. Konya, nüfus, ölüm sayısı, 100000 de ölüm sayısı ve PM ₁₀ verileri.	149
Çizelge 4.58. Konya İli 2019 yılı AirQ+ sağlık etki değerlendirmesi.	150
Çizelge 4.59. Konya ili 2020 yılı AirQ+ sağlık etki değerlendirmesi.	150
Çizelge 4.60. Konya ili 2021 yılı AirQ+ sağlık etki değerlendirmesi.	151



SİMGELER VE KISALTMALAR

ALRI	Acute Lower Respiratory İnfection
ANN	Artificial Neural Network
APHEA	Air Pollution and Health: A European Approach
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CI	Confidence Interval / Güven Aralığı
COHb	KarboksiHemoglobin
ÇDR	Çevre Durum Raporu
DALY	Disability-Adjusted Life-Years
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EKG	Elektrokardiyografi
EPA	Environmental Protection Agency
FEV	Forced Expiratory Volume
GEF	Global Environment Facility
GIATHMM	Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü
HC	HidroCarbon
HKDYY	Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğı
HKİ	Hava Kalitesi İndeksi
HKİİ	Hava Kalitesi İzleme İstasyon
IARC	International Agency for Research on Canser
IDW	Inverse Distance Weighting
IER	Incremental Extreme Risk
IHD	Ischemic Heart Disease
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KOAH	Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
LC	Lung Canser
MEP	Ministry of Environmental Protection
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
PAF	Population Attributable Fraction
RR	Relative Risk
SSH	Solunum Sistemi Hastalıkları
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UOB	Uçucu Organik bileşikler
VOC	Volatile Organic Compounds-Uçucu Organik Bileşikler
WHO	World Health Organization
WMO	World Meteorological Organization
YLD	Years Lost due to Disability
YLL	Years of Life Lost

1. GİRİŞ

Hava kirliliği, insan sağığı için dördüncü risk faktörü olarak belirlenmiştir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından hazırlanan bir raporda, yılda yaklaşık 7 milyon ölümün iç ve dış ortam hava kirliliğinden kaynaklandığı belirtilmektedir (URL-16).

DSÖ'ye göre, iç ve dış hava kirliliği, kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıkları, inme ve akciğer kanseri gibi sayısız bulaşıcı olmayan hastalığa neden olmasının yanı sıra akut solunum yolu enfeksiyonları riskini artıran en büyük çevresel sağılık riskidir (URL-17).

Hava kirliliği birçok insanı etkileyerek hastalıkların oluşmasına, var olan hastalıkları ağırlaştırarak hayat kalitesini düşürmekte ve ölümlere neden olmaktadır.

Bu çalışma, Konya İlinde Ocak 2019 - Aralık 2021 tarihleri arasında hava kirliliği ölçüm istasyonlarında kaydedilen hava kirletici parametrelerinin zaman içindeki değişiminin karşılaştırmalı analizini gerçekleştirmiştir. Hava kirliliğini etkileyen faktörler, nüfus, meteorolojik koşullar, endüstriyel faaliyetler ve enerji üretimi için kullanılan kaynaklar gibi değişkenlere bağılı olarak incelenmiştir.

Ayrıca, Konya ilindeki ölçüm istasyonlarının koordinatlarına göre hava kirleticilerinin mekânsal dağılımı haritalandırılmış ve böylelikle ildeki hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgeler belirlenmiştir.

AirQ+ programı kullanılarak PM₁₀'un sağılık üzerindeki etkisi değerlendirilerek, hava kirliliğinin ölüm sayılarına etkisi analiz edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları, Konya'da ki temel hava kirliliği seviyelerinin geçmiş verilerle gelecekteki tahminler arasındaki ilişkinin incelendiğine odaklanmış ve kurumların hava kirliliği ile ilgili raporları, sayısal verileri literatüre aktarılmış ve hava kirliliğinin sınırlandırılması ve sağılığa olan etkisinin azaltılması için politika yapıcılarına öneriler sunulmuştur.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Hava Kirliliği ve Kaynakları

İnsanlar ve diğer canlılar, dünyaya en yakın atmosfer tabakasında yaşarlar. Bu alandaki hava, başlıca azot (%78) ve oksijen (%21) ile birlikte çok küçük miktarlarda diğer gazlardan oluşur. Diğer gazlar arasında argon, karbondioksit, su buharı, helyum, neon, hidrojen, metan, kripton, azot monoksit, azot dioksit, ozon, ksenon ve amonyak bulunur. Hava bu değişik kompozisyonu; gaz, sıvı veya katı formlarda bulunabilen kimyasal maddelerde bulunan değiştirilmiş bileşim, hava kirleticileri olarak adlandırılır. Atmosferdeki kirleticilerin artması hava kalitesini azaltır ve insanları ve diğer canlıları olumsuz etkiler (Aydın ve İlkılıç, 2017).

Çeşitli doğal faaliyetler (yanardağlar, yangınlar, vb.) farklı kirleticilerin çevreye salınmasına neden olabilir, ancak insan faaliyetleri çevresel hava kirliliğinin başlıca nedenidir. Tehlikeli kimyasallar, kazara çevreye yayılabilir, ancak birçok hava kirleticisi endüstri tesislerinden ve diğer faaliyetlerden salınır ve insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkiler yapabilir. Tanımı gereği, bir hava kirleticisi, insanları, hayvanları, bitkileri veya malzemeleri zarara uğratabilecek herhangi bir madde olarak kabul edilir. İnsanlar söz konusu olduğunda, bir hava kirleticisi ölüm veya ciddi hastalığın artmasına veya katkıda bulunmasına neden olabilir veya insan sağlığına mevcut veya potansiyel bir tehlike oluşturabilir. Tehlikeli kimyasallar, çeşitli doğal ve/veya insan faaliyetleriyle çevreye salınır insan sağlığına ve çevreye zararlı etkiler yapabilir. Geçen yüzyılda fosil yakıtların çok fazla kullanılması, atmosferik bileşimdeki değişimin sorumlusudur. Karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO₂), nitrojen oksitleri (NO_x), uçucu organik bileşikler (UOB'ler), ozon (O₃), ağır metaller ve solunabilir partikül madde (PM_{2.5} ve PM₁₀) gibi hava kirleticileri, kimyasal bileşimleri, reaksiyon özellikleri, emisyon, çözünme süresi ve uzun veya kısa mesafelerde yayılma yetenekleri açısından farklılık gösterir (Kampa ve Castanas, 2007).

Başka bir şekilde ifade edersek; canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen, doğayı kirleten ve çeşitli maddi zararlar meydana getirebilen yabancı maddelerin, havada normalin üzerinde miktarlara ulaşmasına hava kirliliği denir. Hava kirliliği, genellikle sanayi, ulaşım, enerji üretimi, tarım ve evsel faaliyetler gibi insan etkinlikleri

tarafından atmosfere salınan kirleticilerin bir sonucudur. Bunlar, egzoz gazları, endüstriyel atıklar, yanmamış hidrokarbonlar, kimyasal dumanlar, toz ve duman gibi çeşitli formlarda olabilir.

DSÖ ise hava kirliliğini şu şekilde tanımlamıştır; iç veya dış ortamın, atmosferin doğal özelliklerini değiştiren herhangi bir kimyasal, fiziksel veya biyolojik etken tarafından kirlenmesidir. Ev tipi yanma cihazları, motorlu taşıtlar, endüstriyel tesisler ve orman yangınları yaygın hava kirliliği kaynaklarıdır. Başlıca halk sağlığı endişesi taşıyan kirleticiler arasında partikül madde, karbon monoksit, ozon, nitrojen dioksit ve kükürt dioksit bulunur. Dış ve iç hava kirliliği, solunum ve diğer hastalıklara neden olur ve önemli hastalık ve ölüm kaynaklarıdır (URL-1).

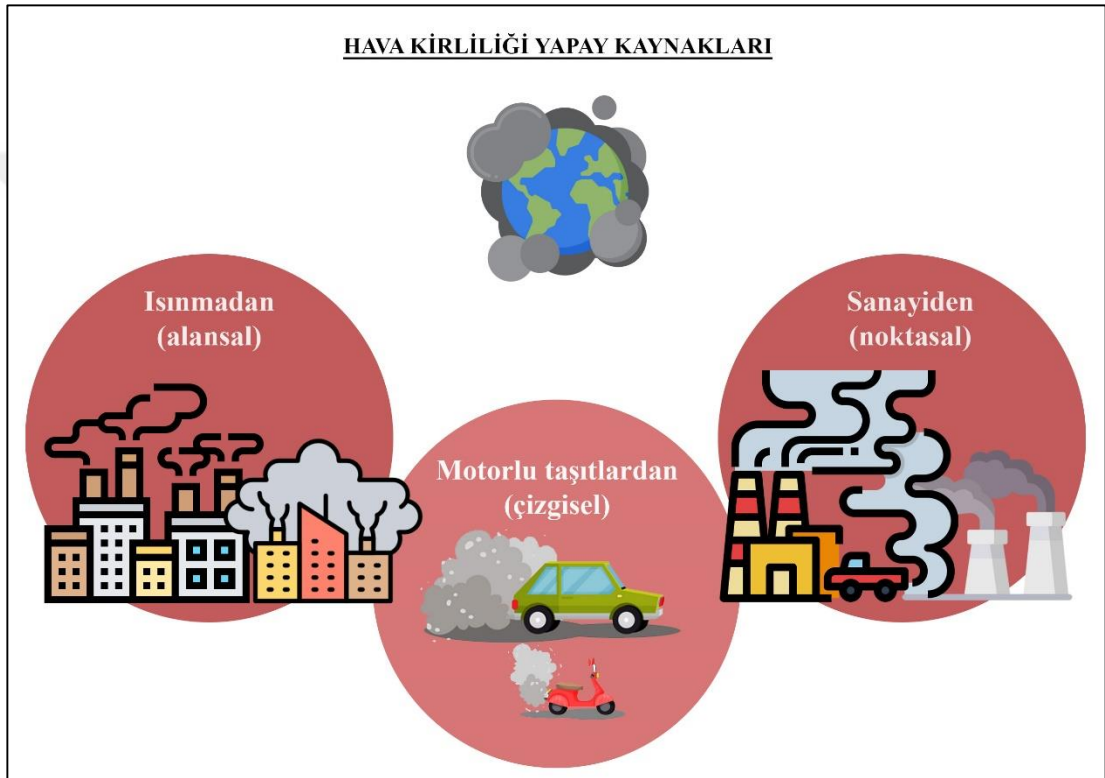
Hava kirliliği birçok insanı etkileyerek hastalıkların oluşmasına, var olan hastalıkların kötüleşmesine neden olarak hayat kalitesini düşürmekte ve ölümlere neden olmaktadır.

DSÖ hava kirliliğinin kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve akciğer kanseri gibi solunum sistemi hastalıkları (SSH), inme, iskemik kalp hastalığı gibi bulaşıcı olmayan hastalıklara neden olduğunu belirtmiş, her yıl yaklaşık dört milyon insanın, katı yakıtlar ve gaz yağının kullanıldığı sobalardan kaynaklanan kapalı ortam hava kirliliğine bağlı hastalıklardan öldüğünü bildirmiştir. Beş yaşın altındaki çocuklarda pnömoniye bağlı ölümlerin yarısına yakını, evdeki hava kirliliğinden solunan partikül maddelerden kaynaklanmaktadır. Hava kirliliği, şehirlerin üzerinde asılı duran dumandan evin içindeki dumana kadar, sağlık ve iklim için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. DSÖ göre ortam hava kirliliğine bağlı, felç, kalp hastalığı, akciğer kanseri, akut ve kronik solunum hastalıkları nedeniyle yılda tahmini 4,2 milyon erken ölüm olmuştur (Özkan, 2021).

Hava kirletici kaynaklar, doğal kaynaklar ve insan faaliyetleri sonucunda meydana gelen (antropojenik) kaynaklar olmak üzere iki sınıfta ele alınmaktadır. Polen taneciği, volkanik patlama, orman yangınları, toz fırtınası, spor bakterileri ve diğer mikroorganizmalar ve radon, pus, sis ve ozon doğal kirleticiler olarak gösterilebilir. Ulaştırma (uçaklar, motorlu taşıtlar, demiryolları ve gemiler), endüstri (termik santraller, endüstriyel prosesler ve katı atık yakma tesisleri) ve ısınma (katı, sıvı, gaz

yakıt sobaları ve kalorifer kazanları) ise antropojenik kaynaklar olarak gösterilmektedir (Öztürk, 2019).

Sağlar (2019) yaptığı çalışmada; Hava kirliliği yapay kaynaklarını üç başlıkta vermiştir. Bunlar; a) Isınmadan (alansal) kaynaklanan hava kirliliği; b) Motorlu taşıtlardan (çizgisel) kaynaklanan hava kirliliği ve c) Sanayiden (noktasal) kaynaklanan hava kirliliğidir. Hava kirliliğinin antropojenik kaynakları Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Hava kirliliği antropojenik kaynakları.

2.2 Isınmadan (alansal) Kaynaklanan Hava Kirliliği

Isınmak ve enerji oluşturmak için; katı, sıvı ve gaz yakıtların her türlü yakma düzeneğinde yakılmasıdır. Hava kirliliğine, ülkemizde özellikle ısınma amaçlı, yanlış yakma tekniklerinin uygulanması, düşük kalorili ve kükürt oranı yüksek kömürlerin yaygın kullanılması neden olmaktadır. Kullanılan yakıtın kalitesi ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği üzerine çok etki etmektedir. Ülkemizde tüketilen enerji kaynaklarının %41’i konutların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Kış mevsiminde

ısınmada kullanılan fosil yakıtların yanması hava kirliliğinin %80'ini oluşturmaktadır (Sağlar, 2019).

Isıtma genellikle meteorolojik koşulların en kötü olduğu kış aylarında kullanılır. Dolayısıyla kışın kömür yakılmasından kaynaklanan büyük miktardaki emisyonlar en şiddetli hava kirliliğine neden oluyor (Şekil 2.2). Birçok çalışma, ısıtma enerjisi tüketiminin çevre sorunlarına yol açabileceğini göstermektedir. Pekin'i örnek alan bir çalışma, kömür bazlı bölgesel ısıtmanın kış aylarındaki yüksek PM_{2.5} konsantrasyonuna %53 katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca Çin Çevre Koruma Bakanlığı'nın (MEP) 2014 yılında yayınladığı yıllık hava kalitesi raporu, ısıtmaya ihtiyaç duyan şehirlerin hava kalitesi standardına ulaşamayan ortalama 168,3 gün geçirdiğini belirtmiştir (Li, 2019).



Şekil 2.2. Isınmadan kaynaklı hava kirliliği (URL-4).

2.3 Motorlu Taşıtlardan (çizgisel) Kaynaklanan Hava Kirliliği

Hava kirliliği oluşumunda birçok etmen bir arada bulunmasına karşın ana etmen "yanma" olaylarıdır. Dünya enerji tüketiminin önemli bir kısmı fosil kökenli yakıt veya bunların sentetik türevlerinin yakılması sonucu elde edilmektedir. Fosil kökenli yakıtların içten yanmalı motorlarda temel enerji kaynağı olarak kullanılması, motorlu taşıtları hava kirliliğinin oluşumunda başlıca kaynak haline getirmiştir. Ayrıca, motorlu taşıtlarda yanmadan sonra açığa çıkan egzoz emisyonları diğer kirleticilere

nazaran kirletici etkilerinin yanı sıra ani ve doğrudan etkili toksik özelliklere de sahip olmalarıdır (Kelen, 2014).

Birçok bölgede, araç emisyonları artık hava kirliliğinin ana kaynağı haline gelmiştir. Bu da CO, CO₂, uçucu organik bileşikler (UOB'ler) veya hidrokarbonlar (HC'ler), nitrojen oksitler (NO_x) ve partiküller gibi kirleticileri içerir. Trafik sıkışıklığının artan şiddeti ve süresi, özellikle büyük yolların yakınında, kirleticilerin emisyonlarını büyük ölçüde artırabilir ve hava kalitesini düşürebilir. Trafik sıkışıklığı araç emisyonlarını artırır ve ortam hava kalitesini bozar ve son araştırmalar sürücüler, işe gidip gelenler ve ana yolların yakınında yaşayan kişiler için aşırı hastalık ve ölüm oranlarının olduğunu göstermiştir (Zhang, 2013).

2.4 Sanayiden (noktasal) Kaynaklanan Hava Kirliliği

Günlük ihtiyaçlarımızın karşılanması, Ülkenin kalkınması, yeni iş sahalarının açılarak işsizliğin önlenmesi amacıyla kurulan sanayi tesislerinden kaynaklanan hava kirliliğinde sanayi tesisinin kurulacağı yer, yakma sistemlerinin özellikleri ile kullanılan yakıt türü, proses ve teknoloji, baca gazı artıma üniteleri gibi etkenler önemli rol oynamaktadır. Sanayi kaynaklı hava kirletici parametre yakma ünitelerinde kullanılan yakıt türüne göre CO, SO₂, NO_x ve PM olmakla birlikte sanayi türü, proses teknolojisine bağlı olarak bunların dışında kirletici parametreler ortaya çıkmaktadır (URL-5).

2.5 Hava Kirleticileri

2.5.1 Kükürt dioksit (SO₂)

Kükürt dioksit (SO₂), bir kirletici ve sisin bir bileşenidir. Hava kirliliği açısından önemli bir kimyasal madde olan SO_x'un bir bileşenidir. Genellikle, SO_x katı yakınlarda organik ve inorganik kükürt olarak bulunur. İnorganik kükürt toprakta bulunurken, organik kükürt karbonun atmosferdeki yanması sırasında sülfat kükürt olarak bulunur ve ardından SO₂'ye dönüşür (Grahame ve Schlesinger, 2005).

Atmosferdeki en önemli kükürtlü bileşen kükürtdioksit (SO₂) gazıdır. SO₂ renksiz, keskin kokulu bir gaz olup, sülfür içeren fosil yakıtların yanması (başlıca kömür ve ağır yağlar) ve sülfür içeren cevherlerin ergitilmesinden kaynaklanırken, volkanlar ve

okyanuslar onun başlıca doğal kaynaklarıdır. Ana kaynakları, evsel ısınma, termik santraller ve endüstriyel kazanlardır (Kampa ve Castanas, 2007).

Genel olarak en yüksek SO₂ konsantrasyonları, ısınmada düşük kaliteli kömürün kullanıldığı yerleşim yerlerinde ve büyük endüstriyel kaynakların yakınlarında ölçülmektedir. SO_x gazları, teknolojik malzemelere zarar vermekle birlikte, asit yağmurları ile bitkilere ve ormanlara zarar vermektedir. Büyük bir kısmı 0,2-0,9 µg çapa sahip olan küçük sülfat taneciklerinin güneş radyasyonlarını engelledikleri ve SO₂ seviyelerini atmosferde tipik seviyede ve nemin %50 den fazla olduğu durumlarda görüş mesafelerini azalttığı bilinmektedir (Çıldır, 2021).

SO₂'nin sağlık etkilerine karşı en hassas grup, çocuklar ile astımlı yetişkinlerdir. Birincil etkisi, hırıltılı solunum, göğüs sıkışması ve kesik nefes alma gibi belirtilere sebep olan, solunum yollarının daralmasıdır. SO₂ konsantrasyonu ve soluma hızı artarken rahatsızlık bulguları da artar (Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü [GIATHMM], 2020:10).

24 saatten kısa süreli maruz kalındığında, inhalasyondan sonraki ilk birkaç dakika içinde akut yanıt oluşur. Etki solunum fonksiyonlarında değişme, hırıltılı solunum ve nefes darlığı gibi semptomlarda artış şeklinde ortaya çıkar. Hem normal kişiler hem de astmatik kişiler etkilenir, ancak astmalılar en duyarlı gruptur. 24 saatin üzerinde maruz kalımda duyarlı hastalarda semptom alevlenmeleri görülür. Bu sürede yıllık ortalama değer 50 mg/m³ günlük değer 125 mg/m³'ü geçmeyen düşük düzeylerdeki maruz kalımda bile kalp ve solunum sistemi hastalıklarına bağlı ölümlerde, tüm solunum yolu hastalıkları ve KOAH nedenli hastane başvurularında artışlar gözlenmiştir. Son çalışmalar önemli sağlık sorunu yaratacak etkilerin çok düşük düzeylerde bile gözlendiğini göstermiştir. Bunların sonuçlarına göre önerilen SO₂ düzeyi 24 saat ortalaması 125 mg/m³, yıllık ortalaması ise 50 mg/m³ olarak belirlenmiştir. Ancak bu eşik değerlerin altında bile sağlık sorunlarının görülebileceği akılda tutulmalıdır (URL-2).

2.5.2 Azot dioksit (NO₂)

Azot oksitleri (NO_x), hava kirliliğindeki başlıca emisyonlardandır. Genellikle, azot oksitleri NO, NO₂, NO₃ şeklinde bulunur ve NO₂ ve NO, en önemli kirleticiler

gazlardandır. İyi bir yanma sonucunda azot oksitlerinin oluşumunu etkileyen birçok faktör olmasına rağmen, NO_x oluşum oranı sıcaklığın yükselmesiyle artar ve sıcaklık 1500°C 'nin üzerine çıktığında artar (Rivers, 1993). Azot oksitleri, atmosferde NO olarak salınır ve hızla ozon veya radikallerle reaksiyona girerek NO_2 'yi oluşturur. Başlıca kaynaklar, motorlu araçlar ve termik santrallerdir. Ayrıca, alt atmosfer katmanlarında ozon, NO_2 ve uçucu organik bileşikleri içeren bir dizi reaksiyonla oluşur; bu süreç güneş ışığıyla başlatılır (Kampa ve Castanas, 2007). NO_2 , astım gibi solunum hastalığı olan yetişkinler ve çocuklarda; öksürük, hırıltılı solunum ve kesik nefes alma gibi solunum belirtilerine neden olabilmektedir. NO_2 'ye kısa süreli maruziyet dahi akciğer fonksiyonunu etkilemektedir (GIATHMM, 2020: 12).

NO_2 , diğer NO_x ile birlikte, hem PM 'ler, hem de ozon oluşturmak için havadaki diğer kimyasallarla reaksiyona girer. Bunların tümünün solunum sistemine zararlı etkileri bulunmaktadır. NO_2 'nin erken ölüm ve kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıklarından kaynaklanan morbiditeye bağlı olarak maruz kalınan geniş bir hastalık yükünden sorumlu olabileceği düşünülmektedir (Öztürk, 2019).

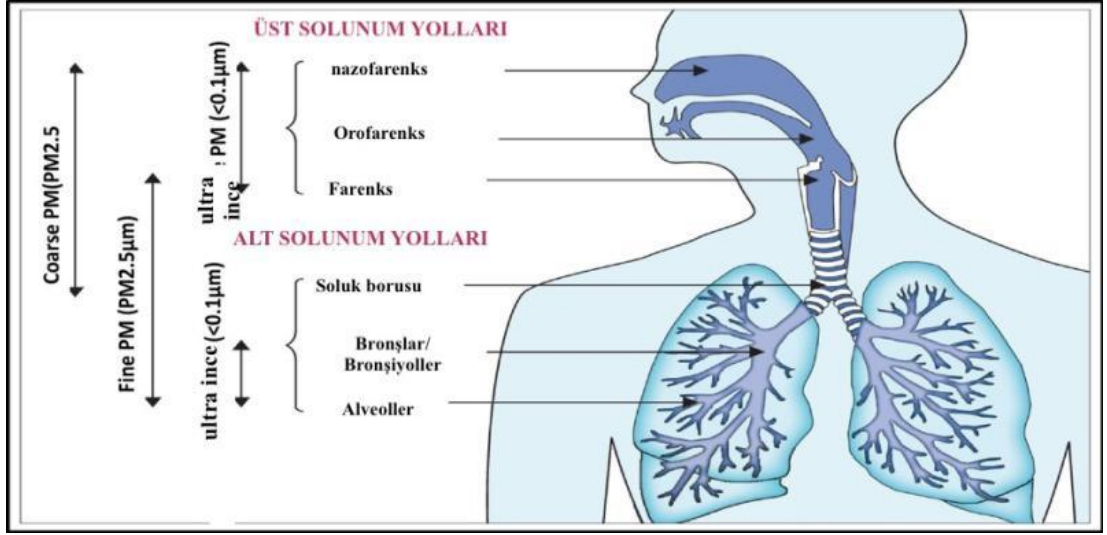
2.5.3 Partikül madde (PM_{10} ve $\text{PM}_{2.5}$)

Partikül madde, katı ve sıvı damlacıkların karışımından oluşmaktadır. Bazı partikül maddeler doğrudan yayılırken bazıları da çeşitli kaynaklardan yayılan kirleticilerin atmosferde reaksiyona girmesiyle oluşmaktadır. Partikül madde farklı boyutlarda olabilir; boyutları 10 mikrometreden küçük olanlar ciğerlerimize nüfuz edebilir ve ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. PM_{10} , çapı 10 mikrometreden küçük partikül maddedir. $\text{PM}_{2.5}$ (veya ince partiküller) çapı 2.5 mikrometreden küçük partikül maddedir. Hem AB hem de Dünya Sağlık Örgütü, standartlarını tanımlamak için gösterge olarak toplam PM_{10} ve $\text{PM}_{2.5}$ kütlesini temel alır (URL-6).

Partiküler madde (PM) terimi, havada bulunan katı tanecikleri ve sıvı damlacıkları ifade eder. İnsan faaliyetleri sonucu ve doğal kaynaklardan doğrudan atmosfere karışırlar. Sanayi, ısınma, kömür ve maden Ocakları, şantiyeler, hafriyat alanları, araç egzozlarından çıkan tanecikler ile lastiklerden ve yollardan kalkan tozlar, partikül madde değerlerini etkileyen başlıca faktörlerdir (GIATHMM, 2020: 11). Parçacık kirliliğinin başlıca kaynakları fabrikalar, enerji santralleri, çöp yakma tesisleri,

motorlu araçlar, inşaat faaliyetleri, yangınlar ve doğal rüzgârla taşınan tozlar gibi yerlerdir (Kampa ve Castanas, 2007). Partiküler madde (PM) veya atmosferik aerosol, önemli bir hava kirleticisi olup olumsuz insan sağlığı etkileriyle ilişkilendirilmiştir. Son zamanlarda PM kirliliğini izleme ve tahmin etme konusunda önemli çaba ve ilerleme kaydedilmiş ve bu bilginin genel halka iletilmesinde büyük adımlar atılmıştır (Li, 2011). PM, insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen en önemli hava kirleticilerinden biridir. Partikül maddenin kimyasal içeriği ve büyüklüğü olası sağlık etkilerini belirleyen önemli parametrelerdir. Partikül maddeler aerodinamik çaplarına göre ikiye ayrılır; aerodinamik çapları 10 µm'den küçük olanlar PM₁₀ olarak, aerodinamik çapları 2.5 µm'den küçük olanlar da PM_{2.5} olarak sınıflandırılırlar. Boyutlarındaki değişikliklerinin yanı sıra PM kompozisyonları da çeşitlilik göstermektedir. Partikül maddelerin kompozisyonundaki bu çeşitlilik birçok farklı kaynaktan salınması ve atmosferde gözlemlenen fotokimyasal reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkmaktadır. PM₁₀ ve PM_{2.5}'e uzun süre maruz kalma solunum ve kardiyovasküler hastalıklar ile ilişkilendirilmiştir. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, 10 µm 'den küçük parçacıkların çocuklukta morbidite ve mortalite ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Koçak, 2018). PM_{2.5} akciğerlerde derinlere kadar ulaşabildiği, zehirli ve kanserojen yanma ürünleri olduğu için insan sağlığı açısından daha tehlikelidir.

Havadaki PM düzeyi ağırlıklı olarak solunum ve kardiyovasküler sistem üzerine etki göstererek, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde önde gelen halk sağlığı problemlerinden biri olarak görülmektedir. Parçacıkların boyutu sağlık sorunlarına yol açma potansiyeliyle doğrudan ilişkilidir. Partikül, boyutuna göre burun ve ağızdan geçerek, akciğerin derinlerine kadar inebilir ve kan dolaşımına katılabilir. Partikül maddenin solunum yolu ile vücuda girişi Şekil 2.3'te gösterilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), PM maruziyeti ile ilgili çok sayıda çalışmayı değerlendirmiş ve PM maruziyetinin kalp ve akciğer hastalığı olan kişilerde erken ölümlere, kalp krizine, aritmiye, astım alevlenmesine, akciğer fonksiyonlarında azalmaya, hava yolu iritasyonuna, öksürüğe, nefes almada güçlüğü, solunum semptomlarında artışa neden olabileceğini belirtmiştir (Özkan, 2021). PM'nin düşük değerlerde uzun süreli etkileri de mortalite ve solunum sistemi hastalıklarında artış ve solunum fonksiyonlarında azalma gibi kronik etkilere yol açmaktadır (URL-2).



Şekil 2.3. Partikül maddenin solunum yolu ile vücuda girişi (URL-3).

2.5.4 Ozon (O₃)

İkincil bir kirletici olan Ozon, 3 oksijen atomundan oluşan kokusuz ve renksiz bir gazdır. Hem yer seviyesinde (troposfer) hem de üst atmosferde (stratosfer) oluşabilen ozon, bulunduğu yere göre faydalı veya zararlı olmaktadır. Faydalı Ozon: Atmosferdeki stratosfer tabakasında, yer kürenin 10-30 mil üzerinde doğal olarak oluşan ozon, koruyucu bir tabaka görevi görerek atmosferi güneşin zararlı ultraviyole ışınlarından korur. Zararlı ozon: yer yüzeyine yakın seviyede; motorlu taşıtlar, termik santraller, endüstriyel kazanlar, rafineriler ve kimyasal fabrikalardan atmosfere verilen NO₂ ve UOB kirleticileri, güneş ışınlarının mevcudiyetinde kimyasal olarak reaksiyona girerek ozonu oluştururlar. Zararlı bir kirletici olan yer seviyesindeki ozon, özellikle yaz mevsiminde güneşli havalarda ve yüksek sıcaklıkta oluşmaktadır. Ozon maruziyeti için en hassas olan grup çocuklar, dış ortamda uzun süre bulunan yetişkinler, astım gibi solunum hastalığı olan ve ozona karşı çok hassas olan kişilerdir (Çapraz, 2013). O₃ toksisitesi kısa dönemde akciğer fonksiyonlarında değişikliğe, solunum yollarında enflamasyona ve diğer bulgulara yol açmaktadır. Bu durumun nedeni, ozonun fiziksel aktivite sırasında, akciğerlerin derinliklerine kadar nüfuz ederek zararlı etkilerini göstermesidir (URL-2).

2.5.5 Karbon monoksit (CO)

Birincil hava kirleticilerin en önemlilerinden biri olan karbonmonoksit Kokusuz ve renksiz bir gazdır. Yakıtların yapısındaki karbonun tam yanmaması sonucu oluşur. Temel olarak trafikteki araçların egzozlarından, yangınlar gibi doğal kaynaklardan ve endüstriyel işlemlerdeki yakıtların yanması sonucu ortaya çıkar. CO konsantrasyonları, tipik olarak, soğuk mevsimde en yüksek değere ulaşır. Karbonmonoksit kokusuz, renksiz ve tatsız bir gaz olduğu için evsel ısınmalarda eksik yanma sonucu oluştuğunda fark edilmediği için ölümcül olaylarla sonuçlanabilir (Aydoğan, 2019).

Karbon monoksit, oksijen taşınmasını azalttığı için solunuma karıştığında kanın oksijen taşıma kapasitesini engeller; kanın duvarları, beyin, kalp gibi organların ve dokuların hassas işlevlerinin oksijen eksikliği nedeniyle etkilenmesine yol açar. Karbon monoksit, hemoglobine bağlandığında kandaki oksijeni yer değiştirir ve bu da kalp ve sinir sistemi sorunlarına yol açar. Bu gazın toksik özellikleri nedeniyle, karbon monoksit kana girdiğinde, kanda kırmızı kan hücrelerince emilir ve kanın oluşum mekanizması bozulur. Az miktarda karbon monoksit gazı solunması baş dönmesine, bulantıya ve bulanık görüşe neden olurken, büyük miktarlarda solunması ölümcül bir özelliğe sahip olduğu gösterilmiştir (Aydın ve İlkılıç, 2017). Koroner arter hastalığı olan hastalarda artmış COHb miktarının, angina oluşum zamanını kısalttığı, EKG değişiklikleri ve sol ventrikül işlev bozukluklarına neden olduğu gösterilmiştir (URL-2).

2.6 Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkisi

Hava kirliliği dünya çapında halk sağlığına yönelik en büyük çevresel tehdittir ve her yıl tahminen 7 milyon erken ölüme neden olmaktadır. Tüm büyük kirleticilerin iklim üzerinde etkisi olması ve çoğunun sera gazlarıyla ortak kaynakları paylaşması nedeniyle hava kirliliği ve iklim değişikliği birbiriyle yakından bağlantılıdır. 2019 yılında dünya nüfusunun %99' u DSÖ'nün en katı 2021 hava kalitesi yönergesi seviyelerinin karşılanmadığı yerlerde yaşamaktaydı. 2021 yılında, hava kirliliğinin etkilerine ilişkin kanıtların kalitesi ve miktarındaki artışlara yanıt olarak DSÖ, PM_{2.5} yıllık ortalama hava kalitesi kılavuzunu 5 µg/m³ olarak güncelledi. Buna göre Türkiye'de insanlar yıllık ortalama 26 µg/m³'e maruz kalıyor. Bu da DSÖ kılavuzunda

belirlediği limit değerlerin 5.2 katıdır (URL-7). Dünya Sağlık Örgütü'nün tahminlerine göre, katı yakıtlardan kaynaklanan duman maruziyetine bağlı ölüm sayısı yaklaşık olarak yılda 1.6 milyondur. Bunların 693.000'i KOAH ile ilişkilendirilirken, 910.000'i akut alt solunum yolu enfeksiyonları ile ilişkilidir.

2019 yılı, 204 ülke ve bölgede 369 hastalık ve yaralanmanın küresel hastalık yükü çalışmasında hastalıkların insidansı, yaygınlığı ve ölüm oranlarına ilişkin veriler verilmektedir. Bu verilerde 2019 yılında 10 yaşından küçük çocuklarda DALY (Özürlülük Ayarlı Yaşam Yılları: bir hastalığın veya yaralanmanın neden olduğu erken ölüm ve sakatlık yükünü ölçmek için kullanılan bir sağlık ölçüsü)'nin ilk on nedeni arasında altı bulaşıcı hastalık bulunmaktayken alt solunum yolu enfeksiyonları altı hastalık içerisinde ikinci sırada yer almaktadır. Yine aynı çalışmada; 2019 yılında iskemik kalp hastalığı ve inme, hem 50-74 yaş hem de 75 yaş üzeri gruplarda DALY'lerin en üst sıradaki nedenleridir. 50-74 yaş ve 75 yaş ve üzerindeki yaş gruplarında öne çıkan KOAH ve akciğer kanseri sıralaması, iç ve dış hava kirliliğine maruz kalmanın azaltılmasına dikkat çekilmektedir. Düşük gelirli ve orta gelirli ülkeler şimdiden küresel KOAH ve akciğer kanseri yükünün %62,6'sını oluşturduğu görülmektedir. Bu payın, yaşlanan nüfus ve başarısız hava kirliliği kontrolü nedeniyle önümüzdeki yıllarda keskin bir şekilde artmasının muhtemel olacağı belirtiliyor (Murray, 2020).

Hava kirliliği ve sağlık üzerindeki etkileri dünya çapında devam eden bir sorun olmaya devam ediyor. Hava kirliliği, antropojenik kaynaklı kirleticilerin ve doğal kaynakların karmaşık bir karışımını oluşturmaktadır. Partikül madde (PM) ve ozon gibi kirleticiler, kardiyovasküler hastalıkların en yaygın nedenlerini temsil etmektedir. Eskiden sadece yerel veya bölgesel bir sorun olarak kabul edilen hava kirliliği, artık potansiyel olarak uzun mesafeli atmosferik taşıma ile küresel bir sorun olarak görülmektedir. Yaşlı kişilerin hava kirliliğine bağlı inflamasyon ve solunum komplikasyonlarına karşı daha duyarlı olduğu görülmüştür (Kurt, 2016).

Riggs vd. (2021), havadaki ince partikül maddeye maruz kalma üzerine yaptıkları çalışmada; PM_{2.5} ile bozulmuş vasküler fonksiyon arasında tutarlı ve sağlam bir ilişki bulmuşlardır. Bu çalışmanın bulguları, havadaki partikül maddeye akut maruz kalmanın endotel (kan damarlarının iç yüzeyini kaplayan hücre tabakası)

fonksiyonunu doğrudan etkilediğini ve böylece kardiyovasküler morbidite ve mortalite riskinde bir artışa yol açtığını gösteren önemli kanıtlar sağladığını belirtmişlerdir.

Gauderman vd. (2004), hava kirliliğine maruz kalmanın, 10 ila 18 yaşları arasında meydana gelen hızlı akciğer gelişimi döneminde akciğer fonksiyonunun büyümesini olumsuz etkileyip etkilemediği araştırdıkları bir çalışmada, Güney Kaliforniya’da ki okullardan ortalama yaşı 10 olan 1759 çocuğun sekiz yıl boyunca her yıl akciğer fonksiyonlarını ölçmüşlerdir. Sonuçlarında, mevcut hava kirliliği seviyelerinin, 10 ila 18 yaş arasındaki çocuklarda akciğer gelişimi üzerinde kronik, olumsuz etkilere sahip olduğunu, yıpranma oranı yılda yaklaşık yüzde 10 oranında olduğuna ulaşmışlardır.

Latzin vd. (2009), hava kirliliğine anne karnında maruziyetin yeni doğanlarda akciğer fonksiyonu değişiklikleri ile ilişkili olup olmadığını belirlemeyi amaçladıkları çalışmada; 241 sağlıklı, zamanında doğan yeni doğanda, 5 haftalıkken ölçümler yapılmıştır. Hamilelik sırasında annenin partikül madde maruziyeti, PM₁₀, NO₂ ve O₃ ile tahmin edilmiştir. Bu maruziyetlerle akciğer fonksiyonu arasındaki ilişki, lineer regresyon kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak doğum sonrası hava kirliliğine maruz kalma, okul çağında azalmış akciğer büyümesi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, hava kirliliğine daha yüksek maruziyetle azalan doğum ağırlığına neden olabileceğini öne sürmektedir.

Hava kirliliğinin sağlık etkilerini incelenirken, genellikle çocuklar küçük yetişkinler gibi ele alınır. Ancak, çocuklar hava kirliliğinin olumsuz sağlık etkilerine en duyarlı olan en büyük alt nüfusu temsil eder. Bebekler ve çocuklar, vücut ağırlığı birimine karşılık daha büyük miktarlarda hava kirliliği solurlar ve vücut ağırlığı başına solunan hava miktarı yetişkinlerden daha fazladır; bir dinlenme halindeki bir bebeğin hava alımı bir yetişkininkinin iki katıdır. Çocuklar büyürken, organ sistemleri hala gelişmektedir ve kritik dönemlerde kirleticilere maruz kaldıklarında normal büyümeleri etkilenebilir. Ayrıca, çocuklar yetişkinlere göre daha fazla zamanlarını dışarıda geçirirler ve dış ortam kaynaklı kirleticilerin konsantrasyonları kapalı mekânlardan daha yüksektir. Dışarıda oynayan çocuklar ayrıca solunumu artıran egzersizler yaparlar (Barnett, 2005).

Barnett vd. (2005) yaptıkları çalışma; dış hava kirliliği ile çocukların hastaneye yatışları arasındaki ilişkiyi tanımlamak üzerinedir. Bunun için Avustralya'daki beş şehir ve Yeni Zelanda'da ki iki şehir için yaş grubu; 1 yaşından küçükler, 1-4 yaş aralığı ve 5-14 yaş aralığı çocukların solunum yolu hastalıkları için hastaneye yatış verilerini kullanılmış. Sonuç olarak: şehirler genelinde, çocuklarda zatürre ve akut bronşit (0, 1-4 yaş), solunum hastalıkları (0, 1-4, 5-14 yaş) ve astım (5-14 yaş) için hastaneye yatışlarda önemli artışlar gözlenmiştir. Bu artışlar, $PM_{2.5}$ ve PM_{10} , NO_2 ve SO_2 için bulunmuştur. En büyük ilişki, 24 saatlik NO_2 'deki 5.1 ppb artışa bağlı olarak astım yatışlarında %6.0 artış (5-14 yaş) olarak bulunmuştur. Bu çalışma, dış hava kirliliği ile çocukların kısa süreli hastaneye yatışlarındaki artışlar arasında güçlü ve tutarlı ilişkiler olduğunu belirtmektedir.

Hava kirliliği, birçok hastalık için bilinen bir risk faktörüdür ve ayrıca hastaneye başvuru oranlarını artırır. Kuzey İtalya'da bir metropol olan Milano'da, genel nüfusun acil servis başvuruları ile solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişkiyi araştıran araştırmada; Hava kirliliğinin düşük seviyelerinde bile maruz kalma, genel nüfusta akut solunum yolu hastalıkları için acil servise başvuru riskini artırdığını ve obstrüktif akciğer hastalıklarının kötüleşmesine neden olduğu sonucuna varılmıştır. Bu hastalıkların tedavisinin doğrudan maliyetlerini ve iş günü kaybından kaynaklanan dolaylı maliyetlerinde dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Santus, 2012).

Saygın vd. (2017); Hava kirliliğinin (PM_{10} ve SO_2) solunum hastalıkları, astım ve KOAH üzerine etkileri üzerine yaptığı çalışma ile; havadaki artan partikül ve zararlı gazlara neden olan katı yakıtların kullanımı ile solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişkiyi belirlemek ve solunum yolu hastalıkları arasında yer alan astım ve KOAH' ın alevlenmesi üzerinde hava kirliliğindeki PM_{10} ve SO_2 ' nin etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Sonuç olarak hava kirliliği, astım ve KOAH gelişimine katkısının yanı sıra, astım ve KOAH öyküsü olanlar için bir risk faktörü olduğu belirtilmiştir. Bu hastalıkların artmasının bireyin yaşam kalitesini azalttığı ve ciddi bir ekonomik etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır.

Analitis vd. (2006); Avrupa Hava Kirliliği ve Sağlık: Avrupa Yaklaşımı (APHEA2) projesi kapsamında, 29 Avrupa şehrindeki PM_{10} ' un kardiyovasküler ve solunum yolu mortalitesi üzerindeki tahmini etkileri üzerine yaptıkları çalışmada; PM_{10} 'da ki 10

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük artış kardiyovasküler ölümlerde %0,76 ve solunum yolu ölümlerinde % 0,58 artışla ilişkilendirildiği sonucuna varmışlardır. Siyah dumandaki aynı artış sırasıyla % 0,62 ve % 0,84 artışla ilişkilendirilmiştir. Ozon maruziyeti ile mortalite arasındaki ilişkiyi tahmin etmek ve bireysel sosyo-demografik özelliklerin ve kronik durumların ozonun olumsuz etkilerine daha fazla duyarlılığı sağlayıp sağlamadığını değerlendirmek için yapılan çalışmada; Ozon seviyelerindeki her $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük bir artış için toplam mortalitede %1,5' lik bir artış tahmin edilmiştir. Ozonun olumsuz etkisinin 85 yaşın üstündeki yaşlı bireylerde, 35-64 yaş arası bireylerden daha fazla olduğu görülmüştür. Kadınlarda ise erkeklerden daha fazla olduğu görülmüştür. Evde ölen ve diyabeti olan bireyler özellikle daha fazla etkilenenler olarak ortaya çıkmıştır (Stafoggia, 2010).

2.7 Hava Kalitesinin İzlenmesi

Hava kalitesi; insan sağlığı yönetimi için küresel bir konudur. Bu nedenle, hava kalitesinin izlenmesi ve yönetimi, mevcut dünya ortamı için mutlaka ihtiyaç duyulan bir faaliyettir. Sanayileşme sonrası hava kalitesi azalmakta ve çevre kurumlarının kurulması, yasa ve politikaların uygulanması, büyük sensör ağlarının oluşturulması, sosyal ağların kurulması yoluyla durumunun değerlendirilmesi, izlenmesi ve kamuya ve çevre yöneticilerine bilgilendirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Çevre Koruma Ajansı (EPA, 1970'de kuruldu), Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 1988'de kuruldu), Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO, 1950'de kuruldu) ve Küresel Çevre Fonu (GEF, 1991'de kuruldu) gibi kurumların kurulması Hava Kalitesi Değerlendirmesi ve Yönetimi ile ilgili temel eylemlerdir. Hava kalitesi sensörleri bilim adamı tarafından 1940 yılında geliştirilmiş olsa da, dünya çapındaki kuruluşlar, hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisini yönetmek için 1980'lerde tüm dünyada hava kalitesi sensör ağları ve izleme sistemleri kurulması yönünde talimatlar verilmiştir (Singh, 2021).

Ülkemizde de karar vericilerin ve yetkili otoritelerin hava kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla oluşturacakları politika, strateji ve eylem planlarını en doğru, güvenilir ve temsiliyeti yüksek hava kalitesi verisi ile desteklemek amacıyla 2005 yılında Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı kurulmuştur. Ülke geneline yayılmış olan izleme istasyonları ile görev yapmakta, hem işletimi ve yönetiminde iyileştirmeler yapılarak hem de ağı

ihtiyaca uygun olarak genişlemesi sağlanarak sürekli olarak geliştirilmektedir. Halkın hava kalitesi verisine erişim hakkı kapsamında “www.havaizleme.gov.tr” internet adresinde kamuoyu ile paylaşılmakta olan hava kalitesi izleme verisi, genel halkın veriyi kolayca anlayabilmesi için ilave olarak Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) denilen ve hava kalitesini iyi, orta, hassas, sağlıklı, kötü ve tehlikeli şeklinde derecelendiren bir sınıflama sistemi ile de paylaşılmaktadır (URL-8). Hava kalitesinin izlenmesi, ulusal hava kalitesi izleme ağı ile yapılmaktadır.

Ulusal hava kalitesi izleme ağı ülke genelinde hava kalitesinin sürekli olarak izlendiği ve değerlendirildiği bir sistemdir. Sistem, atmosferdeki kirleticilerin konsantrasyonlarını ölçmek, hava kalitesini değerlendirmek, hava kirliliği trendlerini izlemek ve halk sağlığını korumak için kullanılmaktadır. Ulusal hava kalitesi izleme ağlarının genel özellikleri şu şekildedir:

- **Kirleticilerin İzlenmesi:** Ulusal hava kalitesi izleme ağları, genellikle atmosferde bulunan kirleticileri izlemek için sensörler, monitörler ve ölçüm cihazları kullanır. Bu kirleticiler arasında partiküler madde (PM₁₀, PM_{2.5}), nitrojen dioksit (NO₂), kükürt dioksit (SO₂), karbon monoksit (CO), ozon (O₃) ve uçucu organik bileşikler (UOB) bulunur.
- **İzleme Noktaları:** İzleme ağları genellikle şehirler, endüstriyel bölgeler, trafik yoğunluğu olan bölgeler ve hava kalitesi bakımından hassas bölgeler gibi belirli bölgelerdeki izleme noktalarına dağılmıştır. Bu noktalar, çeşitli kaynaklardan kaynaklanan kirliliği izlemek ve değerlendirmek için stratejik olarak seçilir.
- **Veri Toplama ve Analiz:** Hava kalitesi izleme ağları, sürekli olarak hava kalitesi verileri toplarlar. Bu veriler, atmosferdeki kirleticilerin konsantrasyonlarını belirli bir zaman diliminde izler. Toplanan veriler, daha sonra analiz edilir ve hava kalitesi indeksleri gibi bilgilendirici araçlar kullanılarak halka sunulur.
- **Halkı Bilgilendirme:** İzleme ağları, halkı hava kalitesi hakkında bilgilendirmek için çeşitli iletişim kanallarını kullanır. İzleme sonuçları genellikle web sitelerinde, mobil uygulamalarda, medya aracılığıyla ve halka açık panolarda yayınlanır. Bu, halkın kendi sağlıklarını korumak için gerekli önlemleri almasına yardımcı olur.
- **Karar Alma Süreçlerine Katkı:** Hava kalitesi izleme ağları, çevre politikalarının oluşturulması ve uygulanmasında önemli bir rol oynar. Toplanan veriler, hava kirliliği kaynaklarını tanımlamak, kirliliği azaltmak için politika ve düzenlemeleri geliştirmek

ve mevcut düzenlemelerin etkinliğini değerlendirmek için karar alıcılar tarafından kullanılır.

Ulusal hava kalitesi izleme ağları ile alınan veriler hava kalitesi sınır değerleriyle karşılaştırılarak analiz edilmektedir. Böylece, hava kirliliğinin kontrol altında tutulması ve halk sağlığının korunması hava kalitesini iyileştirmek ve sürdürülebilir bir gelecek için adımlar atmak mümkün olabilecektir.

2.7.1 Ulusal/Uluslararası hava kalitesi sınır değerleri

Hava kalitesi sınır değerleri, belirli kirleticilerin atmosferdeki konsantrasyonlarının belirli bir zaman dilimi içinde ne kadar olabileceğini belirleyen standartlardır. Bu değerler, hava kirliliğinin insan sağlığına zarar verebilecek düzeylerde olmasını önlemek amacıyla belirlenir. Ülkemizde Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) ile belirlenmiştir. Uluslararası örgütler veya sağlık kuruluşları tarafından belirlenen standartlar da bulunur. Örneğin, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), Avrupa Birliği gibi kuruluşlar, hava kalitesi standartları geliştirmekte ve güncellemektedir.

Hava kalitesi sınır değerleri, belirli bir kirletici için saatlik, günlük veya yıllık ortalama konsantrasyonları içerir. Ayrıca, hava kalitesi sınır değerleri, farklı hassasiyet düzeylerine sahip olan gruplar için değişebilir. Örneğin, çocuklar, yaşlılar ve kronik solunum rahatsızlığı olan kişiler genellikle hava kirliliğine daha duyarlı oldukları için daha düşük sınır değerlerine tabi tutulabilirler. Hava kalitesi sınır değerleri, belirli bir bölgedeki endüstriyel faaliyetlerin, trafik yoğunluğunun ve diğer kirlilik kaynaklarının kontrol altında tutulması için de kullanılır. Bu değerlerin belirlenmesi ve uygulanması, hava kalitesinin korunması ve insan sağlığının korunması için önemli bir araçtır. Hava kirleticiler için kullanılacak Ülkemiz, AB ve DSÖ sınır değerleri Çizelge 2.1’de verilmiştir. Hava kirliliğinin başlıca kaynakları, bunların karşılık gelen sağlık etkileri, DSÖ ve Amerika Birleşik Devletleri’nde çevre koruma ajansı standart değerleri Çizelge 2.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Ülkemiz, Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü'nün sınır değerleri.

Kirletici	Periyot	Türkiye ^a Hava Kalitesi Yönergeleri	AB ^b Direktifi 2008/50/EC	DSÖ ^c Hava Kalitesi Kılavuz Değerleri 2005	DSÖ ^d Hava Kalitesi Kılavuz Değerleri 2021
PM₁₀ µg/m ³	24 saat	50	50	50	45
	1 yıl	40	40	20	15
PM_{2.5} µg/m ³	24 saat	-	-	25	15
	1 yıl	-	25	10	5
NO₂ µg/m ³	Saatlik	200	200	-	200
	24 saat	-	-	-	25
	1 yıl	40	40	40	10
NO_x µg/m ³	1 yıl	30	30	-	-
SO₂ µg/m ³	Saatlik	350	350	-	-
	24 saat	125	125	20	40
	1 yıl	20	20	-	-
CO mg/m ³	Saatlik	30	10	-	30
	Maksimum günlük 8 saatlik ortalama	10	10	-	10
	24 Saat	-	-	-	4
O₃ µg/m ³	En yoğun sezon	-	-	-	60
	Maksimum günlük 8 saatlik ortalama	120	120	100	100

a-Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği(HKDYY)'ne göre.

b-21 Mayıs 2008 tarihli 2008/50/EC direktifine göre (URL-15).

c- Dünya Sağlık Örgütü'nün 2005 tarihli yönergesine göre (URL-9).

d- Dünya Sağlık Örgütü'nün 2021 tarihli yönergesine göre (URL-14).

Çizelge 2.2. Ana hava kirleticilerinin kaynakları ve sınırları veya kılavuzlarıyla ilgili özet (Jafari, 2021).

Kirletici	Kaynakları	Sağlık Etkileri	Sınırlar / yönergeler	
			DSÖ (2006)	U.S. (EPA,2012)
PM	Ulaşım (egzoz dumanı ve lastik ve fren aşınması dâhil), yanma, endüstriyel işlemler, inşaat ve yıkım, rüzgâr erozyonu	Solunum problemleri, kardiyopulmoner ve akciğer kanseri ölümlerinde artış, çocuklarda ve yetişkinlerde azalan akciğer fonksiyonlarına bağlı astım bronşiti ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), kardiyovasküler ve kardiyopulmoner ölümler gibi etkilere neden olabilir.	PM _{2.5} (µg/m ³):	PM _{2.5} (µg/m ³):
			24 saatlik ortalama = 25	24 saatlik ortalama = 35
			Yıllık ortalama = 10	Yıllık ortalama = 15
			PM ₁₀ (µg/m ³):	PM ₁₀ (µg/m ³):
			24 saatlik ortalama = 50	24 saatlik ortalama = 150
			Yıllık ortalama = 20	Yıllık ortalama = -

Çizelge 2.2 (devam). Ana hava kirleticilerinin kaynakları ve sınırları veya kılavuzlarıyla ilgili özet (Jafari, 2021).

Kirletici	Kaynakları	Sağlık Etkileri	Sınırlar / yönergeler	
			DSÖ (2006)	U.S. (EPA,2012)
NO ₂	Yanma işlemleri (ısıtma, enerji üretimi ve araçlar ile gemilerdeki motorlar)	Öksürme, hırıltı, göz, burun veya boğazda tahriş, baş ağrısı, nefes darlığı, göğüs ağrısı, terleme, ateş, bronkospazm ve pulmoner ödem gibi belirtilere neden olabilir.	NO ₂ (µg/m ³): Saatlik ortalama = 200 Yıllık ortalama = 40	NO ₂ (µg/m ³): Saatlik ortalama = 100 Yıllık ortalama = 53
SO ₂	Fosil yakıtların evlerde, enerji üretimi ve araçlar için kullanımı	Solunum sistemi problemleri ve akciğer fonksiyonlarının etkilenmesi, gözlerin tahriş olması, öksürük, balgam salgısı, astım ve kronik bronşiti kötüleştiren solunum yollarının iltihaplanması gibi sorunlara neden olabilir.	SO ₂ (µg/m ³): 24 saatlik ortalama = 20 10 Dakikalık ortalama = 500	SO ₂ (ppm): Saatlik ortalama = 75 3 Saatlik ortalama = 500 10 Dakikalık ortalama = 500 24 saatlik ortalama = 140 Yıllık ortalama = 30

Çizelge 1.2 (devam). Ana hava kirleticilerinin kaynakları ve sınırları veya kılavuzlarıyla ilgili özet (Jafari, 2021).

Kirletici	Kaynakları	Sağlık Etkileri	Sınırlar / yönergeler	
			DSÖ (2006)	U.S. (EPA,2012)
CO	Ulaşım (özellikle benzin bazlı), yanma ve endüstri	Baş ağrısı, baş dönmesi, zayıflık, bulantı, kusma, bilinç kaybı gibi belirtilere neden olabilir.	CO(ppm): 8 Saatlik ortalama = 9000 Saatlik ortalama = 35000	
O ₃	Sanayi kaynakları ve araçlardan kaynaklanan NO _x 'un, otomobillerden, sanayi kaynaklarından ve solventlerden salınan VOC'lerle foto-kimyasal reaksiyonu	Solunum problemleri, astımı tetikleme, akciğer fonksiyonlarının azalması, akciğer hastalıkları gibi sonuçlara neden olabilir.	O ₃ (µg/m ³): 8 Saatlik ortalama = 100	O ₃ (ppm): 8 Saatlik ortalama = 75 Saatlik ortalama = 120

2.8 Önceki Çalışmalar

Hava kirliliğini belirlemek ve bunun insan sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak, hava kirliliği araştırmalarının en önemli bileşenlerinden biridir. Partikül madde, gazlar ve diğer kirlleticiler solunum yolu hastalıkları, kardiyovasküler hastalıklar ve hatta kanser gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu araştırmalar, sağlık uzmanlarına ve politika yapıcılara, halk sağlığını korumak için uygun stratejiler geliştirmelerinde rehberlik eder. Hava kirliliğinin mekânsal, zamansal ve sağlık sorunları arasındaki ilişki araştırmacıların ilgisini çeken bir konudur. Bu çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

Konya il merkezinde hava kirliliğine sebep olan kaynaklar üç grupta toplanmaktadır. Bunların başında ısınma ihtiyacından dolayı konutlarda ve işyerlerinde tüketilen fosil yakıtlardan kaynaklanan kirlilik gelmektedir. Sanayi kuruluşların üretimleri sırasında havaya verdikleri kirleticiler yanında enerji üretmek için tükettikleri fosil yakıt emisyonları ise ikinci kirleticiler olarak ortaya çıkmaktadır. Üçüncüsü de motorlu taşıtların egzoz emisyonlarından kaynaklanan kirliliktir. Mevcut topoğrafik yapı ve meteorolojik şartlar, kış aylarında hava kirliliğinin artmasında önemli rol almaktadır. Çeşitli tipte sanayi kuruluşları ve yoğun nüfusu barındıran Konya İlının, dağlarla çevrili çanak şeklinde çukur bir sahada bulunması hava kirliliğinin zaman zaman artmasına yol açmaktadır. Bu durum özellikle kışın kirli havanın kent dışına çıkmasını önleyerek sis ve dumanın kent üzerinde yoğunlaşmasına ve bunun sonucu olarak da hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Konya’da ilin gelişimi ve sanayisi hâkim rüzgâr yönünde olduğu için hava kirliliğinin başlıca sebeplerinden biri rüzgâr olmaktadır. Özellikle Konya ili sanayi alanları ve katı atık depolama sahasının rüzgârın esme yönünde bulunması il merkezindeki kirlilik konsantrasyonunun artışında katkıda bulunmaktadır (Kunt, 2018).

Konya ili Kosova mahallesindeki partikül madde konsantrasyonlarının zamansal ve mekânsal modellemesi, ArcGIS 10.5 paket programının Kriging jeostatistik modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PM ölçümleri, PCE-PCO1 partikül sayacı cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PM ölçümleri Haziran, Ekim ve Ocak aylarında 4 gün boyunca (2 gün hafta içi ve 2 gün hafta sonu) günün 5 farklı saatinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ortalama günlük konsantrasyonlar, Türkiye tarafından

belirlenen 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sınırının üzerindedir. Ortalama hava kalitesine bakıldığında ise orta kategoride olduğu ve insan sağlığına hiçbir etkisi olmadığı ancak solunum problemi olan kişiler için tehlikeli olabileceği düşünülmektedir. Kosova mahallesinde hava kalitesini etkileyen faktörler ısınma için kullanılan yakıt ve trafikten kaynaklanan yakıt emisyonları inşaat ve topraktan kaynaklanan kirleticiler olarak tahmin edilmektedir (Aguilera, 2022).

Kalıpcı ve Başer (2019) yaptıkları çalışmalarında, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığından veriler temin edilmiş ve ArcGIS ortamında işlenerek haritalandırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda; Türkiye’de kentlerin öncelikli çevre sorunları arasında hava kirliliğinin ikinci sırada yer aldığı ve yıllar itibarıyla karşılaştırılması yapıldığında son beş yılda hava kirliliği ile ilgili sorunların stabil olarak devam ettiği belirlenmiştir. Yine aynı makalede, yapılan pek çok çalışmada; Türkiye’de 1950’li yıllarda başlayan hava kirliliğinin nüfus artışına bağlı olarak çarpık ve hızlı kentleşmeyle büyük kentlerde başta olmak üzere hava kirlilikleri yaşandığı dile getirilmiştir. Türkiye’de kentlerde yaşanan hava kirliliğinde muhtemel kirlenme nedenlerinin en başında sırasıyla; evsel ısınma yani şehirlerin birçoğunda kış mevsiminin başlamasıyla beraberinde ısınma için kullanılan yakıtlar, sanayi faaliyetleri ile motorlu taşıtların egzozlarından çıkan gazlar yer almaktadır.

Vural (2021); Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ni kapsayan çalışmasında 2007-2019 yılları arasındaki hava kirliliği ve önemli etkenleri incelemesinde, özellikle Gaziantep, Şanlıurfa, Diyarbakır, Siirt ve Batman’da kirlilik seviyesinin yüksek olduğu görülmektedir. Görülen bu kirliliğin ısınma kaynaklı olduğu ve ayrıca kullanılan yakıtın kalitesi, türü ve miktarıyla da yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Ayrıca illerin bulunduğu topografik yapı da kirliliğin yoğunluk ve şiddetinin artmasına veya azalmasına etki ettiğini belirtmiştir.

Erdoğan (2019), çalışmasında Konya Organize Sanayi Bölgesi içerisinde partikül madde (PM_{10}) kirliliğinin belirlenebilmesi için yirmi dört noktada ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sonuçları, ölçüm günü ve saatleri bazında Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğın de bulunan sınır değerlerle karşılaştırılarak Surfer Software ve ArcGIS 10.1 programlarında kirlilik haritaları oluşturulmuştur. Yönetmelikte belirtilen 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ üzerinde çıkan sonuçların trafik kaynaklı veya mekaniksel işlerden

dolayı olduğu görülmektedir. OSB içerisinde ölçüm yapılan noktalardan trafik kaynaklı kirlilik korelasyonu ve taşınmanın da etkisi ile oluşabilecek kirliliğin şehir merkezinde kurulu olan istasyonlardan alınan verileriyle korelasyonları oluşturulmuştur. Trafik kaynaklı kirliliğin OSB içerisinde olduğu, OSB’de oluşan kirliliğin taşınmasının da etkisi ile merkezde kurulu istasyonlarda PM₁₀ sonuçlarının etkilediği yapılan korelasyonlar sonucunda tespit edilmiştir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün 2023 yılında yayınladıkları; “Türkiye ve Çevresi Aerosol (Toz Taşınımı) Analizleri 2003-2022” raporunda; Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla dünyadaki en önemli iki toz kaynağı olan Afrika ve Orta Doğu kaynaklı çöl tozlarının etkisi altında bulunduğu belirtilmektedir. Suriye ve Irak sınırına yakın yerleşimlerimiz başta olmak üzere, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Konya-Karaman havzası toz taşınımından en fazla etkilenen yöreler olduğu raporda yer almaktadır.

Oğuz ve Pekin (2016) Türkiye’de toz emisyon alanlarının belirlenmesi çalışmalarında; Türkiye için mevsimsel toplam toz emisyon oranlarını hesaplamıştır. Sonuç olarak, simülasyonlar maksimum toz emisyon oranının Türkiye’nin iç ve güneydoğu bölgelerinde, özellikle Nevşehir, Konya ve Şırnak illeri civarında yoğunlaştığını göstermiştir. Bununla birlikte, Türkiye için en yüksek toz emisyon oranının ilkbahar mevsiminde, en düşük toz emisyon oranının ise kış mevsiminde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Kış mevsimi için toplam toz emisyonunun yoğunlaştığı iki bölge bulunmaktadır. Bunlardan birisi Konya ilinin güneybatısı, ikincisi Hatay ilinin güney kesimleridir. Aynı zamanda, Batı Toroslar’ ın Konya sınırı yalnızca kışın değil diğer mevsimlerde de çok yüksek olmamasına karşın toz emisyonu açısından hareketlilik göstermektedir.

Çiftçi vd. (2012) Konya ili için eko-şehir planlama ilkelerini incelenmiştir. Veriler Konya’nın 4 farklı bölgesinden 97.9 hektarlık alanda toplanmış ve CBS platformuna taşınmıştır. 2006 yılı için troposferik SO₂ ve PM₁₀ seviyeleri kirlilik haritalarında ilişkilendirilmiştir. Bölgedeki hava kirliliği seviyeleri, Türkiye’deki hava kalitesi koruma mevzuatına (HKKY) ve AB’deki 1999/30/EC Direktifine ve ayrıca DSÖ’nün hava kalitesi kılavuzlarına (AQG’ ler) göre karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, sürdürülebilir kentsel tasarım ilkelerinin uygulanmasına bağlı olarak kentsel enerji

kullanımında etkin tasarruf sağlanacak ve kentsel hava kalitesi yaşanabilir değerde olacağı belirtilmektedir.

Arslan (2020); Türkiye'nin batısındaki PM₁₀ konsantrasyonlarının atmosferik mekanizmaları ile solunum yolu hastalıkları üzerindeki etkilerinin incelenmesi doktora tezinde; Çanakkale'de 2007-2017 yılları arasında belirlenen 104 adet episodik günün solunum yolu hastalıkları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Solunum yolu hastalıkları için KOAH ve pnömoni tanısı konmuş hastalar, farklı yaş gruplarına ve cinsiyetlere ayrılarak incelenmiştir. Sonuç olarak; Ege bölgesi genellikle Aralık, Ocak ve Kasım aylarında yüksek PM₁₀ değerlerinden etkilenmektedir. Mevsimsel olarak incelendiğinde, ortalama PM₁₀ kış, sonbahar, ilkbahar ve yaz aylarında ortalama 90.6, 66.9, 61.6 ve 54.1 µg/m³ olarak ölçülmüştür. Meteorolojik sonuçlara göre, şubat ve aralık aylarındaki yağış ve PM₁₀ değerleri arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Yağış olduğunda, PM'nin atmosferden giderilmesini sağlayarak günlük ortalama PM₁₀ değerlerini normal değerlerin altına düşürmektedir. Yaz aylarında, kuru ve sıcak havada sıcaklık ve PM arasında pozitif korelasyon bulunmuştur.

Kara vd. (2018) yaptığı çalışmada; Konya ili 2012-2017 hava kalitesi parametreleri ile seçilmiş meteorolojik değişimlerin incelendiği bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre kış dönemi kirliliklerine bakıldığında sınır değerleri oldukça aştığı görülmektedir. Aşımın başlıca sebeplerinden biri ilin bazı bölgelerinde kullanılan yakıtın kömür olması ve kullanılan kömürün kaliteli olmaması gösterilebilir. Kullanılan kömür miktarının doğal gaza geçişe rağmen çok fazla azalmadığı görülmüştür. Bir başka sebep ise Konya şehri coğrafi konumu itibarıyla kuzey-güney doğrultusunda büyük bir alanı içeren Konya Kapalı Havzası'nda bulunmakta olup sanayiye oldukça elverişli bir alandır. Büyük sanayi tesislerini bünyesinde bulunduran şehir yeşil kuşak engeli bulundurmadiğı için ve hakim rüzgâr yönü etkisiyle de sanayiden çıkan baca gazlarını şehir merkezine taşımaktadır. Bu sebeplerle şehir hava kirliliği problemleriyle karşı karşıya kaldığını belirtmektedir.

Hava kirleticilerinin solunum yolu viral enfeksiyonların bulaşma ve şiddeti üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada; bazı kirleticilerin hava konsantrasyonları ile insan solunum virüslerinin etkileşime girerek solunum sistemini olumsuz etkilemesi arasında net bir ilişki olduğu belirtilmektedir. Çalışmada özellikle SARS-CoV-2

olarak adlandırılan koronavirüsün, yani COVID-19'a neden olan virüsün bulaşma ve etkilerinin ciddiyeti ile hava kirleticileri arasındaki ilişkiye özel önem verilmiştir. Çalışma sonunda ulaşılan iki ana bulgu şu şekildedir: Kuzey İtalya'da COVID-19' un bulaşma dinamiklerinin hızlanması, şehirlerin hava kirliliği ile yüksek bir ilişkiye sahiptir ve PM_{10} için belirlenen sınırları aşan 100'den fazla gün hava kirliliği yaşayan şehirler, 27 Nisan 2020'de çok yüksek bir ortalama enfekte kişi sayısına sahiptir (ortalama yaklaşık 3340 enfekte kişi), bu arada 100'den az gün hava kirliliği yaşayan şehirler, daha düşük bir ortalama enfekte sayısına sahiptir (ortalama yaklaşık 1450 enfekte kişi) (Domingo ve Rovira, 2020).

Türk Tabipler Birliğinin araştırmasında; Hava kirliliğinin sağlık etkisi öksürük ve bronşitten, kalp hastalığı ve akciğer kanserine kadar değişmektedir. Kirliliğin olumsuz etkileri sağlıklı kişilerde bile gözlenmekle birlikte, bazı duyarlı gruplar daha kolay etkilenmekte ve daha ciddi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu gruplardan biri yaşlılardır. Fizyolojik kapasitesi ve fizyolojik savunma mekanizması fonksiyonlarındaki azalma, kronik hastalıklardaki artma nedeniyle yaşlılar normal popülasyondan daha duyarlıdır, bu nedenle daha kolay etkilenmektedir. Küçük çocuklar savunma mekanizması gelişiminin tamamlanmaması, vücut kitle birimi başına daha yüksek ventilasyon hızları ve dış ortamla daha sık temas nedeniyle daha fazla riske sahip diğer bir gruptur. Yaş yapısı yanı sıra hava yolunda daralmaya yol açan hastalıklar da kirleticilere duyarlılığı artırmaktadır. Yapılan çalışmalar kirlilik arttıkça astma ve kronik obstrüktif akciğer hastalıkları (KOAH) gibi hastalıkların alevlenmelerinde artış olduğunu göstermiştir. Kalabalık yaşam, yetersiz sanitasyon, beslenme yetersizliği gibi düşük yaşam standartları da duyarlılığı etkileyen faktörlerdendir. Bu koşullarda yaşayanlar enfeksiyon hastalıkları sorunları ile karşı karşıyadır ve yetersiz sağlık hizmeti almaktadırlar. Bu nedenle hava kirliliğinin sonuçlarından daha fazla etkilenilmektedir.

Hava Kirliliği ve Risk Grupları aşağıdaki gibidir.

- Bebekler ve gelişme çağındaki çocuklar
- Gebe ve emzikli kadınlar
- Yaşlılar
- Kronik solunum ve dolaşım sistemi hastalığı olanlar
- Endüstriyel işletmelerde çalışanlar

- Sigara kullananlar
- Düşük sosyoekonomik grup içinde yer alanlar

Genel olarak havadaki kirleticilerin sağlığa etkileri şöyle toparlanabilir;

- Solunum fonksiyonlarında bozulma
- Solunum sistemi hastalıklarında artış
- Kronik solunum sistemi hastalığı olan kişilerin hastalıklarının alevlenmesinde artış
- Kronik kalp hastalığı olan kişilerin hastalıklarının alevlenmesinde artış
- Kansere insidansında artış
- Erken ölüm insidansında artış (URL-2).

Temiz Hava Hakkı Platformu, Kara Rapor 2020 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri raporunda 2019 yılında, Türkiye’de hava kirliliği (PM₁₀) yeterli veri olan 51 ilin %98’inde Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)’nün sınır değerlerinin üzerinde gerçekleştiği belirtilmektedir. Türkiye’de hava kirliliği Dünya Sağlık Örgütü kılavuz değerine indirilseydi; 2019 yılında tüm ölümlerin %7,9’u (31.476 ölüm) ve 2018 yılındaki tüm ölümlerin %12.13’ü (45.398 ölüm) önlenilebileceğini ve 2017 yılından beri her yıl hava kirliliği trafik kazalarının 6 katından fazla ölüme sebep olduğunu belirtmektedir (URL-10).

Temiz Hava Hakkı Platformu, Kara Rapor 2021 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri raporunda; 2020 yılında yeterli veri alınabilen 72 ilin partikül madde değerleri (PM₁₀) incelendiğinde 45 ilde hava kirliliğinin ulusal sınır değerleri dahi aştığı açıklandı. Kirli havanın COVID-19 virüsünün vücuda girişini kolaylaştırdığı belirtilen raporda, hava kirliliğinin genlere de etki ederek yetişkinlerde majör depresyonu ve yaşlanmayı tetiklediği vurgulandı (URL-11).

Temiz Hava Hakkı Platformu, Kara Rapor 2022 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri raporunda; 2021’de İstanbul’da 4 bin 848, Ankara’da 2 bin 853, Türkiye genelinde ise en az 42 bin kişi hava kirliliğine bağlı hastalıklar nedeniyle yaşamını yitirdiği belirtilmektedir. Türkiye’de, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) standartlarına göre havası temiz şehrin olmadığı ve kanser, kalp-damar, KOAH gibi hastalıklara yol açan hava

kirliliğinin ruh sağlığı ve uyku düzenini de olumsuz etkilediğini ortaya koyduğu belirtilmektedir (URL-12).

DSÖ, kılavuz sınır değerleri de dahil hiçbir hava kirliliği seviyesinin “güvenli” olarak kabul edilemeyeceğini; hava kirliliği ile solunum ve kalp damar hastalıkları arasındaki bağlantının net olarak kurulduğunu belirtmektedir. Düşük yoğunlukta bile olsa partikül madde solunmak, insan sağlığına zarar veren fizyolojik değişikliklere neden olabilir. Düşük hava kalitesi, bronşit ve ağır astım gibi yaşam kalitesini önemli ölçüde düşüren kronik ve akut solunum yolu hastalıklarıyla da bağlantılıdır (HEAL, 2021:9). Özellikle, ortamdaki ince partiküllere (aerodinamik $\text{çap} < 2,5 \mu\text{m}$ [$\text{PM}_{2.5}$]) uzun süreli maruz kalma, akciğer kanseri mortalitesi (veya insidansı) artmıştır (DSÖ, International Agency for Research on Cancer [IARC],2013:161). 2019 204 ülke ve bölgede 369 hastalık ve yaralanmanın küresel hastalık yükü çalışmasında; 2019 da 10 yaşından küçük çocuklarda DALY’ nin (disability-adjusted life-years - engelliğe ayarlanmış yaşam yılları) ilk on nedeni arasında altı bulaşıcı hastalıklar, 2. Sırada ise Alt solunum yolu enfeksiyonları olduğu belirtilmektedir. 2019 da iskemik kalp hastalığı ve inme, hem 50-74 yaş hem de 75 yaş üzeri gruplarda DALY’ lerin en üst sıradaki nedenleri olarak verilmektedir (Murray, 2020).

Dockery ve arkadaşlarının, Altı ABD şehrinde hava kirliliği ve ölüm oranı arasında bir ilişki çalışmasında Sigara içme ve diğer risk faktörlerini ayıkladıktan sonra, hava kirliliği ve ölüm oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı ve sağlam ilişkiler gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada; Hava kirliliği, akciğer kanseri ve kardiyopulmoner hastalıktan ölümle pozitif olarak ilişkili olduğu, ancak birlikte düşünülen diğer nedenlerden ölümle ilişkili olmadığı bulunmuştur. Ölüm oranı, sülfatlar da dahil olmak üzere ince partiküllerle hava kirliliği ile en güçlü şekilde ilişkili olduğu ifade edilmektedir (URL-13).

Öztürk (2019), Göğüs hastalıkları acil başvurularının hava kirliliği ile ilişkisinin değerlendirilmesi uzmanlık tezinde; hava kirliliği ile göğüs hastalıklarından özellikle KOAH, pnömoni ve obstrüktif AH arasında yüksek ilişki saptamıştır. Bununla birlikte 65 yaş üstü hastalarda ve ölenlerde KOAH, pnömoni ve obstrüktif akciğer hastalığının yüksek gözlenmesi hava kirliliğinin olumsuz etkisini dolaylı olarak gösterdiğini belirtmektedir. Ayrıca Sanayi tesislerinden, kalitesiz kömürlerden ve trafikte egzoz

gazından kaynaklanan dış ortam hava kirliliği, insan sağlığını olumsuz yönde etkilediğini belirtmektedir. Avrupa kaynaklı partikül maddelerin solunum yolu hastalıkları üzerindeki etkileri incelendiğinde, yaşlı kadın ve yetişkin erkeklerde pnömoni hastalarının sayısında belirgin bir artışa neden olmaktadır. Sahra kaynaklı partikül maddeler ise, yetişkin kadınlarda KOAH hastalarının sayısında artışa sebep olmaktadır. Akdeniz kaynaklı yüksek PM₁₀ değerlerinin özellikle lag2 ve lag3'te KOAH ve pnömoni hasta sayısında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Lokal kaynaklı yüksek PM₁₀ değerleri sebebiyle, lag1'den lag3'e kadar kadınlarda KOAH hastalığında belirgin bir artış olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, Rusya kaynaklı yüksek PM₁₀ değerleri az görülmesine rağmen, lag1'de pnömoni hasta sayısında anormal seviyede artışa neden olmaktadır. Bu sonuçlar, hava kalitesi tahminleri için önem taşımaktadır. Hava patenleri ile PM₁₀ değerleri arasında doğrudan bir ilişki bulunmasının başta halk sağlığı önlemleri olmak üzere, bir uyarı sinyali olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Özkan (2021), Tıpta uzmanlık tezinde, Zonguldak ili merkez ilçelerindeki istasyonlarda ölçülen hava kirliliği parametre değerlerinin aylık ortalamalarında, yüksek seyrettiği aylarda, DSÖ belirlediği sınır değerlerinin üzerinde ölçümler yapılmıştır. Hava kirliliği parametrelerinin yüksek seyrettiği aylarda, belirlenen tanı grupları için hastane başvuruları da yüksektir. Hastane başvurularının en yüksek olduğu aylar Kasım, Aralık, Ocak aylardır. En az başvuru ise mayıs, nisan ve Ağustos aylarında yapılmıştır. Hava kirliliği parametrelerinden PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO ve NO₂ günlük ortalamaları ile SSH nedenli hastane başvuruları arasında pozitif yönde, orta ve güçlü düzeylerde, anlamlı bir ilişki bulunmuştur. O₃ düzeyi ve toplam hastane başvuruları arasında negatif yönlü anlamlı ilişki bulunmuştur.

Kurt vd. (2016) Hava Kirliliğinin Akciğer Sağlığına Etkileri çalışmalarında, hava kirliliğinin pulmoner morbidite ve mortalite ile nasıl ilişkili olduğuna dair yeni anlayışlar oluşturmak için toplamda 53 yayın gözden geçirilmiş, geçmişteki kayda değer kanıtlar, hava kirliliğinin akciğer hastalığını arttıran önemli bir faktör olduğunu ve ayrıca çocuklar, yaşlılar ve dünya çapındaki düşük sosyoekonomik statüdekiler gibi duyarlı popülasyonlarda daha fazla zarara neden olduğunu göstermektedir. Astım, KOAH, akciğer kanseri ve solunum yolu enfeksiyonlarının tümü partikül madde (PM), ozon, nitrojen oksitler nedeniyle en büyük etkileri olan çeşitli çevresel hava

kirleticilerine maruz kalma nedeniyle alevleniyor gibi görünmektedir. İncelenen yeni yayınlar bu bulguları yeniden doğrulamaktadır. Hava kirliliğinin insan sağlığı ve akciğer hastalıkları üzerine etkilerini azaltmak için sürekli takip etmek gerektiği belirtilmektedir. Yerel, ulusal ve küresel düzeyde hava kalitesi sorunlarını çözmek için birlikte çalışan hükümetler, sanayi ve enerji tabanlı işletmeler ve halk arasında çok uluslu düzeyde işbirliği gerekeceği belirtilmektedir.

Riggs vd. (2019), çalışmalarında PM_{2.5} ile bozulmuş vasküler fonksiyon arasında tutarlı ve sağlam bir ilişki bulunmuştur. Çoklu biyo belirteç ölçümlerine dayanarak, bu bozuklukların oksidatif strese kaynaklandığını ve pro-anjiyogenik sinyal moleküllerindeki artışlara rağmen meydana geldiğini tahmin edilmektedir. Birlikte ele alındığında, bu çalışmanın bulguları, havadaki partikül maddeye akut maruz kalmanın endotel fonksiyonunu doğrudan etkilediğini ve böylece kardiyovasküler morbidite ve mortalite riskinde bir artışa yol açtığını gösteren önemli kanıtlar sağladığı belirtilmektedir.

Çapraz (2013)'ın; İstanbul'da 2007-2012 yılları arasında hava kirliliğinin ölümler üzerindeki etkilerinin modellenmesi yüksek lisans tezi çalışması sonucunda, günümüzde İstanbul'da yaşanan hava kirliliğinin, solunum sistemi hastalıklarına bağlı ölümler, kalp-damar hastalıklarına bağlı ölümler ve kaza dış tüm hastalıklar nedeniyle meydana gelen ölümler üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, kirletici konsantrasyonlarındaki artış ile ölümler arasında pozitif bir ilişki bulunduğu görülmektedir. Kalp-damar hastalıkları nedeniyle meydana gelen ölümler için en büyük risk, genel olarak kirliliğe maruz kaldıktan dört gün sonra (lag 4) ortaya çıkmaktadır. Solunum hastalıkları nedeniyle meydana gelen ölümler için en büyük risk ise, genel olarak kirliliğe maruz kaldıktan beş gün sonra (lag 5) ortaya çıkmaktadır. Kaza dışı nedenler sonucu gelen ölümler için en büyük risk ise, PM₁₀ için kirliliğe maruz kaldıktan on gün sonra (lag 10), SO₂ için ise iki gün sonra (lag2) ortaya çıkmaktadır. Asıl ciddi risk ise, kirletici konsantrasyonlarının normal seviyelerin çok üzerine çıktığı zamanlarda yaşanmaktadır. Bu gibi durumlarda ölüm riski katlanarak artmaktadır.

Türkiye'de Hava Kirliliği ve Sağlık Harcamaları araştırmasında hava kirliliği kaynaklı ortaya çıkan sağlık maliyetinin Türkiye'de asgari 25,845 milyon TL, azami 52,492

milyon TL olduğu görülmüştür. Hava kirliliğinden etkilenen tüm bölgelerde ise sağlık maliyetinin asgari 47,314 milyon TL, azami 98,494 milyon TL olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak hava kirliliği sebebiyle, hem ekonomik büyümede sıkıntılar yaşanmasının önlenmesi, hem de sağlık harcamalarının bir yük oluşturmaması için politika belirleyicilerin, çevresel konuları dikkate alması gerekmektedir (Güzel ve Özer, 2022).

Farklı tekniklerin entegrasyonu ile hava kirleticilerinin insan sağlığı üzerindeki etkisini değerlendirilmesi amaçlı çalışmada: Dünya Sağlık Örgütü tarafından geliştirilen AirQ+ modeli kullanarak nüfusa atfedilebilir oranlar ve Özürlülük Ayarlı Yaşam Yılları (DALYs) kullanarak hastalık yükü. Camp de Tarragona İlçesi genelinde 2005 ile 2017 yılları arasında elde edilen SO₂, NO, NO₂, O₃, H₂S, benzen, PM₁₀, PM_{2.5}, CO, benzo(a)piren ve metaller seviyeleri, hava kalitesi izleme açısından elde edilen veriler, mekânsal ve zamansal olarak belirlenmiştir. Sağlık etkileri, AirQ+ modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; genellikle, Avrupa kalite standartlarına göre hava kalitesinin iyi olduğu, ancak özellikle O₃, PM₁₀ ve PM_{2.5} için Dünya Sağlık Örgütü kılavuzlarını karşılamadığı belirtilmiştir. İşsizlik oranı ile hava kirletici seviyeleri arasında bir korelasyon bulunmuş ve ekonomik krizin (2008-2014) hava kirletici seviyelerini etkileyen bir faktör olduğu belirlenmiştir. Camp de Tarragona İlçesi'nde hava kirletici seviyelerinin (PM_{2.5}) DSÖ kılavuzlarına indirilmesi, yetişkin ölümlerini yılda 23 ile 297 arasında azaltacağı belirtilmiştir. Ayrıca nüfusa atfedilebilir oran (PAF) ve hastalık yükü (DALYs) metodolojilerinin entegrasyonu, zamansal ve mekânsal eğilimleri bulmak için istatistiksel araçlarla birlikte, insan sağlığına olan etkiyi değerlendirmek için uygun bir yaklaşım olduğu belirtilmiştir. Bu yaklaşım, hava kirliliğini önlemek ve kontrol etmek için karar almak/desteklemek zorunda olan bölgesel ve ulusal politika yapıcılarına yardımcı olacak ve müdahalelerin maliyet etkinliğini analiz edecektir yorumu yapılmıştır (Rovira vd. 2020).

Öztürk vd. (2022), Konya ilinde 2016-2019 yılları arasında NO₂ kaynaklı hava kirliliğinin mortaliteye etkisinin AirQ+ yazılımı aracılığıyla değerlendirilmesi araştırmasında azot dioksit (NO₂) kaynaklı hava kirliliğinin Konya'da ki etkisini araştırmışlardır. Araştırmada Konya iline ait 2016, 2017, 2018 ve 2019 yılı nüfus ve ölüm verileri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan, NO₂ değerlerine ise T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait internet sayfasından ulaşılmıştır. AirQ+ yazılımı ile NO₂

kirleticisinin sağlığa etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak; Konya’da 2016-2019 yılları arası dört yıllık süreçte NO₂ değerlerinin limit değerler üzerinde olduğu, NO₂ kirliliğine atfedilen ölüm hızları literatürdeki diğer ülke ve şehirlerin değerlerinin üzerinde gerçekleştiği belirtilmektedir.

Hadei vd. (2020), PM_{2.5} ve ozon nedeniyle ölüm ve morbidite ekonomik yükü: İran’da AirQ+ modellemesi çalışmasında İran’ın dördüncü büyük şehri Karaj’da, PM_{2.5} ve O₃’n, mart 2015’ten mart 2016’ya kadar olan dönemdeki sağlık etkileri ve sağlıkla ilgili ekonomik maliyetleri tahmin etmek için DSÖ AirQ+ modeli kullanılmış. PM_{2.5} için, iskemik kalp hastalığı (IHD), akciğer kanseri, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) gibi uzun vadeli ölümler ve akut alt solunum yolu enfeksiyonu (ALRI) gibi morbidite, ayrıca kısa vadeli kardiyovasküler ve solunum hastanelikler hesaplanmış. Ozon için, kısa vadeli kardiyovasküler ve solunum hastalıkları nedeniyle ölümler ve hastaneye başvurular tahmin edilmiştir. Sonuç olarak; PM_{2.5}’e atfedilen seçilen yaş gruplarındaki IHD, KOA, LC ve ALRI ölümlerinin toplam sayısı 576. O₃’e atfedilen kardiyovasküler ve solunum yolu ölümlerinin toplam sayısı 46 vaka olarak bulunmuştur. Hastaneye başvuru için, her iki kirletici için toplam kardiyovasküler ve solunum yolu hastane başvuruları 552 olmuştur. Seçilen sağlık sonuçlarından kaynaklanan ölüm ve morbiditeden dolayı toplam ekonomik kayıp yaklaşık 44 milyon ABD doları olacağı belirtilmiştir.

Zhu vd. (2022), Hava Kirliliği ve Atmosferik PM’ nin Sağlık Etkileri: AirQ+ Modelinin in’de Jiangsu Eyaleti’ne Uygulanması çalışmasında; 2014-2021 yılları arasında 13 il düzeyindeki şehrin 6 hava kirleticisini (PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, 8h-O₃, NO₂ ve CO) analiz edilmiştir. Hava kirleticilerinin insan sağlığı üzerindeki etkisini daha da değerlendirmek için, AirQ+ ile atmosferik PM’ye bağlı tüm nedenlere bağlı yıllık mortaliteyi, solunum ve kardiyovasküler mortaliteyi tahmin etmişlerdir. Sonuçta; 2014-2019 yılları arasında PM’ nin toplam mortalite, solunum ve kardiyovasküler mortalite üzerindeki etkileri PM_{2.5} için sırasıyla 100.000 kişi başına 9.62, 1.73 ve 1.73 vaka, PM₁₀ için ise 8.83, 1.40 ve 2.12 vaka olarak belirlenmiştir. Son emisyon azaltmaları bazı kirleticilere maruz kalma oranını düşürmüş olmasına rağmen, Jiangsu’da hava kirliliği seviyesi diğer bölgelere göre hala oldukça yüksek ve sağlık riskleri devam ettiği belirtilmiştir. Hava kirliliğinin insan sağlığına zararlı etkileri ve

daha fazla ölüme neden olacağı bu nedenle hükümet tarafından alınacak etkili önlemlerle daha da önlenmeli ve kontrol edilmelidir denmektedir.

Naghan vd. (2022); AirQ+ yazılımı kullanılarak Shahrekord sakinlerinin sağlığı üzerinde $PM_{2.5}$, NO_2 , O_3 kirleticilerinin etkilerinin (2012-2018) tahmini çalışmalarında; Shahrekord'da $PM_{2.5}$, NO_2 ve O_3 'e maruz kalmanın kısa ve uzun vadeli sağlık etkilerini AirQ+ modeli kullanarak yedi yıllık bir dönem boyunca incelenmiştir. Kirletici konsantrasyonları genellikle DSÖ rehberlerinden daha yüksek gerçekleşmiştir. $PM_{2.5}$ 'in kısa vadeli sağlık etkileri NO_2 'ye göre daha fazla gözlemlenmiştir. Ancak, NO_2 'nin uzun vadeli etkileri $PM_{2.5}$ 'ten daha fazla ve genel olarak NO_2 'nin etkileri $PM_{2.5}$ 'ten daha büyük gerçekleşmiştir. Ozonun sağlık etkileri ise sıfır olarak gerçekleşmiştir. Genel olarak, tüm ölümlerin $PM_{2.5}$ ve NO_2 'den kaynaklandığı tahmin edilmiştir. Sonuçta; tüm incelenen yıllarda $PM_{2.5}$ ve NO_2 'den kaynaklanan toplam doğal ölüm sayısı sırasıyla 1074 ve 1631 olmuştur. $PM_{2.5}$ 'e bağlı iskemik kalp hastalığı, KOAH, akciğer kanseri, akut alt solunum yolu enfeksiyonu ve inmeden kaynaklanan toplam ölüm sayısı sırasıyla 176, 7, 10, 0, 105 olarak bulunmuştur. Hava kirliliğinin sağlık üzerinde doğrudan ve dolaylı maliyetler yüklediğini göstermiştir.

Fallahizadeh vd. (2021), Meteorolojik parametrelerin PM_{10} üzerindeki etkileri: AirQ+ modeli kullanarak sağlık etkilerinin değerlendirilmesi ve yapay sinir ağı (ANN) ile tahmin edilmesi çalışmasında; Demografik, meteorolojik ve PM_{10} verileri, İran'ın şehirlerinden birinde Mart 2013 ile Mart 2018 tarihleri arasında toplandı. PM_{10} 'un sağlık etkileri, AirQ+ yazılımı kullanılarak tahmin edildi. Ayrıca, PM_{10} konsantrasyonlarının günlük ortalaması meteorolojik verilerle birleştirilerek PM_{10} konsantrasyonu tahmin edildi. Sonuçlar, astım semptomlarının insidansı için astımlı çocuklarda, çocuklarda bronşit prevalansında, erişkinlerde kronik bronşitin insidansında ve PM_{10} 'a maruz kalmanın postneonatal bebek ölümlerinde daha büyük bir risk olduğunu gösterdi. İlgili risk sırasıyla 1.028, 1.08, 1.117 ve 1.04 olarak bulunmuştur.

Leili vd. (2023), Zahedan şehrinde ambiyans hava PM_{10} 'a maruz kalmaya bağlı ölüm ve morbidite: AirQ+ model yaklaşımı çalışmasında Zahedan sakinlerinin sağlığına PM_{10} 'un etkisini AirQ+ 2.2.3 model yazılımını kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu

çalışmanın bulguları, PM₁₀'un yıllık ortalama ve maksimum konsantrasyonlarının 2018'de sırasıyla 110 ve 1447 µg/m³ olduğunu göstermektedir, bu değerler Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kılavuzlarından 7.3 ve 32.2 kat daha yüksektir. Her 10 µg/m³ artışla, PM₁₀'un kardiyovasküler ve solunum morbiditesi üzerindeki göreceli risk (RR) oranları sırasıyla %8.03 ve %7.2'dir (95% CI), toplam fazla vakaların sayısı ise sırasıyla 210 ve 544'tür. Buna göre, kardiyovasküler ve solunum hastalıklarından kaynaklanan toplam mortalitenin atfedilebilir oranları sırasıyla %8.03 ve %11.2'dir (95% CI), bunun sonucunda toplam fazla vaka sayısı ise sırasıyla 111 ve 33'tür. Bu çalışmanın bulguları, AirQ+ modelini kullanarak elde edilen tahmin sonuçlarına göre, PM₁₀'un Zahedan vatandaşları üzerinde sağlık etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, bu şehirde hava kalitesini iyileştirmek için yerel ve bölgesel düzeyde yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Miri vd. (2016); Mashhad metropolünde dış ortam hava kirliliğine maruz kalmanın neden olduğu mortalite ve morbidite. AirQ+ model yaklaşımı çalışmalarında; Mashhad şehirde yaşayanların sağlığı üzerinde PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂ ve O₃ kirleticilerinin etkisi değerlendirilmiştir. Hava kirliliğine bağlı sağlık etkilerini değerlendirmek için DSÖ Avrupa Çevre ve Sağlık Merkezi tarafından geliştirilen AirQ+ model yazılımı 3.3.2 kullanılmıştır. Bu kirleticilere bağlı toplam mortalitenin oranının sırasıyla %4,24, %4,57, %0,99, %2,21, %2,08 ve %1,61 olduğu bulunmuştur (CI 95%). Bu çalışmanın sonucu olarak, insanlar üzerindeki hava kirliliğinin etkileri üzerine yapılan diğer çalışmalarla uyumlu olduğu, AirQ+ yazılım modeli, karar verme süreçlerinde kullanılabilecek kullanışlı ve kolay bir araç olarak kullanılabileceği belirtilmektedir.

Ntourou vd. (2023), Partikül madde maruziyetine bağlı olumsuz sağlık etkileri (bronşit olayları): AirQ+ modeli kullanılarak yapılan çalışmada; Yunanistan'ın Büyük Atina Bölgesi İçin yirmi yıllık senaryo analizi çalışmasında havadaki parçacık madde maruziyetine bağlı olarak çocuklarda bronşit prevalansı ve yetişkinlerde kronik bronşit vakalarının insidansı, AirQ+ modeli kullanılarak tahmin edilmek istenmiştir. Bu amaçla, PM₁₀ ölçümleri 2001–2020 dönemini kapsayacak şekilde kullanılmıştır. Sonuçlar, PM₁₀ konsantrasyonları ile olumsuz sağlık etkileri arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Yetişkinlerin bronşit hastalığından muzdarip olma durumundan daha fazla çocuk vakası olduğu gözlemlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Çalışma Alanı

Konya ili, İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde yer almaktadır. Kuzeyde Haymana platosu, kuzeydoğuda Cihanbeyli Platosu ve Tuz Gölü'ne, batısında Beyşehir Gölü'ne ve Akşehir Gölü'ne, güneyinde Sultan Dağları'ndan başlayan Karaman ilinin güneyine kadar devam eden, Toros yayının iç yamaçları önünde bir fay hattı boyunca oluşmuş volkanik dağlara, doğuda ise Obruk platosuna kadar uzanır. Konya coğrafi olarak 36°41" ve 39°16' kuzey enlemleri ile 31°14' ve 34°26' doğu boylamları arasında yer alır (Şekil3.1). Yüz ölçümü 41.001 km² olup bu alanı ile Türkiye'nin en büyük yüz ölçümüne sahip olan ilidir. Ortalama yükseltisi 1.016 m'dir ve güneyinde volkanik dağlar ve krater göllerine rastlanır. Ülkemizin tahıl ambarı durumunda olan düzlükler, Konya Ovası, Cihanbeyli Yaylası ve Obruk Yaylasından oluşmaktadır. Tuz Gölü, Akşehir Gölü, Beyşehir Gölü ve Suğla Gölü, il sınırları içindedir (Konya Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü [Konya ÇDR], 2020).



Şekil 3.1. Konya ili haritası.

3.1.1 Nüfus

Adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre Konya'nın nüfusu ve nüfus artış hızı Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çalışma yapılan 2019-2021 yıllarına göre ortalama nüfusu 2.253.137 kişidir. Yıllık nüfus artış hızı 2020 yılında diğer yıllara göre düşük gerçekleşmiştir. Yüzölçümü 41.001 kilometrekare olan Konya ilinde kilometrekare başına düşen kişi sayısı 55'dir.

Çizelge 3.1. Konya ili yıllara göre toplam nüfusu ve nüfus artış hızı.

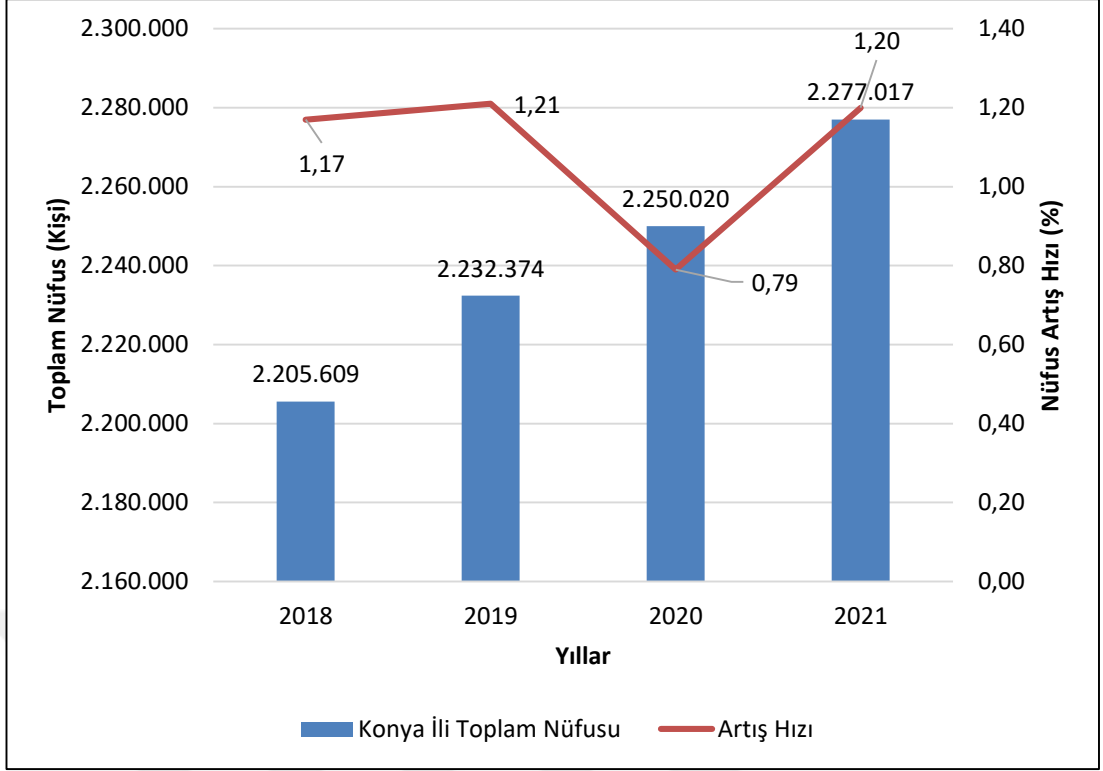
Yıl	Konya İli Toplam Nüfusu	Nüfus Artış Hızı
2018	2.205.609	% 1.17
2019	2.232.374	% 1.21
2020	2.250.020	% 0.79
2021	2.277.017	% 1,20

İl merkez ilçelerinin nüfusunun yıllara göre değişimi Çizelge 3.2'de verilmiştir. İl merkezi nüfusu ise ortalama 1.365.211 kişidir (TÜİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2019, 2020, 2021).

Çizelge 3.2. Konya il merkez ilçelerinin yıllara göre nüfusu.

Yıl	Meram	Karatay	Selçuklu
2019	344.546	338.976	662.808
2020	344.549	351.422	663.280
2021	345.360	362.177	682.514

2018 ve 2021 yılları nüfus değişimi Şekil 3.2'de gösterildiği gibidir. 2020 yılı haricinde nüfusun artış eğiliminde olduğu görülmektedir.



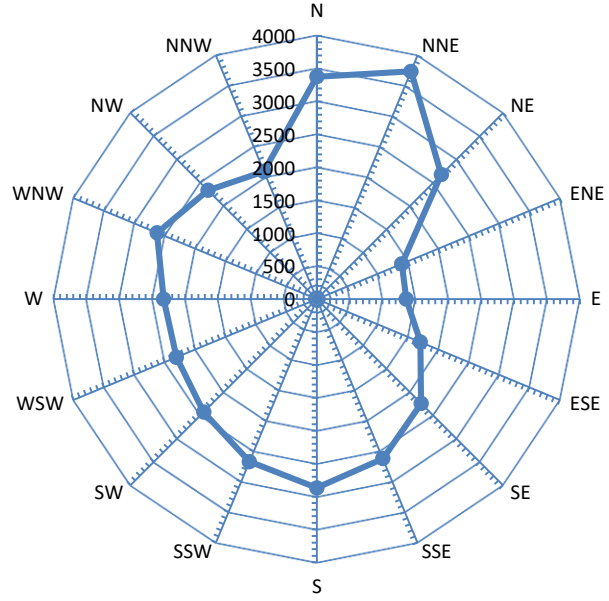
Şekil 3.2. 2018 - 2021 yılları Konya ili toplam nüfusu ve nüfus artış hızı (%) değişimi.

3.1.2 İklim

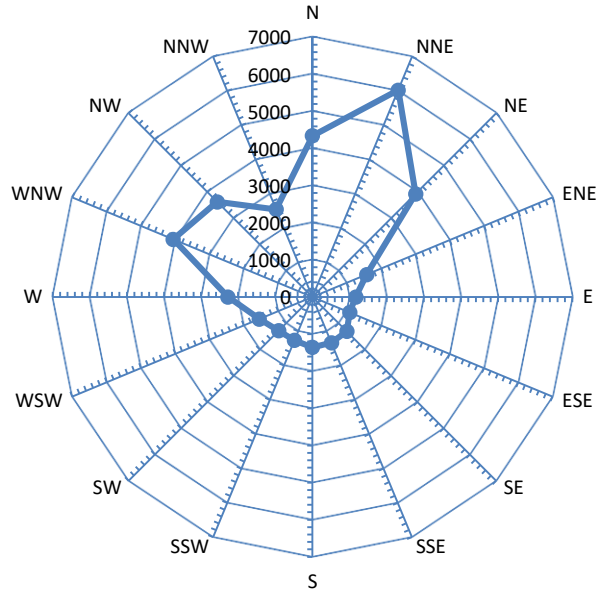
İlde karasal iklim hakim olup, Karapınar ve Ereğli İlçeleri ülkemizin en az yağış alan yerleridir (Konya ÇDR, 2020).

Hava kalitesini etkileyen bir diğer iklim elemanı rüzgârdır. Rüzgârların esme hızı ve hakim yönü, şehir üzerinde yoğunlaşan kirli havanın uzaklaştırılması bakımından son derece önemli bir faktördür. Rüzgâr hızının özellikle yanma dönemlerinde düşük olması kirli havanın şehir atmosferinde dağılmadan kalmasına yol açmaktadır. Şekil 3.3'te Konya ilinin kış ve yaz dönemleri hakim rüzgar yönleri verilmiştir.

KIŞ DÖNEMİ HAKİM RÜZGAR YÖNÜ



YAZ DÖNEMİ HAKİM RÜZGAR YÖNÜ



Şekil 3.3. Konya ili hâkim rüzgâr yönleri.

Yüksek basıncın etkili olduğu kış mevsiminde ortaya çıkan kuru soğuklar yakıt tüketimini artırmakta ve inversiyon tabakası kalınlaşmaktadır. Bu da hava kirliliğinin

artmasına ve daha yoğun hissedilmesine neden olmaktadır. Konya’da 2 adet istasyonda meteorolojik ölçümler yapılmaktadır. Sıcaklık verileri Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4’te verilmiştir. Rüzgâr hızı verileri ise Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.3. 17244 Konya hava limanı istasyonu sıcaklık verileri (°C).

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2019	0,62	4,13	6,21	9,51	17,76	21,63	22,76	23,33	19,46	15,9	8,3	2,96
2020	2,78	6,95	10,78	15,9	20,25	25,49	24,17	22,6	17,09	6,04	4,59	2,78
2021	2,26	2,42	4,42	11,69	18,28	19,02	24,13	23,19	17,14	11,65	7,67	0,66

Çizelge 3.4. 17244 Konya hava limanı istasyonu rüzgâr hızı verileri (m/s).

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2019	3,3	3,55	4,04	3,92	3,55	4,32	4,6	4,71	3,46	3,16	1,66	2,85
2020	4,19	4,09	4,09	4,09	4,06	3,96	3,84	3,97	3,76	2,62	3,31	2,29
2021	2,39	2,78	3,02	3,38	3,22	3,06	3,81	3,24	3,06	2,29	2,29	1,71

Çizelge 3.5. 17245 Konya merkez istasyonu sıcaklık verileri (°C).

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2019	1,76	5,27	7,98	11,13	19,68	22,99	24,33	24,8	20,97	17,32	10,1	4,37
2020	1,82	4,53	8,86	12,59	18,01	21,92	26,94	25,49	23,87	18,43	7,66	6,57
2021	2,51	2,96	4,74	12,19	19,1	19,22	24,43	24,27	17,83	12,61	8,5	1,29

Çizelge 3.6. 17245 Konya merkez istasyonu rüzgâr hızı verileri (m/s).

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2019	1,15	1,18	1,44	1,27	1,2	1,34	1,46	1,49	1,13	0,97	0,73	1,03
2020	1,21	1,37	1,39	1,36	1,25	1,24	1,45	1,28	1,1	0,9	1,08	0,85
2021	1,07	1,14	1,29	1,39	1,31	1,2	1,47	1,31	1,18	0,93	0,95	0,88

3.1.3 Sanayi

Konya sahip olduğu 11 adet organize sanayi bölgesi, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı destekli 17 küçük sanayi sitesi olmak üzere toplam 77 adet sanayi sitesi bulunmakta olup; Türkiye ekonomisinin istihdam ve sanayi yükünü sırtlayan illerden bir tanesidir. Özellikle Konya’da faaliyet gösteren sanayi işletmelerinin işyeri sayısı bakımından sektörel çeşitliliği dikkat çekicidir. Konya, metal işleme alanında Türkiye pazarının %45’ine sahiptir. Traktörlerde kullanılan parçaların % 90’nı ve tarım makinelerinde kullanılan parçaların % 100’ünü üretebilmekte ve bu alanda Türkiye pazarının % 65’ini elinde bulundurmaktadır.

Otomotiv yan sanayi sektöründe, birçok marka modelin %70’den fazla parça ve ekipmanı Konya’da üretilmektedir. Türkiye tahıl üretiminin %10’unu Konya karşılamaktadır. Etil alkol üretiminin tek başına Ülkemizin ihtiyacının %56’ sını tek başına karşılamaktadır. İlimiz elektrik tüketiminin %20’ sini İlimizde bulunan başta yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaktayız. Bununla birlikte Konya’da çikolata ve şekerleme sektörü oldukça ilerlemiş durumdadır. Konya’da metal döküm sanayi sektöründe 450 firma yılda 250.000 ton kapasiteyle üretim yapmaktadır. Bu da Türkiye’deki metal döküm üretiminin %18’ine tekabül etmektedir. Yılda yaklaşık 15 milyon çift ayakkabı üretimi ile Konya, Türkiye pazarının %15’ini tek başına karşılamaktadır.

Sektörel çeşitlilikte önemli mesafeler kat eden Konya’da, 2019 yılında 7.779, 2020 yılında 8.439 olan sanayi siciline kayıtlı işletmelerin sayısı, 2021 itibariyle 9.044 olarak gerçekleşmiştir (Konya ÇDR, 2019, 2020, 2021). Sanayinin büyük bölümü şehir merkezinin kuzey bölümüne konuşlandırılmış durumdadır (URL-18).

Konya sanayi firmaları 2020 sayıları sıralamasına göre 3598 (% 44) ile Karatay, 2623 (%32) ile Selçuklu, 404 (%5) ile Beyşehir, 394 (%5) ile Meram, 205 (%3) ile Ereğli, 162 (%2) ile Akşehir ilçesinde firma bulunmaktadır (Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü [GİATHMM], 2020:26). 6948 sayılı Sanayi Sicil Kanunu gereği Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’na oluşturulan Sanayi Sicil Bilgi Sisteminde kayıtları bulunan sanayi işletmelerinin sektörel dağılım yüzdeleri Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Konya sanayi işletmelerinin sektörel dağılımı.

Konya Sanayi İşletmelerinin Sektörel Dağılımı	2019 (%)	2020 (%)	2021 (%)
Makine ve ekipmanlar	16,69	17,23	18,00
Metal Ürünleri	16,29	16,26	23,00
Gıda Ürünleri	10,83	11,13	11,00
Kauçuk ve plastik	8,14	8,27	8,00
Mobilya	5,53	5,52	6,00
Otomotiv, treyler	5,14	5,11	5,00
Ağaç ve mantar ürünleri	4,53	4,54	4,00
Deri ürünleri	4,41	4,41	4,00
Elektrik, Gaz, Buhar	4,08	4,07	4,00

3.1.4 Kullanılan fosil yakıtlar

Konya Çevre, Şehircilik ve İklim değişikliği İl Müdürlüğü Çevre Durum Raporları verilerine göre 2019 yılında Sanayide 745,874 ton katı yakıt, 66,641 ton petrokok 275,087.82 sm³ doğalgaz kullanılmıştır. 2020 yılında ile Sanayide 2291,987 ton katı yakıt, 45,091 ton petrokok 282,726.704 sm³ doğalgaz kullanılmıştır. Konutlarda 2019 yılında 240,322 ton katı yakıt, 404,602.159 sm³ doğalgaz kullanılmıştır. 2020 yılında ise konutlarda 316.965,11 ton katı yakıt kullanılmıştır (Konya ÇDR, 2019; 2020).

3.1.5 Motorlu kara taşıtları

2019 ve 2021 yılları motorlu kara taşıtları sayısı ve dağılımı Çizelge 3.8’de verilmiştir (Tüik verileri). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2019 yılından 2021 yılına göre motorlu kara taşıtları sayısı artmıştır.

Çizelge 3.8. Konya ili motorlu kara taşıtları sayıları.

	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör	Toplam
2019	349.845	11.248	5.697	123.370	36.789	105.670	2.159	89.619	724.397
2020	361.755	11.637	5.703	127.288	38.068	107.569	2.303	91.757	746.080
2021	378.119	11.632	5.645	133.534	39.219	110.082	2.498	94.096	774.825

3.2 Hava Kalitesi Ölçümleri

Konya İlinde 9 adet Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü tarafından işletilen, 3 adet de Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından işletilen toplam 12 hava kalitesi izleme istasyonu (HKİİ) bulunmaktadır. Bu 12 istasyonun 3' ü Karatay ilçesinde (Karkent, Karatay ve Sunay Park HKİİ), 5' i Selçuklu ilçesinde (Bosna, Selçuklu Belediyesi, Trafik, Erenköy ve Laboratuvar HKİİ), Meram (Meram HKİİ), Ereğli (Ereğli HKİİ), Akşehir (Akşehir HKİİ) ve Sarayönü (Sarayönü HKİİ) ilçelerinde de birer tane bulunmaktadır.

Bu istasyonların verileri ww.havaizleme.gov.tr adresinden çevrimiçi olarak izlenebilmektedir. Konya hava kalitesi ölçüm istasyonları, türleri ve koordinatları Çizelge 3.9'da verilmiştir. Ayrıca Çizelge 3.10'da hava kalitesi izleme istasyonlarında ölçülen parametreler verilmiştir.

Çizelge 3.9. Konya hava kalitesi ölçüm istasyonları, türleri ve koordinatları.

İstasyon Adı/Yeri	İstasyon Türü	Koordinatlar	
		Enlem	Boylam
Meram HKİİ	Isınma	37.860094	32.475303
Karkent HKİİ	Sanayi	37.899791	32.528869
Sunay Parkı HKİİ	Isınma	37.844484	32.513335
Bosna HKİİ	Isınma	38.012056	32.521207
Laboratuvar HKİİ	Isınma/ Eğitim	37.899498	32.448871
Trafik HKİİ	Trafik	37.888283	32.493653
Sarayönü HKİİ	Arka Plan	38.494134	32.457541
Ereğli HKİİ	Isınma	37.512182	34.043907
Akşehir HKİİ	Isınma	38.355655	31.420273
Erenköy HKİİ	Isınma	37.906802	32.460009
Karatay HKİİ	Isınma	37.868384	32.515998
Selçuklu Bel. HKİİ	Isınma	37.915941	32.499806

Çizelge 3.10. Konya hava kalitesi ölçüm istasyonlarında ölçülen parametreler.

Parametre	Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi									Konya Büyükşehir Belediyesi		
	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Eregli HKİİ	Akşehir HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ
PM ₁₀	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PM _{2.5}	-	X	X	-	X	X	X			X	-	-
SO ₂	X	X	X	X	X	-		X	X	X	X	X
CO	X	X	X	-	X	X	X			X	X	X
O ₃	-	X	X	X	X	X	X			X	X	X
NO	-	-	-	-	-	-				-	-	-
NO ₂	-	-	-	-	-	-				-	-	-
NO _x	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

3.3 Çalışmada Kullanılan Veri Seti

Konya ili hava kalitesinin zamansal, mekânsal değişimi ve sağlık risk değerlendirmesinin yürütüldüğü bu çalışmada Ocak 2019 ve Aralık 2021 yılları arasındaki hava kalitesi izleme istasyonlarında ölçülen veriler kullanılmıştır. Kullanılan bu veriler Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağından, Konya Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Konya İli Çevre Durum raporlarından, Güney İç Anadolu Temiz hava Merkezi Müdürlüğü Hava Kalitesi Değerlendirme Raporlarından elde edilmiştir.

Bu veriler üzerinde yapılan zamansal, mekânsal ve sağlık riski değerlendirme çalışmaları için hava kalitesi izleme istasyonların veri alım yüzdeleri %60 ve üzeri veri alım oranına sahip istasyon ölçümleri kullanılmıştır. %60 ve üzeri veri alım oranının tercih edilmesiyle bazı hava kirleticilerin zamansal, mekânsal ve sağlık risklerinin karşılaştırılması mümkün olmaktadır.

Konya İli Zamansal, mekânsal ve sağlık riski değerlendirme çalışmaları için hava kalitesi izleme istasyonların veri alım yüzdeleri Çizelge 3.11’de verilmiştir. %60 ve üzeri olan ve kullanılacak istasyonlar yeşil ile işaretlenmiştir.

Çizelge 3.11. Hava kalitesi izleme istasyonları veri alım oranları.

Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi											Konya Büyükşehir Belediyesi		
Parametre	Yıllar	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Ereğli HKİİ	Akşehir HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ
PM ₁₀	2019	83	76	-	-	34	-	-	-	-	-	91	32
	2020	98,8	99,2	97,06	97,67	85,17	99,51	84,64	64,56	-	18	96	96
	2021	93	99,71	66,02	72,67	72,23	66,52	63,79	48,44	-	95,17	90	94
PM _{2,5}	2019	-	52	-	-	33	-	-	-	-	72	-	-
	2020	-	93,14	-	-	71	-	-	-	-	78,32	-	-
	2021	-	99,12	-	-	-	66,04	62,57	-	-	82,38	-	-
SO ₂	2019	74	72,9	-	-	37	-	-	-	-	91	92	91
	2020	98,4	98,4	98,44	97,06	65,32	-	-	79,91	-	97	99	80
	2021	99	99	93,31	73	73	-	-	-	-	88	92	97
CO	2019	55	55	-	-	37	-	-	-	-	99	93	88
	2020	99,45	99,18	93,42	-	74,32	-	-	-	-	99	98	79
	2021	99,45	96	64,93	-	67	65	65	-	-	92	37	65
O ₃	2019	-	24	-	-	37	-	-	-	-	100	58	-
	2020	-	91,5	67,98	95,89	93,02	76,23	81	-	-	88	99	-
	2021	-	99,76	61	73,77	69,01	64,56	55,31	-	-	46	45	-
NO	2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020	51,14	36,98	-	-	28,27	-	-	35,6	-	87,57	97,28	-
	2021	99,87	99,19	56,92	71,54	73,52	57,5	62,5	83,56	40,93	-	-	-
NO ₂	2019	19	23	-	-	28	-	-	-	-	56	92	72
	2020	51,14	-	-	-	28,27	-	-	35,72	-	87,58	97,28	96
	2021	99,91	-	-	72,62	73,37	57,79	62,72	83,74	38,23	95,03	91,69	97
NO _x	2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020	50,75	36,32	-	-	28,26	-	-	35,6	-	87,33	97,02	-
	2021	99,87	99,19	51,85	71,51	67,75	57,33	62,39	83,08	41,82	95,03	92,3	-

3.4 Hava Kirliliğinin Zamansal ve Mekânsal Değişimi

Konya ili 2019-2021 yılları arasında hava kirliliğinin zamansal değişiminin incelenmesi, hava kalitesi değişiminin yıllar içinde değişiminin görülebilmese, çeşitli faktörlerin etkilerini anlamamıza yardımcı olabilir. Bu faktörler arasında meteorolojik koşulların değişimi, endüstriyel faaliyetlerin ve trafik yoğunluğunun dalgalanmaları, kentsel gelişim ve çevresel politikalar gibi etkenler yer alır. Bu değişkenlerin etkileşimi, hava kirliliği seviyelerindeki dalgalanmaların karmaşıklığını ve nedenlerini açıklar.

Hava kirliliğinin mekânsal değişimi, kirleticilerin atmosferdeki dağılımının coğrafi konum, yerel topografi, hava koşulları ve insan faaliyetlerinin yoğunluğu gibi birçok faktöre bağlı olarak farklılık göstermesi anlamına gelir. Bu nedenle, hava kirliliğiyle mücadele stratejileri bu mekânsal farklılıkları dikkate almalı ve yerel, bölgesel ve küresel ölçekte uyarlanmış çözümler sunmalıdır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), hava kirliliğinin mekânsal değişimini belirlemek ve analiz etmek için son derece etkili araçlardır. CBS, coğrafi verileri toplama, depolama, işleme, analiz etme ve görselleştirme yeteneği sayesinde, çevresel bilimcilerin ve politika yapıcıların kirlilik kaynaklarını, dağılım modellerini ve potansiyel etkilerini daha iyi anlamalarına yardımcı olur.

CBS, hava kirliliğinin mekânsal değişimini modellemek için kullanılabilir. Bu modeller, kirlilik yayılımını, meteorolojik koşulların ve arazi kullanımının etkilerini görülmese yardım edebilir. Bu sayede, farklı senaryolar altında kirlilik seviyelerinin nasıl değişebileceği öngörülebilir.

CBS, hava kirliliği verilerini anlaşılır ve etkileşimli haritalar, grafikler ve diğer görsel formatlar halinde sunar. Bu görselleştirmeler, kirliliğin mekânsal dağılımını ve yoğunluklarını kolayca gösterir, böylece halkın ve karar vericilerin konu hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlar.

CBS tabanlı analizler, hava kirliliği yönetimi ve politika geliştirme süreçlerinde değerli bilgiler sağlar. Kirliliği azaltmak için hangi önlemlerin alınabileceği, yeni

sanayi tesislerinin yerleşimi veya trafik düzenlemeleri gibi konularda bilinçli kararlar almayı kolaylaştırır.

Bu çalışmada hava kirliliğinin mekânsal değişimini ArcGIS 10.7 Coğrafi bilgi sistemleri programı ile haritalandırarak belirlemeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan verilerin analizi ve haritalandırılması ArcGIS programında gerçekleştirilmiştir.

Hava kirliliğinin mekânsal değişimini tespit etmek için hesaplanan yıllık ve mevsimlik ortalamalar ArcGIS 10.7 programında IDW (Inverse Distance Weighting-Ters Mesafe Ağırlıklı) enterpolasyon yöntemiyle haritalandırılmıştır. IDW (Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon) yöntemi ile CBS de belirlenen istasyon noktalarında ölçülen değerlerin merkezde fazla mesafe artıkça azaldığı varsayımıyla çalışır. Yani örnekleme noktaları ile hedef hücre arasındaki mesafenin tersine orantılıdır.

ArcGIS, Esri tarafından geliştirilen güçlü bir Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımıdır ve hava kirliliği analizi gibi çeşitli çevresel çalışmalar için yaygın olarak kullanılır. Hava kirliliğinin mekânsal değişimini belirlemek amacıyla ArcGIS kullanılması, detaylı mekânsal analizler yapılmasını ve sonuçların etkili bir şekilde görselleştirilmesini sağlar.

Kirleticilerin ($PM_{2.5}$, NO_x , SO_2 vb.) mekânsal dağılımını analiz etmek için enterpolasyon teknikleri kullanılır. Bu teknikler, izleme istasyonlarının sınırlı verilerinden yola çıkarak, izleme istasyonları arasındaki alanlarda kirlilik seviyelerini tahmin eder. ArcGIS, kirliliğin mekânsal dağılımını gösteren detaylı haritalar oluşturur. Bu haritalar, renk gradyanları kullanılarak kirleticilerin yoğunluklarını gösterir. Hava kirliliği üzerine yapılan mekânsal analizler, kirliliğin insan sağlığı ve ekosistem üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmek için kullanılır.

Elde edilen analiz sonuçları, kirlilik azaltma stratejileri geliştirmek, çevresel planlama ve politika yapma süreçlerinde karar vericilere destek olmak için kullanılır. ArcGIS programı, hava kirliliğinin mekânsal değişimini anlamak ve yönetmek için kapsamlı araçlar sunar. Bu teknoloji, çevre bilimcilerine ve politika yapıcılara, hava kirliliğiyle mücadelede bilinçli kararlar almak için gerekli derinlikte bilgi sağlar.

3.5 Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerindeki Etkisi-AirQ+ uygulaması

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından geliştirilen AirQ+ 2.2 ortamdaki hava kirlleticilerine maruz kalmanın sağlık sonuçları üzerindeki etkisini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için çeşitli kaynaklardan yararlanmaktadır. DSÖ tarafından geliştirilen bu gelişmiş model, maruziyetin değerlendirilmesi ve kirlilikle ilgili sağlık riski değerlendirmelerinin yapılması için değerli bir araç olarak hizmet vermektedir. AirQ+ yazılımı, havayı kirleten maddelerin belirli bir dönem ve bölgedeki popülasyonların sağlığı üzerindeki etkilerini tahmin etmek için özel olarak tasarlanmış ve potansiyel sağlık etkilerinin ayrıntılı bir analizini sağlamaktadır. Araştırmacılar, bu gelişmiş araçlardan yararlanarak ölüm oranlarını, hastaneye başvuruları ve farklı hava kirleticilerle ilişkili hastalıkların yükünü doğru bir şekilde tahmin edebilmekte ve hava kalitesi ile halk sağlığı arasındaki karmaşık ilişkiye dair bilgiler sunabilmektedir. AirQ+, ortamdaki hava kirliliğine uzun süreli ve kısa süreli maruz kalmanın etkilerini değerlendirmek için modüller içerir. AirQ+ çapı 2,5 µm veya daha az olan partikül madde (PM_{2.5}) veya çapı 10 µm veya daha az (PM₁₀), nitrojen dioksit, ozon ve siyah karbon içeren kirleticilerle çalışır. AirQ+ hesaplamaları ile hem akut hem de kronik durumlar açısından mortalite ve morbiditeye ilişkin çeşitli sağlık sonuçları dikkate alınabilmektedir. Etki değerlendirme modülü kullanıcının iki tür analiz geliştirmesine olanak tanır. İlk analiz, nüfusa ilişkin tek bir sayıya, hava kirliliği verilerine, sağlık verilerine ve göreceli riske dayanmaktadır. Hastalık Yüğü modülü, nedene özel ölüm verilerine dayalı yük tahminleri üretmek amacıyla yıllar içinde geliştirilen IER (Artışsal Aşırı Risk) fonksiyonlarını içerir. Bu modül aynı zamanda evsel hava kirliliği yükünün kaba tahminlerine yönelik göreceli riskleri de içerir. Risk Analizi modülü, Klasik hava kirleticisi verilerinin bulunmaması ve havada başka spesifik madde konsantrasyonlarının bulunması durumunda, kansere yakalanma riskini değerlendirmek için kullanılır. AirQ+ yazılımı yararlı bir model olarak kabul edilmekte ve hava kirleticilerinin insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için birçok araştırmacı tarafından uygulanmaktadır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 PM₁₀ Zamansal ve Mekânsal Değişimi

Partikül Madde (PM₁₀) için yıllık limit değer HKDYY’de ve AB Direktif 2008/50/EC’de 40 µg/m³, DSÖ Hava kalitesi kılavuz değerlerine göre 20 µg/m³’tür.

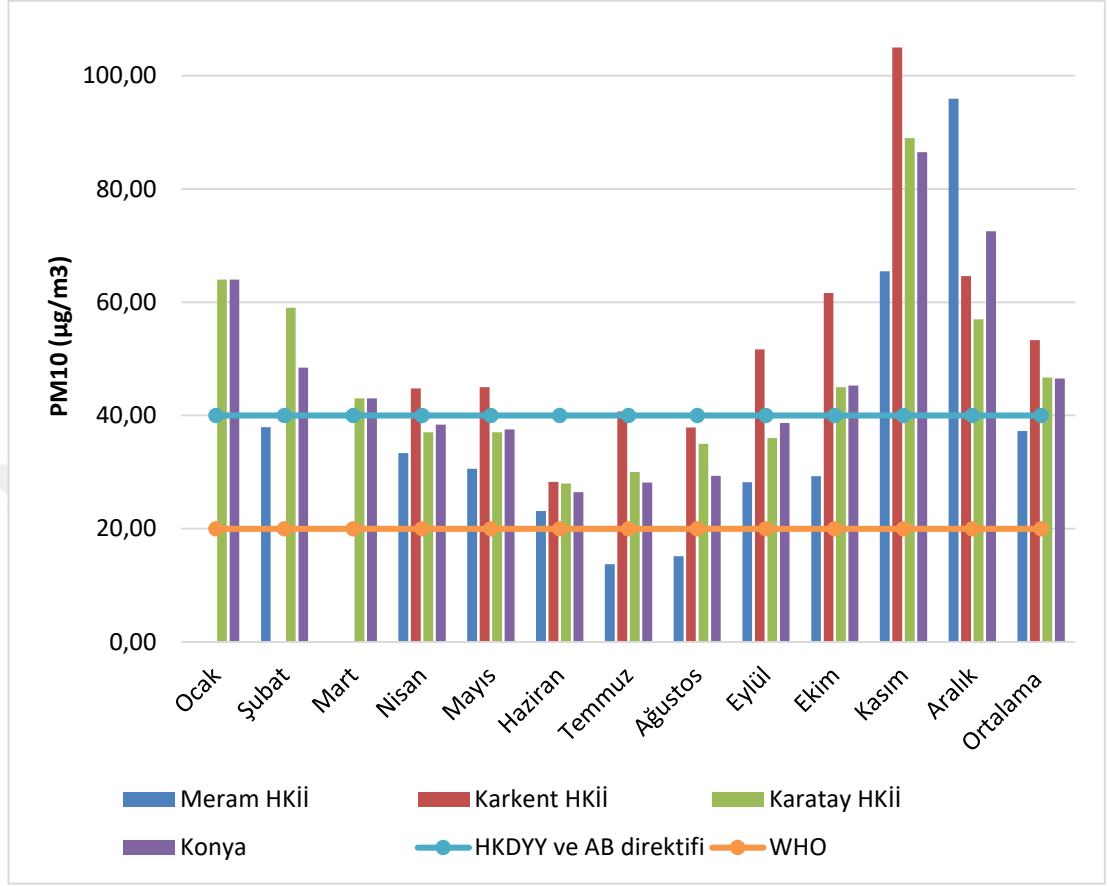
4.1.1 2019 yılı PM₁₀ değişimi

2019 yılında Karkent, Meram ve Karatay ölçüm istasyonlarında yapılan ölçüm sonuçları alınmıştır. Karkent istasyonu yıllık ortalama PM₁₀ değeri 39,96 µg/m³, Meram istasyonunun yıllık ortalama PM₁₀ değeri ise 31,06 µg/m³, Karatay istasyonu yıllık ortalama PM₁₀ değeri 46,67 µg/m³dür. Çizelge 4.1’de Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019- 31.12.2019 arası Aylık ortalama Partikül Madde (PM₁₀) verileri verilmiştir.

Çizelge 4.1. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019- 31.12.2019 arası aylık ortalama partikül madde (PM₁₀) verileri.

PM ₁₀ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Karatay HKİİ
Ocak	-	-	64
Şubat	37,94	-	59,00
Mart	-	-	43,00
Nisan	33,35	44,76	37,00
Mayıs	30,59	44,99	37,00
Haziran	23,12	28,27	28,00
Temmuz	13,75	40,71	30,00
Ağustos	15,12	37,86	35,00
Eylül	28,22	51,69	36,00
Ekim	29,28	61,64	45,00
Kasım	65,47	105,03	89,00
Aralık	95,93	64,63	57,00
Ortalama	37,28	53,29	46,67

Çizelge 4.1'e göre 2019 yılı aylık PM₁₀ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. 2019 Yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM₁₀ değerleri değişimi.

Şekil 4.1'e göre Karkent ve Karatay istasyonu yıllık ortalama değeri Ülkemiz ve AB limit değerlerine göre limit değerlerinin üzerinde kalmaktadır. Meram istasyonu yıllık ortalama değerleri HKDYY ve AB Direktifi limit değerinin altında kalmıştır. Ancak üç istasyonda ölçülen değerler DSÖ hava kalitesi kılavuz değerlerine göre limit değerlerin üstünde kalmaktadır.

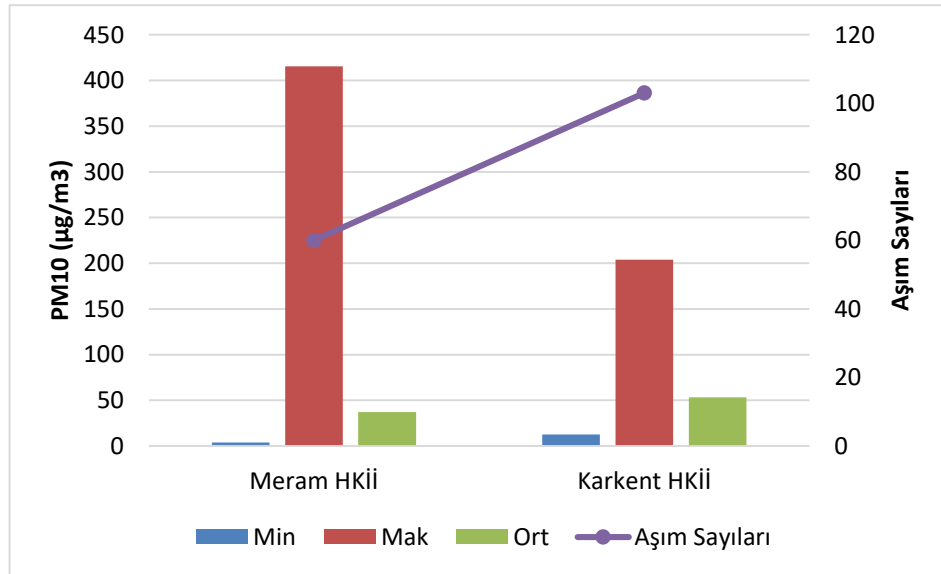
Aylık değişime bakıldığında Karkent Hava kalitesi izleme istasyonu 7 ayda AB ve HKDYY de belirtilen sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür. Meram HKİİ ise Kasım ve Aralık aylarında sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür. Karatay Hava kalitesi izleme istasyonunda ölçülen değerler Ocak, Şubat, mart, Ekim Kasım ve Aralık aylarında sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür.

Karkent HKİİ Sanayi kaynaklı, meram HKİİ ve Karatay HKİİ ise ısınma kaynaklı hava kirleticileri ölçmek amacıyla kurulan istasyonlardır. Hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda yüksek ölçülmesi yakıt kullanımının artmasına, ısınma amaçlı katı yakıt kullanımının yoğun olduğu ve Karkent istasyonunun sanayi yerleşkesine yakın bir mevkide olması ile açıklanabilir.

2019 yılı 24 saatlik ortalama PM₁₀ konsantrasyonlarının incelenmesi sonucunda, HKDYY’de 24 saatlik ortalama süre için verilen sınır değerin Meram İstasyonu için 60 kez, Karkent İstasyonu için 103 kez aşıldığı görülmüştür. Bu sonuçlarda yukarıda verilen faktörlerin etkili olabileceğini göstermektedir. Çizelge 4.2’de 01.01.2019- 31.12.2019 arası Partikül Madde (PM₁₀) maksimum, minimum değerleri, limit aşım sayıları verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.2 oluşturulmuştur.

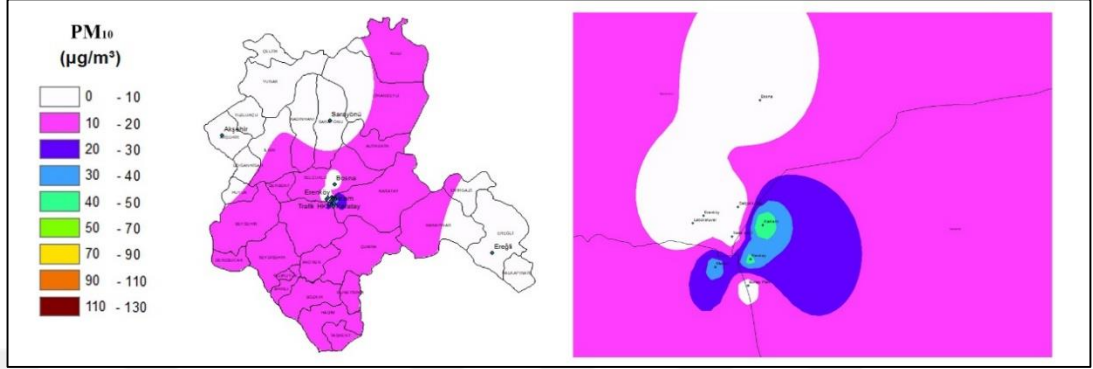
Çizelge 4.2. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019- 31.12.2019 arası partikül madde (PM₁₀) maksimum, minimum değerleri limit aşım sayıları.

PM ₁₀ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ
Min	3,9	12,78
Mak	415,39	203,96
Ortalama	37,28	53,29
Aşım Sayıları	60	103



Şekil 4.2. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM₁₀ maksimum, minimum, ortalama değerleri limit aşım sayıları.

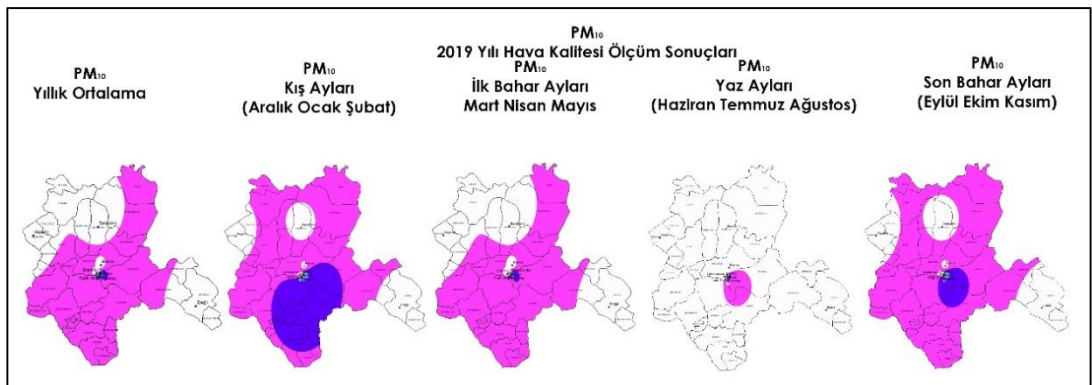
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2019- 31.12.2019 arası yıllık Partikül Madde (PM₁₀) verileri ile Şekil 4.3’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.3. Konya ili yıllık PM₁₀ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019).

Karkent HKİİ istasyonunda ölçülen değerlerin limit değerlerin üzerinde çıkması sanayi kaynaklı PM₁₀ kirliliğinin fazla olduğu, sanayi yerleşkesine yakın bir yerde olması ve ısınma amaçlı katı yakıtların yoğun kullanıldığı bir bölge olması nedeniyle anlamına gelebilir. Meram ve Karatay HKİİ ise hava sıcaklıklarının düşük olduğu ısınmanın arttığı aylarda yakıt kullanımının artması nedeniyle PM₁₀ kirliliğini limit değerler üzerinde çıktığı anlaşılmaktadır.

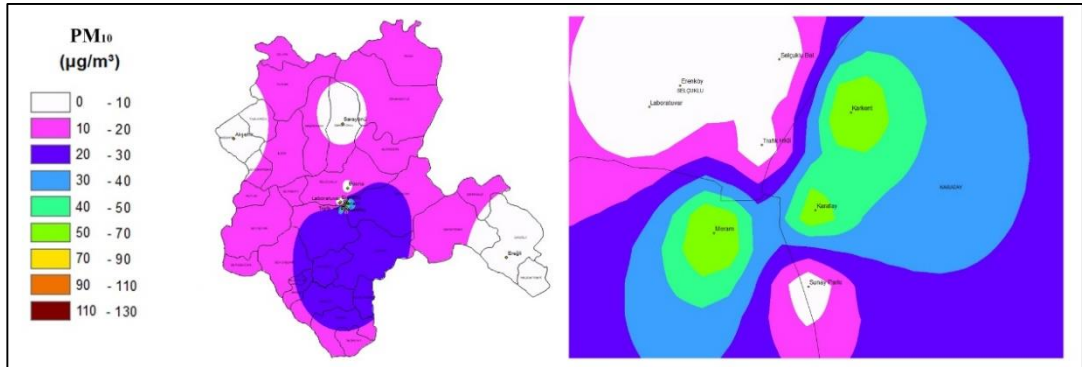
2019 yılı PM₁₀ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4. Konya ili mevsimsel PM₁₀ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019).

Yakıt kullanımının en fazla olduğu mevsim kış mevsimi olduğu için ölçüm istasyonlarında PM₁₀’un yüksek çıkması ve haritada dağılımın fazla olması ile

açıklanmaktadır. PM_{10} Mekânsal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) PM₁₀ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019).

4.1.2 2020 yılı PM₁₀ değişimi

2020 yılı boyunca Konya ilindeki hava kalitesi izleme istasyonlarından elde edilen aylık ortalama PM₁₀ verileri Çizelge 4.3'te sunulmuştur. Ocak ayı verileri incelendiğinde, en yüksek PM₁₀ ortalaması 67,40 µg/m³ ile Sunay Park istasyonunda kaydedilmiştir. Şubat ayında ise PM₁₀ seviyeleri genel olarak düşmüş, Karkent istasyonu 42,33 µg/m³ ile en yüksek değeri göstermiştir. Mart ayında, yine Sunay Park istasyonu 50,27 µg/m³ ile en yüksek PM₁₀ değerine sahiptir.

Nisan ve Mayıs aylarında PM₁₀ değerlerinde genel bir düşüş gözlemlenmiş olup, her iki ayda da en yüksek değerler sırasıyla 33,12 µg/m³ (Karkent) ve 39,48 µg/m³ (Karkent) olarak kaydedilmiştir. Haziran ve Temmuz aylarında ise Karkent ve Sunay Park istasyonları yine en yüksek PM₁₀ değerlerine sahip olmuştur.

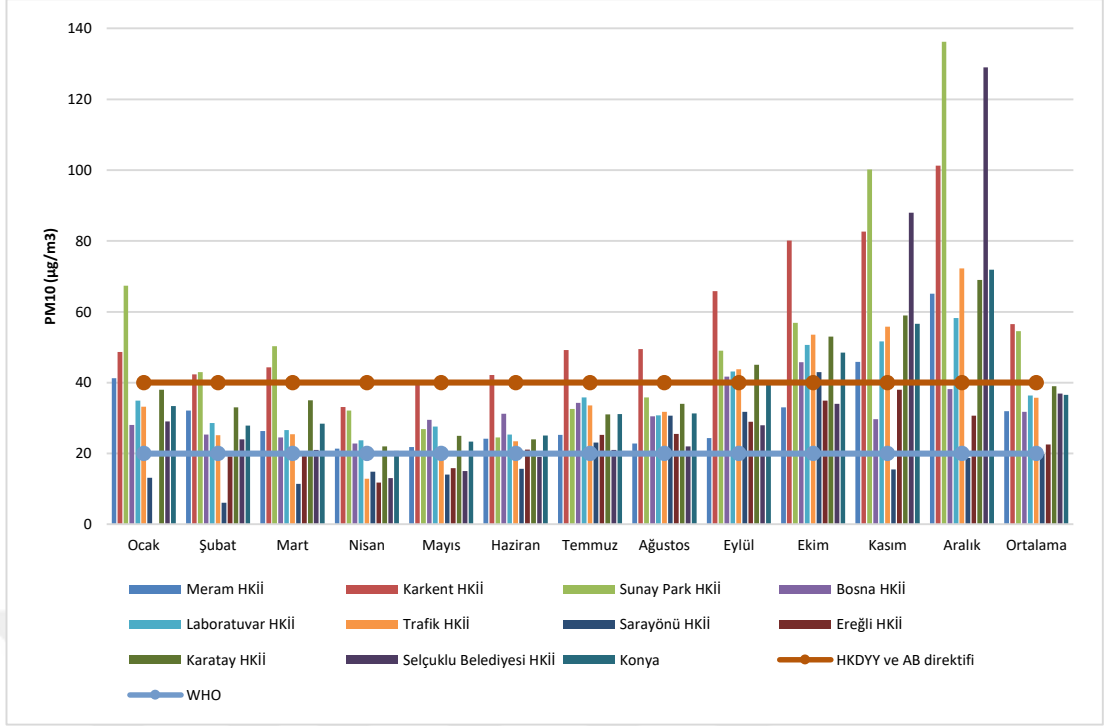
Ağustos ayında PM_{10} seviyeleri nispeten sabit kalmış, en yüksek değer $49,44 \mu g/m^3$ ile Karkent istasyonunda kaydedilmiştir. Eylül ayında Karkent istasyonu yine $65,80 \mu g/m^3$ ile en yüksek PM_{10} seviyesine ulaşmıştır.

Ekim ayı verileri 80,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ile Karkent istasyonunda en yüksek değeri gösterirken, Kasım ayında bu değer 100,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Sunay Park) seviyesine kadar yükselmiştir. Aralık ayında ise Sunay Park istasyonu 136,29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ile yılın en yüksek PM_{10} ortalamasını kaydetmiştir.

Çizelge 4.3. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası aylık ortalama partikül madde (PM₁₀) verileri.

PM ₁₀ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Ereğli HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ
Ocak	41,26	48,63	67,40	28,06	34,88	33,21	13,13	0,00	38,00	29,00
Şubat	32,09	42,33	42,92	25,36	28,56	25,20	6,08	19,18	33,00	24,00
Mart	26,32	44,34	50,27	24,49	26,62	25,39	11,40	19,63	35,00	21,00
Nisan	21,38	33,12	32,12	22,81	23,69	12,84	14,81	11,76	22,00	13,00
Mayıs	21,83	39,48	26,84	29,47	27,57	18,50	14,02	15,82	25,00	15,00
Haziran	24,17	42,19	24,49	31,24	25,34	23,43	15,70	21,09	24,00	19,00
Temmuz	25,23	49,21	32,54	34,27	35,82	33,53	23,11	25,28	31,00	21,00
Ağustos	22,83	49,44	35,80	30,51	30,77	31,76	30,68	25,50	34,00	22,00
Eylül	24,34	65,80	49,06	41,72	43,11	43,75	31,80	28,95	45,00	28,00
Ekim	33,03	80,11	56,85	45,75	50,64	53,56	43,00	34,88	53,00	34,00
Kasım	45,85	82,67	100,20	29,71	51,67	55,79	15,52	38,01	59,00	88,00
Aralık	65,09	101,24	136,29	38,20	58,20	72,23	18,78	30,64	69,00	129,00
Ortalama	31,95	56,55	54,57	31,80	36,41	35,77	19,84	22,57	39,00	36,92

Çizelge 4.3'e göre 2020 yılı aylık PM₁₀ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Şekil 4.6'ya göre Karkent HKİİ ve Sunay Park HKİİ yıllık ortalama değerleri limit değerlerin üzerinde kalmaktadır. DSÖ hava kalitesi kılavuz değerlerine göre ise bütün hava kalitesi izleme istasyonlarının yıllık ortalama değerleri limit değerlerin üstünde kalmaktadır.



Şekil 4.6. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM₁₀ değerleri değişimi.

Aylık değişime bakıldığında Karkent Hava kalitesi izleme istasyonu nisan ve mayıs ayları dışında AB ve HKDYY de belirtilen sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür. Sunay park HKİİ ise nisan, mayıs, haziran, Temmuz ve Ağustos ayları dışında sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür. Diğer istasyonlarda sonbahar ayları PM₁₀ değerlerinin limit değerler üzerinde gerçekleştiği görülmektedir.

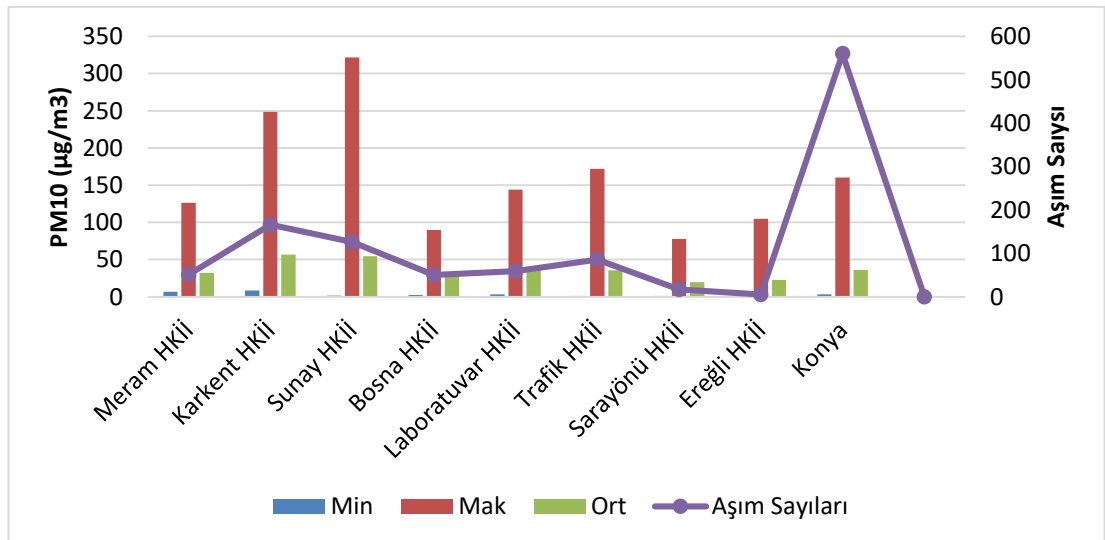
Trafik İstasyonu araç trafiğinin etkisini ölçmek için kullanılmaktadır. Bu istasyonda Eylül-Aralık ayları arasında yüksek ölçümler araç trafiğinin yoğunlaştığına ve ısınmanın da etkilemesiyle açıklanmaktadır. Karkent hava izleme istasyonu sanayiden kaynaklı hava kirliliğinin ölçümü için kurulan bir istasyon olması, ısınma amaçlı katı yakıtların yoğun kullanıldığı bir bölge olması nedeniyle sınır değerlerin daha çok aşıldığı açıklanabilir. Sarayönü istasyonu arka plan kirliliğini ölçmek için kullanılmaktadır. Oğuz ve Pekin (2016)'in çalışmalarında belirttiği gibi kış mevsimi için toplam toz emisyonunun yoğunlaştığı iki bölgeden birisi Konya ilinin güneybatısıdır. Konya'nın hâkim rüzgâr yönü kuzey-kuzeydoğu'dur. Konya'da Ekim-Mart aylarının kış ortalama rüzgâr yönü yine kuzeydir.

Kirletici kaynaklardan uzak kurulan bu istasyonun Ekim ayında limit değeri aşması atmosferik toz taşınımı ile ilişkilendirilebilir. Sunay Park HKİİ ısınma kaynaklı katı yakıt kullanımının yoğun olduğu bir yerleşim merkezinde bulunmaktadır. Bu nedenle yüksek ölçümler gerçekleşmiştir.

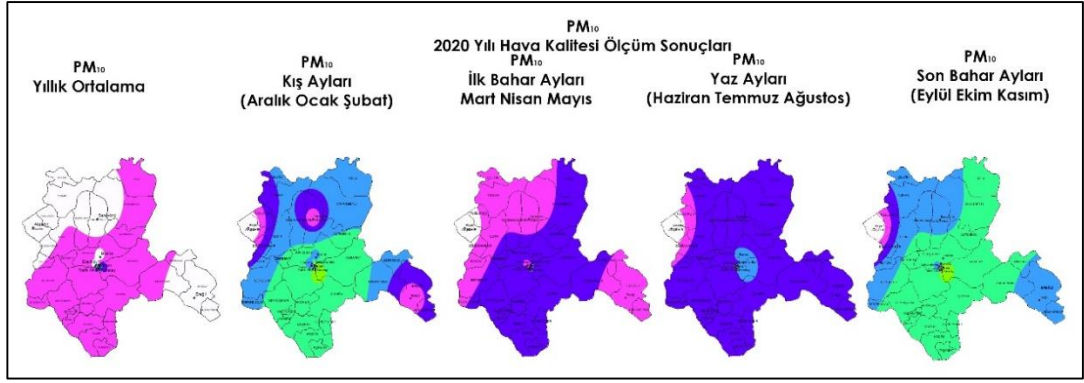
01 Ocak 2020 – 31 Aralık 2020 arası 24 saatlik ortalama PM₁₀ konsantrasyonlarının incelenmesi sonucunda, HKDYY'de 24 saatlik ortalama süre için verilen sınır değerler için aşım sayıları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.7 oluşturulmuştur.

Çizelge 4.4. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası partikül madde (PM₁₀) maksimum, minimum değerleri limit aşım sayıları.

PM ₁₀ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay HKİİ	Trafik HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Bosna HKİİ	Sarayönü HKİİ	Ereğli HKİİ	Konya
Min	6,57	8,64	1,67	1,03	3,18	2,41	0,96	1,38	3,23
Mak	126,38	248,39	321,54	171,76	144,15	89,89	77,69	104,64	160,55
Ort	31,95	56,55	54,57	31,80	36,41	35,77	19,84	22,56	36,18
Aşım Sayıları	51	166	126	86	59	50	17	5	560



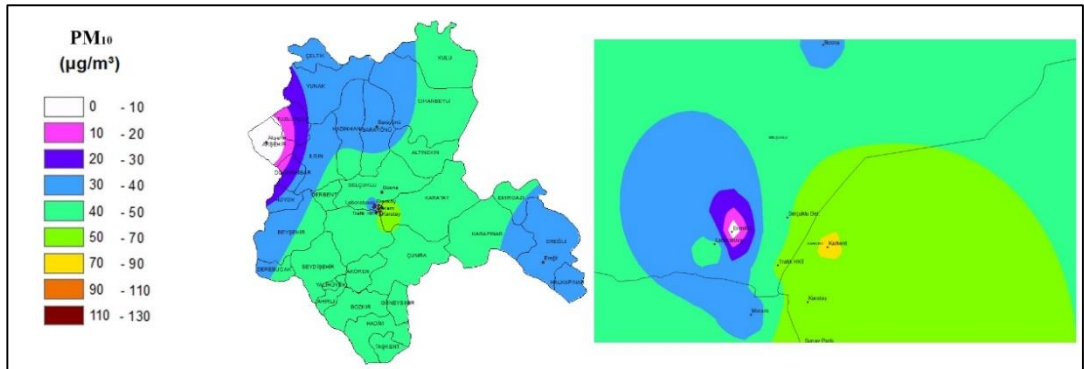
Şekil 4.7. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM₁₀ maksimum, minimum, ortalama değerleri limit aşım sayıları.



Şekil 4.9. Konya ili mevsimsel PM₁₀ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

Mevsimsel dağılıma bakıldığında sonbahar aylarında PM₁₀ dağılımı daha belirgin olmuştur. Bu aylarda Konya ilinin büyük bir kısmı 40 µg/m³ üzerinde bir renkte haritalanmıştır. Isınma ihtiyacının arttığı mevsimde Konya ilinin büyük bir kısmının partikül madde dağılımından etkilendiği görülmektedir. İl merkezinde de Karkent istasyonu katı yakıtların yoğun kullanıldığı bir mevkide olması kirliliğin yoğun görüntülenmesine neden olmaktadır.

PM₁₀ mekânsal değişimin görülmesi için sonbahar (Eylül, Ekim, Kasım) aylarının haritası Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) PM₁₀ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

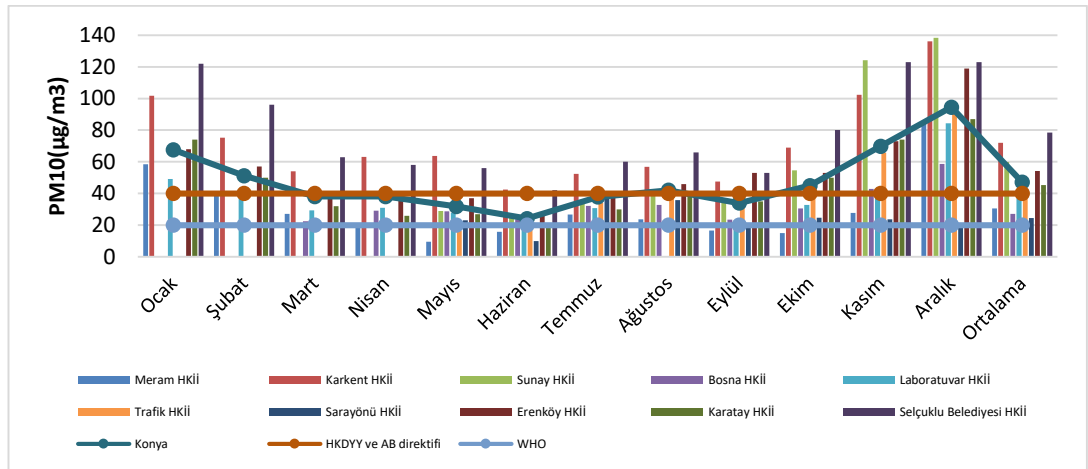
4.1.3 2021 yılı PM₁₀ değişimi

2021 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası aylık ortalama partikül madde (PM₁₀) verileri.

PM ₁₀ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ
Ocak	58,54	101,75	-	0	49,23	-	-	68	74	122
Şubat	41,46	75,15	-	0	38,64	-	-	57	50	96
Mart	27,16	54,06	-	22,37	29,24	-	-	39	32	63
Nisan	19,08	63,11	-	29,14	30,94	-	-	40	26	58
Mayıs	9,48	63,67	28,86	28,76	27,77	16,43	23,08	37	27	56
Haziran	15,8	42,4	25,09	23,72	20,41	17,06	9,98	26	19	42
Temmuz	26,63	52,48	34,65	32,22	30,81	33,99	37,01	40	30	60
Ağustos	23,7	56,91	38,52	32,76	-	39,1	35,89	46	39	66
Eylül	16,61	47,56	34,69	23,52	21,16	33,35	21,07	53	35	53
Ekim	15,06	68,92	54,61	30,51	32,69	39,84	24,78	53	50	80
Kasım	27,76	102,25	124,17	42,84	42,3	65,76	23,67	73	74	123
Aralık	84,23	136,04	138,34	58,68	84,28	93,79	20,32	119	87	123
Ortalama	30,46	72,03	59,87	27,04	37,04	42,42	24,48	54,25	45,25	78,50

Çizelge 4.5'e göre 2021 yılı aylık PM₁₀ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM₁₀ değerleri değişimi.

Şekil 4.11'e göre Karkent, Sunay Park, Trafik, Erenköy, Karatay ve Selçuklu Belediyesi HKİİ yıllık ortalama değerleri limit değerlerin üzerinde kalmaktadır. DSÖ Hava kalitesi kılavuz değerlerine göre ise bütün HKİİ'ler limit değerlerin üstünde kalmaktadır.

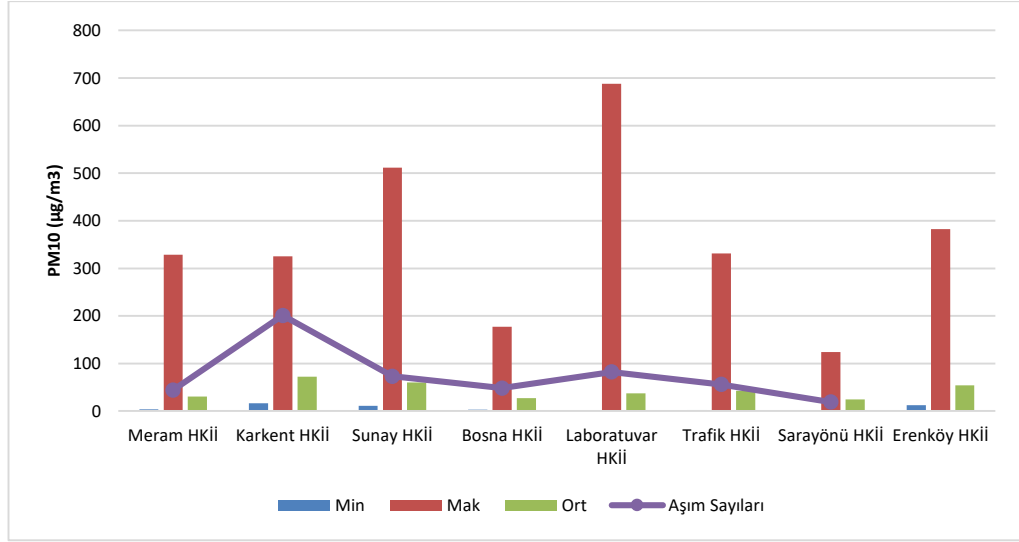
Aylık değişime bakıldığında Karkent ve Selçuklu Belediyesi Hava kalitesi izleme istasyonları yılın her ayı AB ve HKDYY de belirtilen sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür. Sunay park HKİİ ise Ekim, Kasım ve Aralık aylarında, Meram HKİİ Aralık, Ocak ve Şubat aylarında, Bosna, Laboratuvar ve Karatay istasyonları hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda AB ve HKDYY de belirtilen sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür.

Karkent hava izleme istasyonu sanayiden kaynaklı hava kirliliğinin ölçümü için kurulan bir istasyon olması, sanayi kuruluşlarına yakın bir noktada kurulmuş olması, ısınma amaçlı katı yakıtların yoğun kullanıldığı bir bölge olması nedeniyle sınır değerlerin daha çok aşıldığı açıklanabilir. Diğer istasyonlarda ise ısınma kaynaklı yakıt kullanımının yoğun olduğu kış aylarında ölçümler sınır değerlerini aşmıştır.

01 Ocak 2021 – 31 Aralık 2021 arası 24 saatlik ortalama PM₁₀ konsantrasyonlarının incelenmesi sonucunda, HKDYY'de 24 saatlik ortalama süre için verilen sınır değeri; Karkent HKİİ 201, Meram HKİİ 44, Bosna HKİİ 48, Sunaypark HKİİ 73, Sarayönü HKİİ 19, Trafik HKİİ 56 gün limit aşımı gerçekleştirmiştir. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası Partikül Madde (PM₁₀) maksimum, minimum değerleri, limit aşım sayıları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6' ya göre Şekil 4.12 oluşturulmuştur.

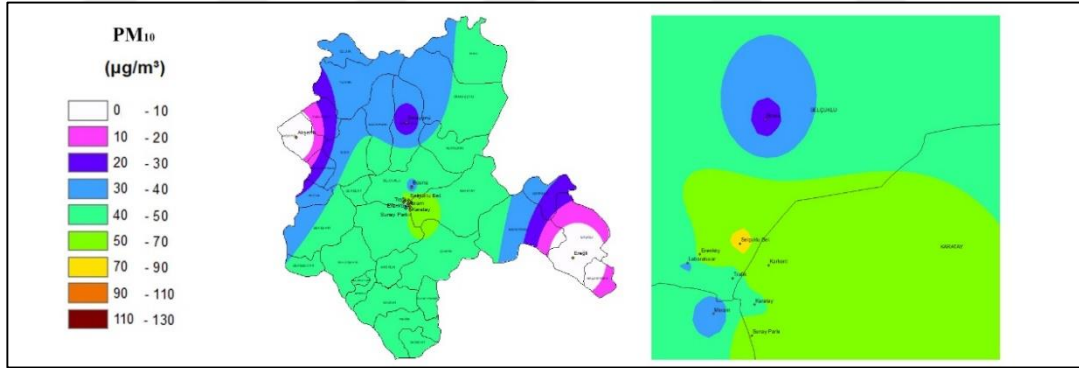
Çizelge 4.6. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası partikül madde (PM₁₀) maksimum, minimum değerleri limit aşım sayıları.

PM ₁₀ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Erenköy HKİİ
Min	3,36	16,05	11,12	2,78	0,19	1,95	0,91	12,06
Mak	328,94	324,98	511,88	176,95	688,2	331,54	124,2	382,28
Ort	30,46	72,03	59,87	27,04	37,04	42,42	24,48	54,25
Aşım Sayıları	44	201	73	48	82	56	19	-



Şekil 4.12. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM₁₀ maksimum, minimum, ortalama değerleri limit aşım sayıları.

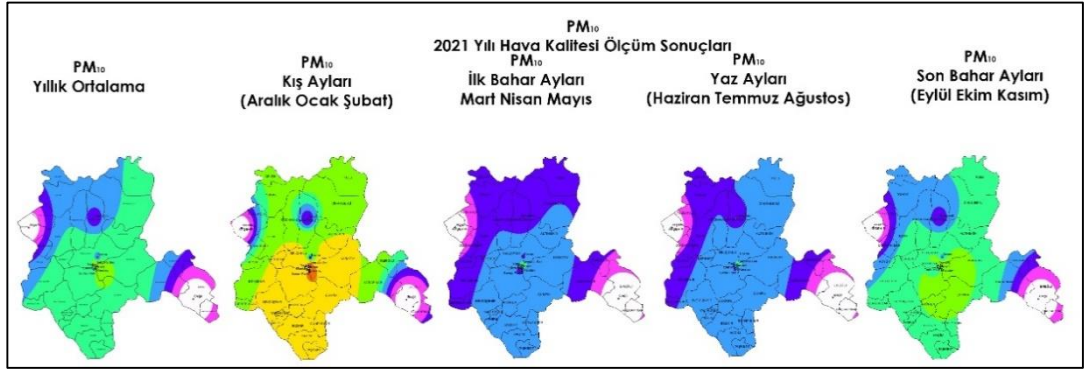
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2021- 31.12.2021 arası yıllık Partikül Madde (PM₁₀) verileri ile Şekil 4.13’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.13. Konya ili yıllık PM₁₀ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

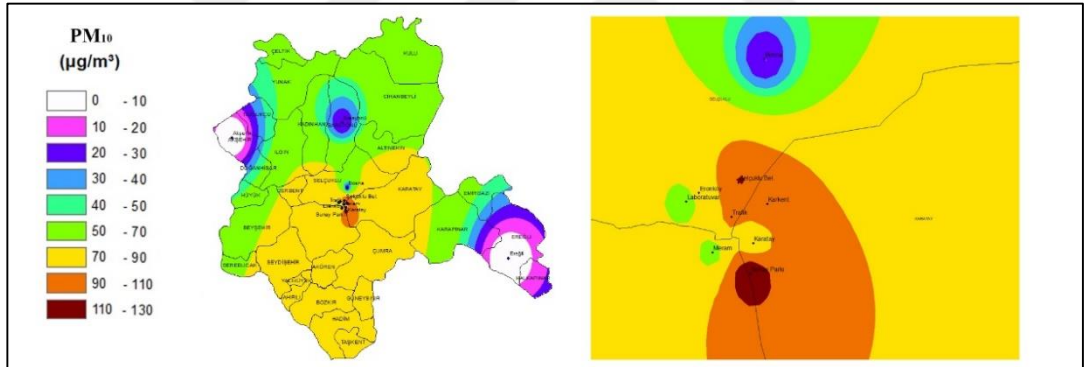
Karkent hava izleme istasyonu sanayiden kaynaklı hava kirliliğinin ölçümü için kurulan bir istasyon olması, sanayi kuruluşlarına yakın bir noktada kurulmuş olması, ısınma amaçlı katı yakıtların yoğun kullanıldığı bir bölge olması nedeniyle sınır değerlerin daha çok aşıldığı açıklanabilir. Diğer istasyonlarda ise ısınma kaynaklı yakıt kullanımının yoğun olduğu kış aylarında ölçümler sınır değerlerini aşmıştır. Ayrıca Konya merkez ilçelerinde görüntülenen yüksek dağılım nüfusun yoğun olduğu yerlerde olması ile açıklanmaktadır.

2021 yılı PM₁₀ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14. Konya ili mevsimsel PM₁₀ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

Çok fazla istasyonda ölçüm yapıldığı için mevsimsel değişim daha net görülmektedir. Kış aylarında oluşan haritanın DSÖ limit değerlerinin üzerinde bir dağılımı göstermektedir. PM₁₀ mekânsal değişimin görülmesi için kış (Aralık, Ocak, Şubat) aylarının haritası Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) PM₁₀ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

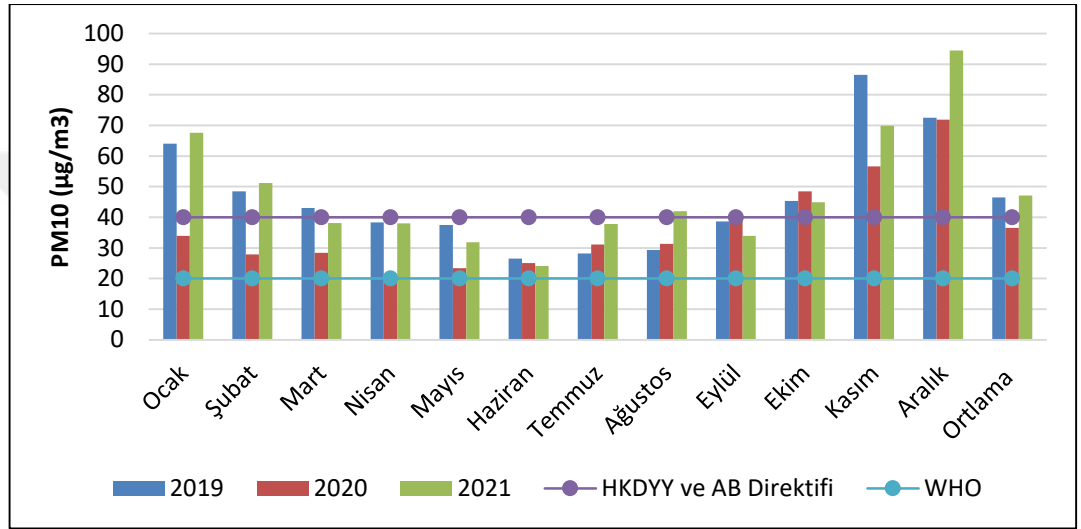
4.1.4 2019-2021 yılları PM₁₀ üç yıllık değişimi

Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2019- 2021 arası yıllık Partikül Madde (PM₁₀) verileri Çizelge 4.7’de verilmiştir. 2021 yılında Konya için yıllık PM₁₀ ortalaması AB ve HKDYY limit değerlerine göre üstünde gerçekleşmiştir. 2019 ve 2020 yılı her iki limit değer için altında kalsa da her üç yıl için dünya sağlık örgütünün belirlediği limit değerinin üstündedir.

Çizelge 4.7. Konya hava kalitesi izleme istasyonları yıllık ortalama değerleri (2019-2021).

PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2019	64	48,47	43	38,37	37,53	26,46	28,15	29,33	38,64	45,31	86,5	72,52	46,52
2020	33,95	27,87	28,45	20,75	23,35	25,07	31,1	31,33	40,15	48,48	56,64	71,87	36,53
2021	67,65	51,18	38,12	38,04	31,81	24,15	37,78	41,99	33,9	44,94	69,88	94,47	47,13

Çizelge 4.7'ye göre 2019 -2021 yılı PM₁₀ değerlerinin yıllık değişimi Şekil 4.16'da gösterilmiştir.



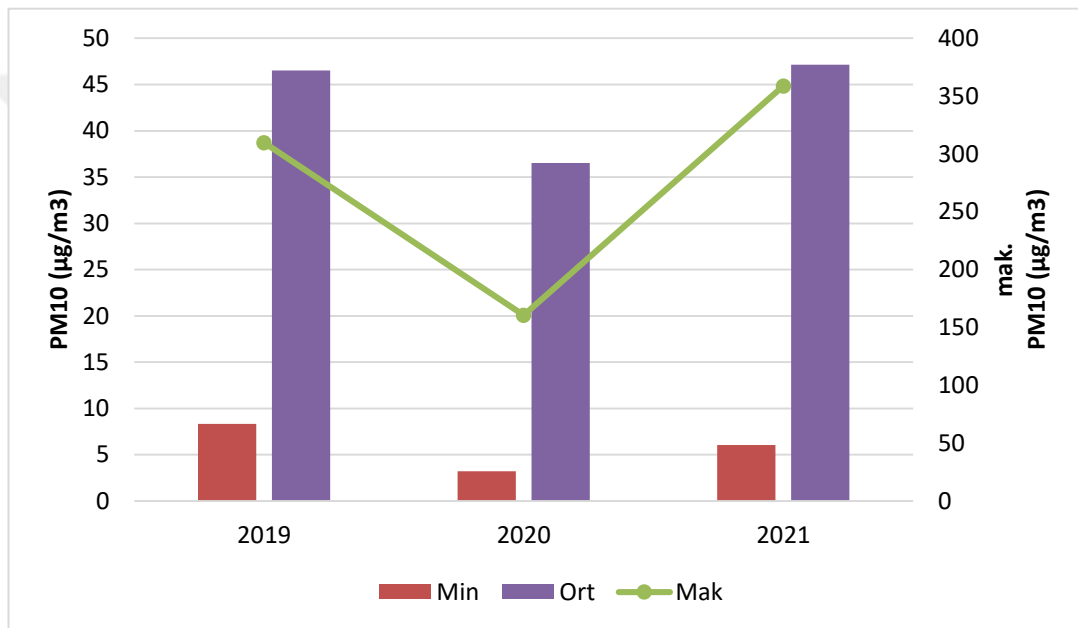
Şekil 4.16. 2019-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM₁₀ değerleri değişimi.

Şekil 4.16'ya göre 2019 yılında Ocak, Şubat, mart, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında, 2020 yılında Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarında, 2021 yılında ise limit değerlerin üzerinde PM₁₀ değerleri ölçülmüşken, 2021 yılında Ocak, Şubat, Ağustos, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında limit değerlerin üzerinde PM₁₀ ölçülmüştür. Bu da hava sıcaklıklarının düşük, ısınma amaçlı yakıt kullanımının fazla olduğu zamanlarda PM₁₀ değerlerinin limit değerlerinin yüksek olmasını açıklamaktadır. 2021 yılında Ağustos ayında olan yüksek değerler toz taşımını işaret etmektedir.

Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019, 2020 ve 2021 yılları arası Partikül Madde (PM₁₀) maksimum, minimum değerleri, limit aşım sayıları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelge 4.8'e göre Şekil 4.17 oluşturulmuştur.

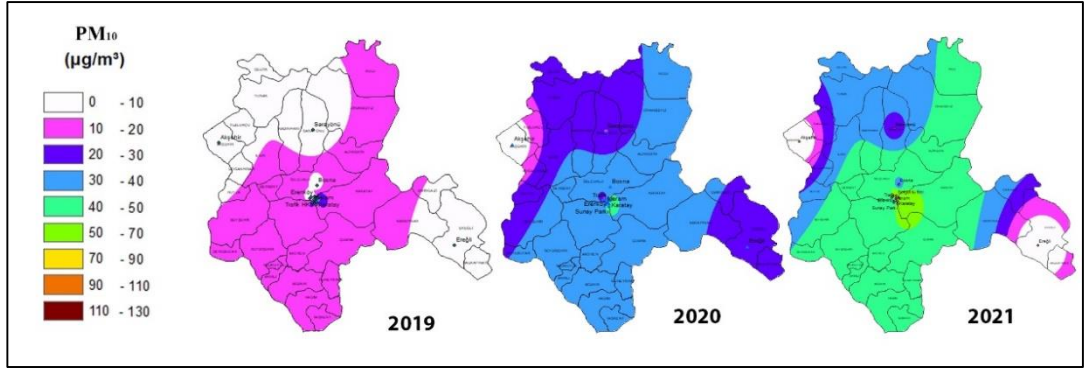
Çizelge 4.8. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019, 2020 ve 2021 yılları arası PM₁₀ maksimum, minimum değerleri.

PM ₁₀ (µg/m ³)	2019	2020	2021
Min	8,34	3,23	6,03
Mak	309,68	160,56	299,75
Ort	46,52	36,53	47,13
Aşım Sayıları	163	560	441



Şekil 4.17. 2019, 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM₁₀ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2019- 2021 arası yıllık Partikül Madde (PM₁₀) verileri ile Şekil 4.18’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur. 2019 yılında ölçüm istasyonlarının 2 adet olması, 2020 ve 2021 yıllarında ölçülen PM₁₀ değerlerinin artmış olması aşağıdaki haritanın oluşmasına neden olmuştur. 2020 ve 2021 yıllarında 10 adet HKİİ ölçüm yaptığından PM₁₀ dağılımının mekânsal değişimi daha iyi belirlenebilmektedir. 2021 yılında 2020 yılına göre daha yüksek PM₁₀ seviyelerinin gerçekleşmesi karşılaştırmada görülmektedir.



Şekil 4.18. Konya ili yıllık PM_{10} ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2019- 2021).

4.2 $PM_{2.5}$ Zamansal ve Mekânsal Değişimi

Partikül Madde ($PM_{2.5}$) için yıllık limit değer HKDYY'de belirlenmemiştir. AB Direktif 2008/50/EC'de $25 \mu g/m^3$, DSÖ Hava kalitesi kılavuz değerlerine göre $10 \mu g/m^3$ 'tür.

4.2.1 2020 yılı $PM_{2.5}$ değişimi

2019 yılında hava kalite izleme istasyonlarından üç tanesinde ölçüm yapılmıştır. Bu istasyonlardan ikisinde veri alım oranı % 60'ın altında kalmıştır. Tek istasyon ile de zamansal ve mekânsal değişim belirlenemeyeceği için $PM_{2.5}$ için 2019 yılı için çalışma yapılmamıştır.

2020 yılı boyunca Konya ilindeki hava kalitesi izleme istasyonlarından elde edilen aylık ortalama $PM_{2.5}$ verileri Çizelge 4.9'da sunulmuştur. Veriler, Karkent, Laboratuvar ve Erenköy izleme istasyonlarından toplanmıştır. $PM_{2.5}$ konsantrasyonları $\mu g/m^3$ cinsinden ifade edilmiştir. Ocak ayı verileri incelendiğinde, en yüksek $PM_{2.5}$ ortalaması $60,00 \mu g/m^3$ ile Erenköy istasyonunda kaydedilmiştir. Şubat ayında ise $PM_{2.5}$ seviyeleri genel olarak düşmüş, Karkent istasyonu $36,80 \mu g/m^3$ ile en yüksek değeri göstermiştir. Mart ayında, Karkent istasyonu yine $35,52 \mu g/m^3$ ile en yüksek $PM_{2.5}$ değerine sahiptir. Nisan ve Mayıs aylarında $PM_{2.5}$ değerlerinde genel bir düşüş gözlemlenmiş olup, Nisan ayında en yüksek değer $27,00 \mu g/m^3$ ile Erenköy istasyonunda kaydedilmiştir. Haziran ayında $PM_{2.5}$ seviyeleri düşmeye devam etmiş ve Karkent istasyonu $19,57 \mu g/m^3$ ile en yüksek değere sahip olmuştur. Temmuz ayında Karkent istasyonu $18,82 \mu g/m^3$ ile en yüksek $PM_{2.5}$ değerini göstermiştir. Ağustos ayında ise $PM_{2.5}$ seviyeleri hafifçe düşmüş, Karkent istasyonu $18,58 \mu g/m^3$

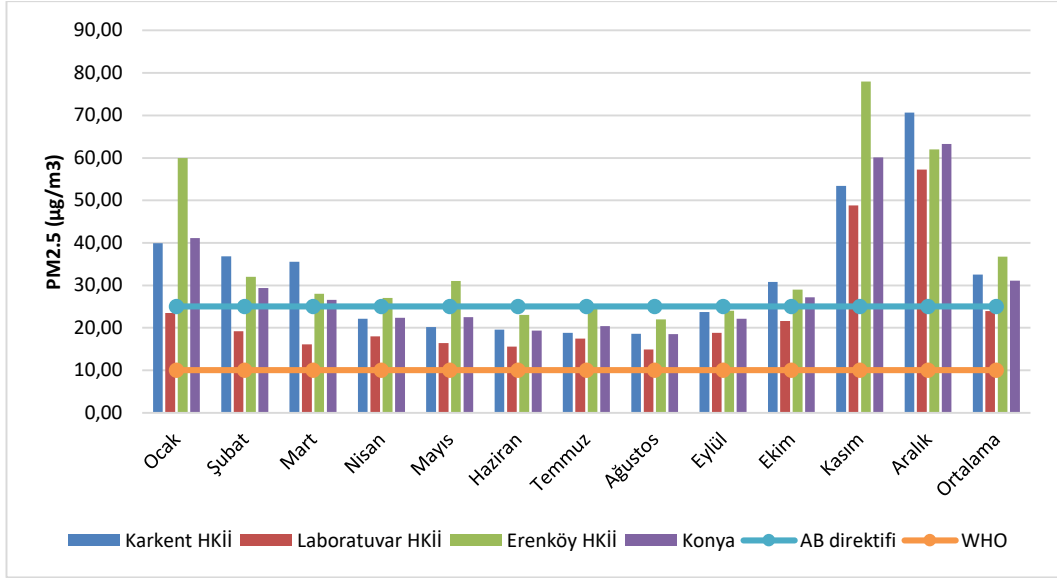
ile en yüksek değere sahip olmuştur. Eylül ayında PM_{2.5} seviyeleri tekrar yükselmiş ve en yüksek değer 24,00 µg/m³ ile Erenköy istasyonunda kaydedilmiştir. Ekim ayı verileri 30,81 µg/m³ ile Karkent istasyonunda en yüksek değeri göstermiştir. Kasım ayında bu değer 78,00 µg/m³ ile Erenköy istasyonunda yılın en yüksek seviyelerinden birine ulaşmıştır. Aralık ayında ise Erenköy istasyonu 62,00 µg/m³ ile yine yüksek bir PM_{2.5} ortalaması kaydetmiştir.

Çizelge 4.9. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama partikül madde (PM_{2.5}) verileri.

PM _{2.5} (µg/m ³)	Karkent HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Erenköy HKİİ
Ocak	39,90	23,48	60,00
Şubat	36,80	19,22	32,00
Mart	35,52	16,13	28,00
Nisan	22,15	18,02	27,00
Mayıs	20,20	16,42	31,00
Haziran	19,57	15,57	23,00
Temmuz	18,82	17,46	25,00
Ağustos	18,58	14,86	22,00
Eylül	23,69	18,79	24,00
Ekim	30,81	21,64	29,00
Kasım	53,42	48,84	78,00
Aralık	70,65	57,26	62,00
Ortalama	32,51	23,97	36,75

Karkent ve Erenköy HKİİ yıllık ortalama değerleri limit değerlerin üzerinde kalmaktadır. Laboratuvar HKİİ istasyonu yıllık ortalama değeri ise limit değere yakın gerçekleşmiştir. DSÖ Hava kalitesi kılavuz değerlerine göre ise tüm hava kalitesi izleme istasyonu yıllık ortalamaları limit değerinin üstünde kalmaktadır.

Çizelge 4.9'a göre 2019 yılı aylık PM_{2.5} değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

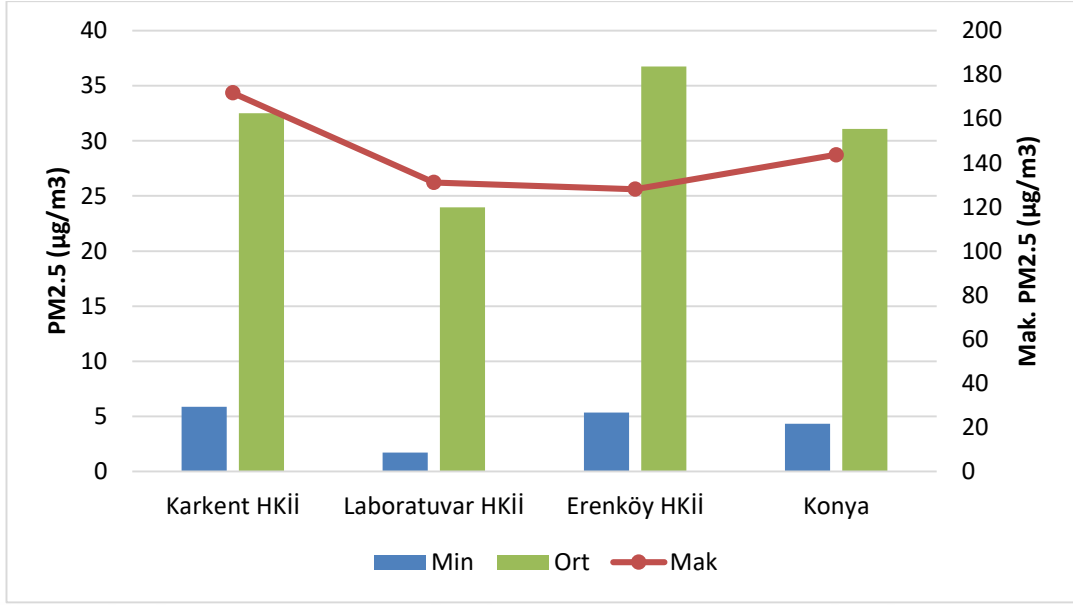


Şekil 4.19. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM_{2.5} değerleri değişimi.

Şekil 4.19'a göre; Karkent HKİİ Ocak, Şubat, mart, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında AB Direktifi limit değeri üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Karkent istasyonu sanayi kaynaklı kirliliğin ölçümü için katı yakıt kullanımının yoğun olduğu bir yerde kurulması, hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda yüksek çıkması açıklanabilir. Erenköy HKİİ da Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları dışında limit değerin üzerinde ortalamalar gerçekleştirilmiştir. Erenköy istasyonu sonuçları da hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda ısınma kaynaklı kirliliği göstermektedir. Çizelge 4.10'da 01.01.2020- 31.12.2020 arası Partikül Madde (PM_{2.5}) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.20 oluşturulmuştur.

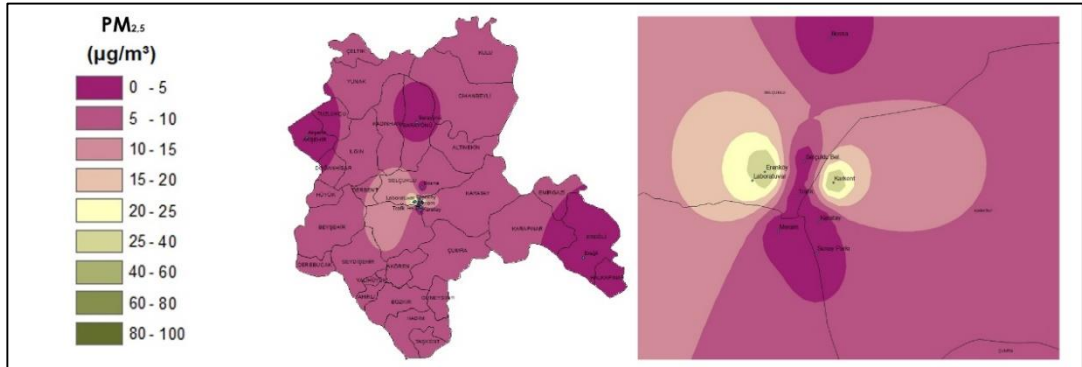
Çizelge 4.10. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası partikül madde (PM_{2.5}) maksimum, minimum değerleri.

PM _{2.5} (µg/m ³)	Karkent HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Erenköy HKİİ	Konya
Min	5,86	1,72	5,35	4,31
Mak	171,79	131,16	128,08	143,68
Ort	32,51	23,97	36,75	31,08



Şekil 4.20. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM_{2.5} maksimum, minimum, ortalama değerleri.

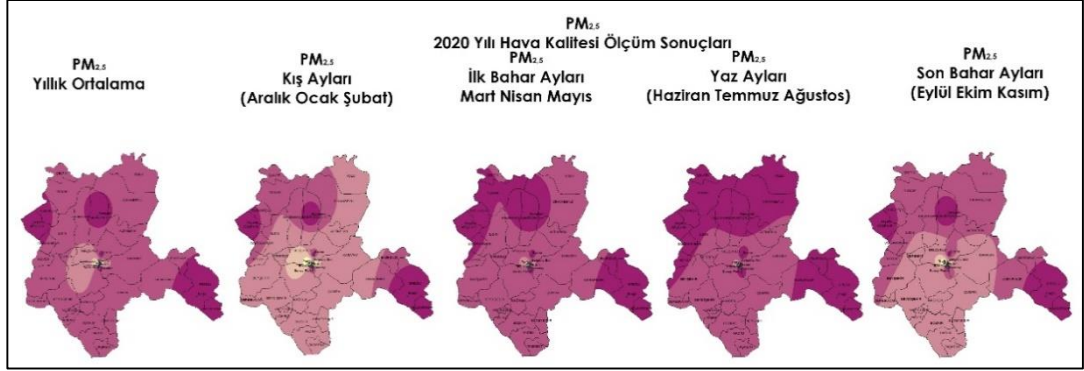
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2020- 31.12.2020 arası yıllık Partikül Madde (PM_{2.5}) verileri ile Şekil 4.21’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.21. Konya ili yıllık PM_{2.5} (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

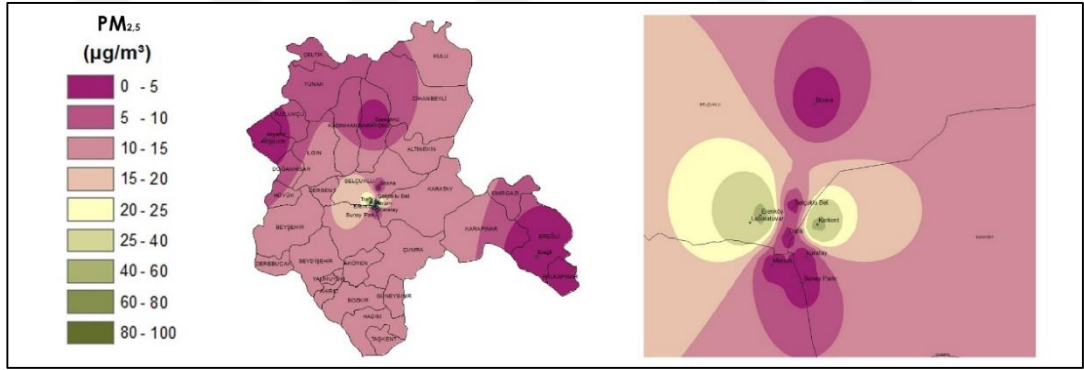
2020 yılında üç istasyonda PM_{2.5} ölçümü yapılmış olması Konya ilinin yıllık haritasının bu şekilde oluşmasına neden olmuştur. Merkezde oluşan görüntü kirliliğinin yayılımını daha iyi göstermektedir. Haritada görülen yayılımın Selçuklu ve Karatay ilçelerini AB ve DSÖ limit değerlerinin üzerinde etkilediği anlaşılmaktadır. Karkent istasyonu sanayi kaynaklı kirliliğin ölçümü için katı yakıt kullanımının yoğun olduğu bir yerde kurulması, hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda yüksek çıkması açıklanabilir. Erenköy HKİİ da haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları dışında limit

değerin üzerinde ortalamalar gerçekleşmiştir. Erenköy istasyonu sonuçları da hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda ısınma kaynaklı kirliliği göstermektedir. 2020 yılı $PM_{2.5}$ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22. Konya ili mevsimsel $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).

2020 yılı mevsimsel değişim incelendiğinde kış ve sonbahar aylarının değişimi daha net görülmektedir. $PM_{2.5}$ mekânsal değişimin görülmesi için kış (Aralık, Ocak, Şubat) aylarının haritası Şekil 4.23’de verilmiştir. Kış aylarının Konya il merkezindeki görünümü yıllık ortalamaya benzer bir şekilde oluşmuştur.



Şekil 4.23. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).

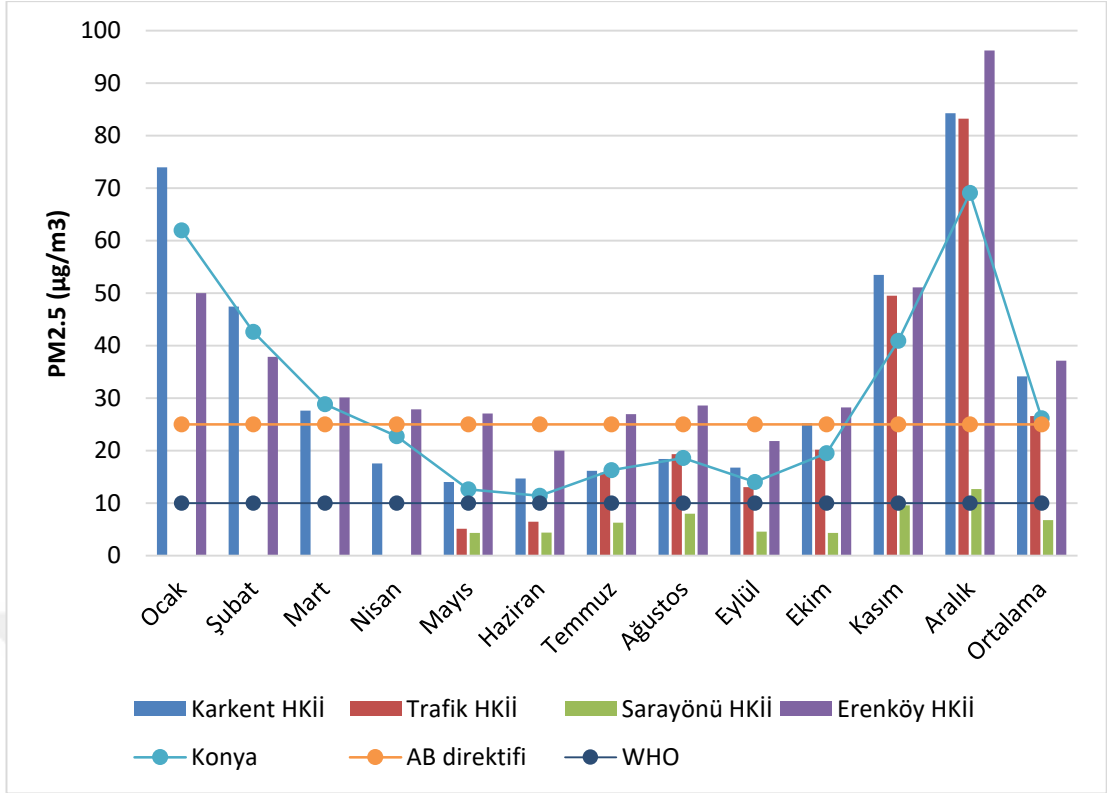
4.2.2 2021 yılı PM_{2.5} değişimi

2021 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası aylık ortalama partikül madde (PM_{2.5}) verileri.

PM _{2.5} (µg/m ³)	Karkent HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Erenköy HKİİ
Ocak	73,97	-	-	50
Şubat	47,45	-	-	37,88
Mart	27,64	-	-	30,15
Nisan	17,61	-	-	27,92
Mayıs	14,06	5,12	4,33	27,12
Haziran	14,72	6,5	4,39	20
Temmuz	16,16	15,8	6,31	27
Ağustos	18,46	19,38	8,03	28,61
Eylül	16,78	13,05	4,58	21,86
Ekim	25,25	20,23	4,36	28,26
Kasım	53,47	49,54	9,59	51,13
Aralık	84,26	83,28	12,71	96,27
Ortalama	34,15	26,61	6,79	37,18

Karkent, Trafik ve Erenköy HKİİ yıllık ortalama değerleri limit değerlerin üzerinde kalmaktadır. DSÖ hava kalitesi kılavuz değerlerine göre ise sadece Sarayönü HKİİ limit değerlerin altında kalmaktadır. Çizelge 4.11’e göre 2021 yılı aylık PM_{2.5} değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.24’de gösterilmiştir.

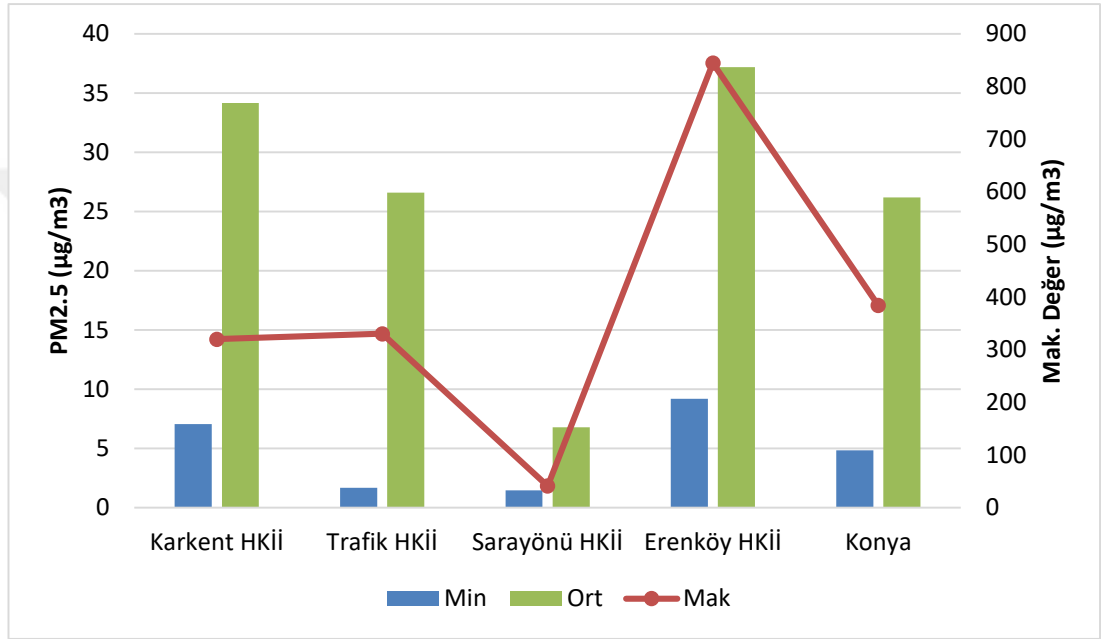


Şekil 4.24. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM_{2.5} değerleri değişimi.

Şekil 4.24'e göre; Karkent HKİİ Ocak, Şubat, mart, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında AB direktifi limit değerler üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Karkent istasyonu sanayi kaynaklı kirliliğin ölçümü için sanayi tesislerine yakın bir noktaya kurulmuştur. Limit değerlerin fazla olması sanayi kaynaklı kirliliğin ve katı yakıt kullanımının yoğun olduğu bir yerde olması nedeniyle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda ısınma kaynaklı kirliliğin yüksek çıkması ile açıklanabilir. Erenköy HKİİ de sadece haziran ve Eylül aylarında limit değerin altında kalmıştır. Erenköy tek katlı evlerin yoğun olduğu, bina yalıtımlarının az olduğu bir mevkidir. Bu da ısınma için çok daha fazla yakıt kullanımı sonucu kirliliğin yükselmesini açıklayabilir. Çizelge 4.12'de 01.01.2021- 31.12.2020 arası Partikül Madde (PM_{2.5}) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.25 oluşturulmuştur.

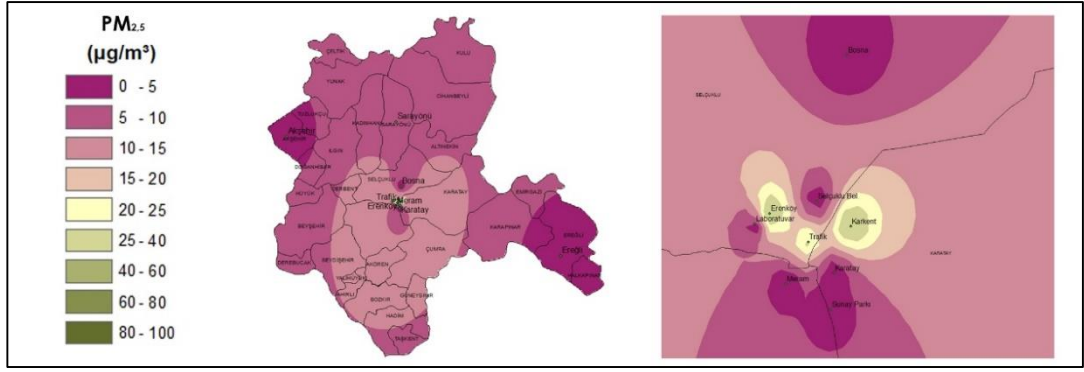
Çizelge 4.12. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası partikül madde (PM_{2.5}) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

PM _{2.5} (µg/m ³)	Karkent HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Erenköy HKİİ	Konya
Min	7,06	1,70	1,46	9,20	4,86
Mak	320,16	330,47	41,59	844,53	384,19
Ort	34,15	26,61	6,79	37,18	26,18



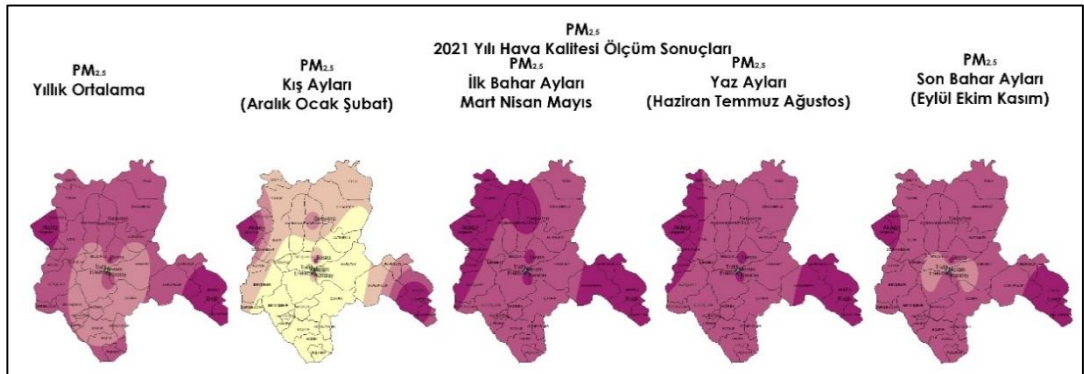
Şekil 4.25. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM_{2.5} maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2021- 31.12.2021 arası yıllık Partikül Madde (PM_{2.5}) verileri ile Şekil 4.26'de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.26. Konya ili yıllık $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

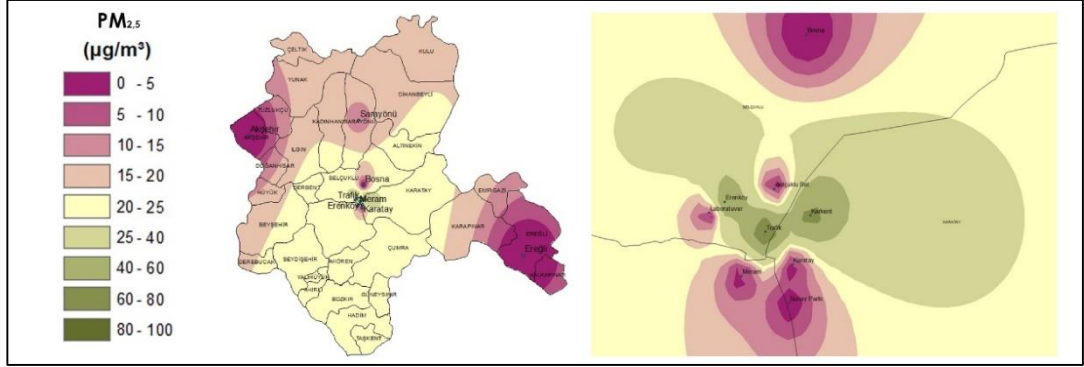
2021 yılında dört istasyonun verisi kullanılarak harita oluşturulmuştur. Konya il merkezindeki dağılım haritası kirlilikten etkilenen yerleri göstermektedir. Karkent istasyonu sanayi kaynaklı kirliliğin ölçümü için sanayi tesislerine yakın bir noktaya kurulmuştur. Limit değerlerin fazla olması sanayi kaynaklı kirliliğin ve katı yakıt kullanımının yoğun olduğu bir yerde olması nedeniyle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda ısınma kaynaklı kirliliğin yüksek çıkması ile açıklanabilir. Erenköy tek katlı evlerin yoğun olduğu, bina yalıtımlarının az olduğu bir mevkidir. Bu da ısınma için çok daha fazla yakıt kullanımı sonucu kirliliğin yükselmesini açıklayabilir. Trafik istasyonu ise trafikten kaynaklanan kirliliğin DSÖ limit değerinin üzerinde gerçekleştiğini göstermektedir. 2021 yılı $PM_{2.5}$ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.27. Konya ili mevsimsel $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

Mevsimsel değişim haritaları incelendiğinde kış aylarının haritası diğerlerinden belirgin bir şekilde farklı olmuştur. Ölçülen $PM_{2.5}$ değerlerinin yüksek olması böyle bir haritanın oluşmasına neden olmuştur. Konya’nın büyük bir kısmında ise 20

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerinde bir yayılım görülmektedir. $\text{PM}_{2.5}$ mekânsal değişimin görülmesi için kış (Aralık, Ocak, Şubat) aylarının haritası Şekil 4.28'de verilmiştir.



Şekil 4.28. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

4.2.3 2020-2021 yılları $\text{PM}_{2.5}$ iki yıllık değişimi

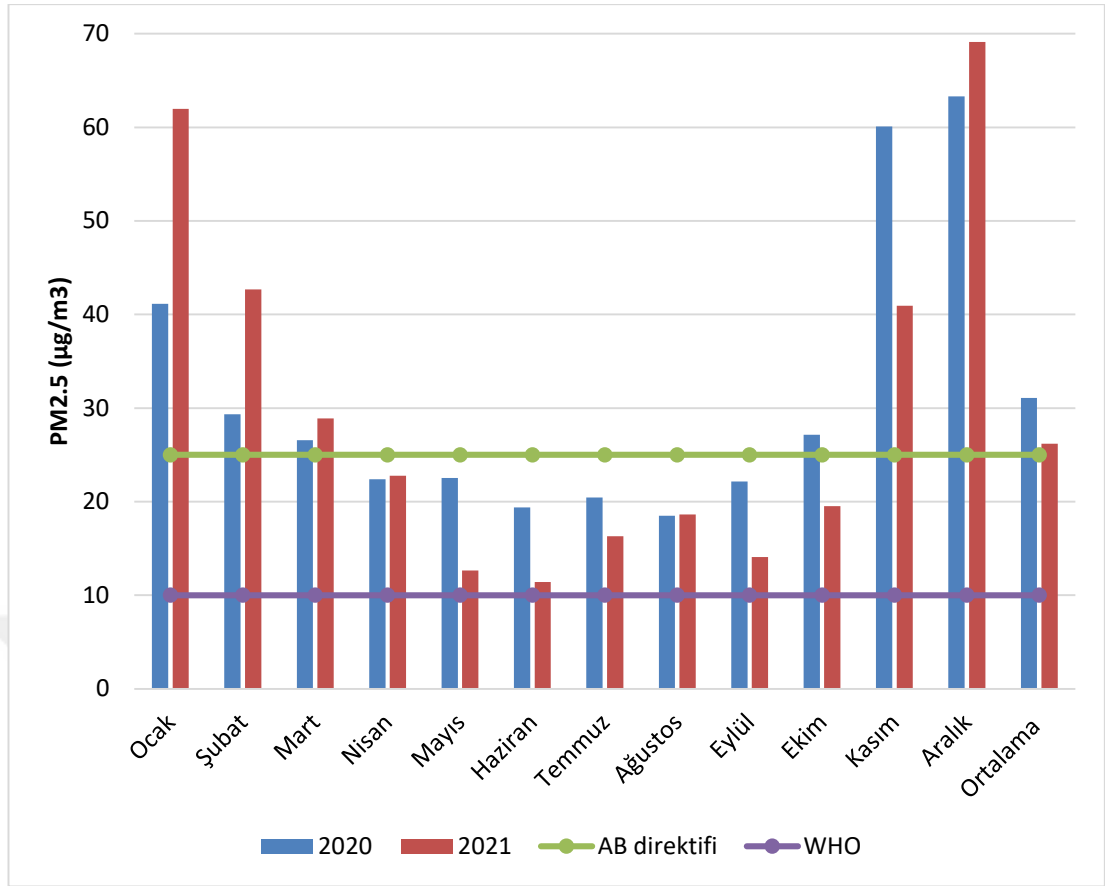
Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2020- 2021 arası yıllık Partikül Madde ($\text{PM}_{2.5}$) verileri Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Konya hava kalitesi izleme istasyonları yıllık ortalama değerleri (2020-2021).

$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2020	41,13	29,34	26,55	22,39	22,54	19,38	20,43	18,48	22,16	27,15	60,09	63,3	31,09
2021	61,99	42,67	28,9	22,77	12,66	11,4	16,32	18,62	14,07	19,53	40,93	69,13	26,18

2020 ve 2021 yılında ölçülen değerlere göre Yıllık $\text{PM}_{2.5}$ ortalaması AB ve DSÖ limit değerlerine göre üstünde gerçekleşmiştir.

2020 ve 2021 yıllarında hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda limit değer üzerinde değerler gerçekleşmiştir. Bu da $\text{PM}_{2.5}$ için ısınma kaynaklı kirliliği göstermektedir. Çizelge 4.13'e göre $\text{PM}_{2.5}$ değerlerinin yıllık değişimi Şekil 4.29'da gösterilmiştir.

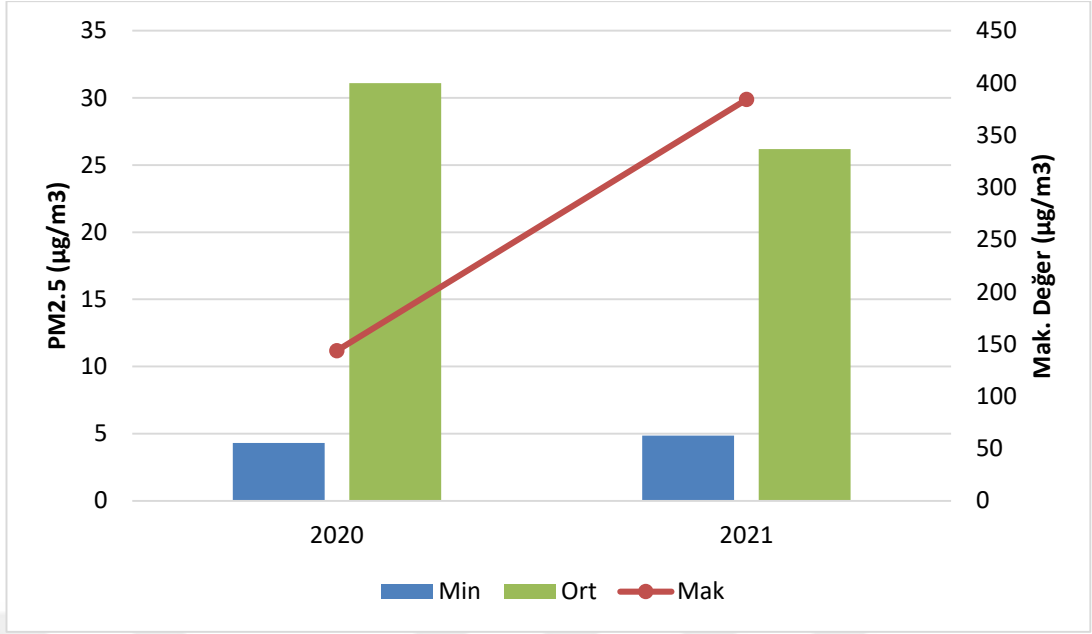


Şekil 4.29. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM_{2.5} değerleri değişimi.

Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 ve 2021 yılları arası Partikül Madde (PM_{2.5}) Maksimum, minimum değerleri, limit aşım sayıları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.30 oluşturulmuştur.

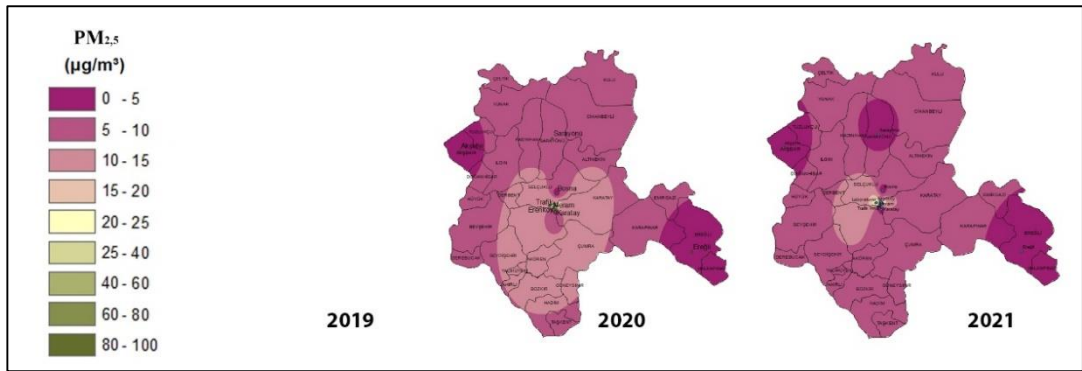
Çizelge 4.14. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 ve 2021 yılları arası partikül madde (PM_{2.5}) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

PM _{2.5} (µg/m ³)	2020	2021
Min	4,31	4,86
Mak	143,68	384,19
Ort	31,09	26,18



Şekil 4.30. 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları PM_{2.5} maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2020- 2021 arası yıllık Partikül Madde (PM_{2.5}) verileri ile Şekil 4.31’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur. 2019 yılında ölçüm istasyonlarında PM_{2.5} ölçümü yapılmadığı için haritalandırılamamıştır. 2020 yılında kirliliğin dağılımı daha fazla olmuştur. Bunu yıl boyunca ölçümlerin ortalama değerlerin 2020 yılında 31,09 µg/m³, 2021 yılında 26,18 µg/m³ olmasıyla açıklayabiliriz.



Şekil 4.31. Konya ili yıllık PM_{2.5} (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020- 2021).

4.3 SO₂ (Kükürtdioksit) Zamansal ve Mekânsal Değişimi

SO₂ için yıllık limit değer HKDYY, AB Direktif 2008/50/EC, ve DSÖ hava kalitesi kılavuz değerlerine göre 20 µg/m³ 'tür.

4.3.1 2019 yılı SO₂ değişimi

01.01.2019- 31.12.2019 arası Aylık ortalama Kükürtdioksit (SO₂) Verileri Çizelge 4.15'de verilmiştir. Veriler, Meram, Karkent, Erenköy, Karatay ve Selçuklu Belediyesi izleme istasyonlarından toplanmıştır. SO₂ konsantrasyonları µg/m³ cinsinden ifade edilmiştir.

Ocak ayı verileri incelendiğinde, SO₂ konsantrasyonlarının en yüksek 15,00 µg/m³ ile Erenköy istasyonunda kaydedildiği görülmektedir. Şubat ayında ise Meram istasyonunda 23,63 µg/m³ ile en yüksek değer gözlemlenmiştir. Mart ayında, Erenköy istasyonu 3,00 µg/m³ ile en yüksek SO₂ değerine sahiptir.

Nisan ve Mayıs aylarında SO₂ değerlerinde genel bir düşüş gözlemlenmiş olup, Nisan ayında Meram istasyonu 13,96 µg/m³ ile en yüksek değere sahiptir. Haziran ayında SO₂ seviyeleri düşmeye devam etmiş ve Meram istasyonu 7,15 µg/m³ ile en yüksek değere sahip olmuştur.

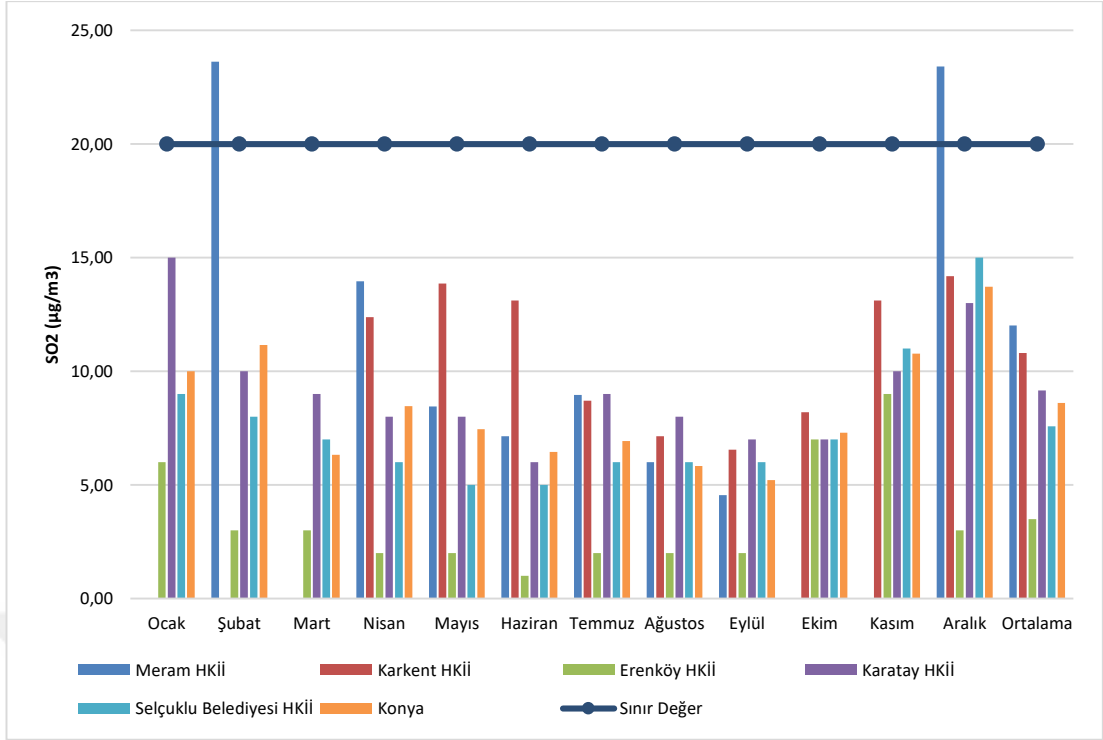
Temmuz ayında Meram istasyonu 8,97 µg/m³ ile en yüksek SO₂ değerini göstermiştir. Ağustos ayında ise SO₂ seviyeleri hafifçe düşmüş, Meram istasyonu 6,01 µg/m³ ile en yüksek değere sahip olmuştur. Eylül ayında SO₂ seviyeleri tekrar düşmüş ve en yüksek değer 6,56 µg/m³ ile Karkent istasyonunda kaydedilmiştir.

Ekim ayı verileri 8,20 µg/m³ ile Karkent istasyonunda en yüksek değeri göstermiştir. Kasım ayında bu değer 13,12 µg/m³ ile Karkent istasyonunda en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Aralık ayında ise Meram istasyonu 23,42 µg/m³ ile yılın en yüksek SO₂ ortalamasını kaydetmiştir.

Çizelge 4.15. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019- 31.12.2019 arası aylık ortalama kükürtdioksit (SO₂) verileri.

SO ₂ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ
Ocak	-	-	6,00	15,00	9,00
Şubat	23,63	-	3,00	10,00	8,00
Mart	-	-	3,00	9,00	7,00
Nisan	13,96	12,39	2,00	8,00	6,00
Mayıs	8,46	13,86	2,00	8,00	5,00
Haziran	7,15	13,12	1,00	6,00	5,00
Temmuz	8,97	8,71	2,00	9,00	6,00
Ağustos	6,01	7,15	2,00	8,00	6,00
Eylül	4,56	6,56	2,00	7,00	6,00
Ekim	-	8,20	7,00	7,00	7,00
Kasım	-	13,12	9,00	10,00	11,00
Aralık	23,42	14,19	3,00	13,00	15,00
Ortalama	12,02	10,81	3,50	9,17	7,58

Çizelge 4.15'e göre 2019 yılı aylık SO₂ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.32'de gösterilmiştir. Şekil 4.32'ye göre beş istasyonun sadece Meram istasyonun da yıllık ortalama değerleri limit değerlerin üstünde kalmaktadır. Aylık değişime bakıldığında Meram HKİİ da Şubat ve Aralık aylarında sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür.



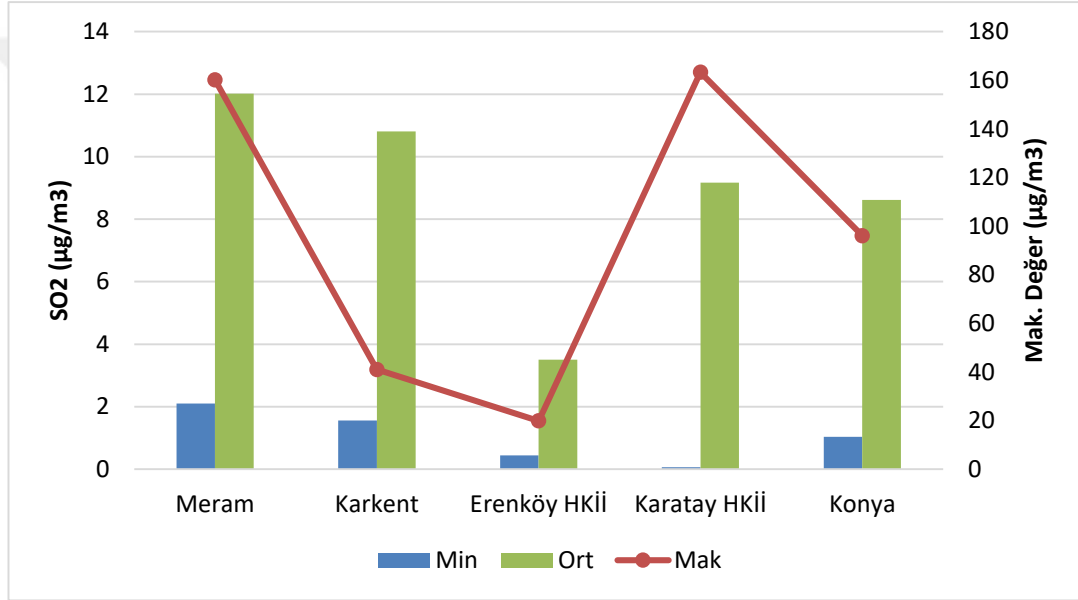
Şekil 4.32. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ değerleri değişimi.

SO₂ kömür, fuel-oil gibi kükürt içeren yakıtların yanması sırasında ve metal ergitme işlemleri ve diğer endüstriyel işlemler sonucu oluşur. Ana kaynakları, evsel ısınma, termik santraller ve endüstriyel kazanlardır. Meram HKİİ da ısınma kaynaklı kirlilik ölçümü için kurulan bir istasyon olduğu için kış aylarında limitleri aşan ölçümler yapılmıştır.

2019 yılında Konya ilinde bulunan istasyon verilerinden SO₂ konsantrasyonlarının Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY)'de 24 saatlik ortalama sınır değer için; Konya Karkent İstasyonda yönetmelik sınır değerinin hiç aşılmadığı, ancak Konya Meram İstasyonunda yönetmelikte belirtilen 24 saatlik sınır değerinin Ocak ayı içerisinde 3 gün aşıldığı görülmüştür. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019 -31.12.2019 tarihleri arası kükürtdioksit (SO₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.33 oluşturulmuştur.

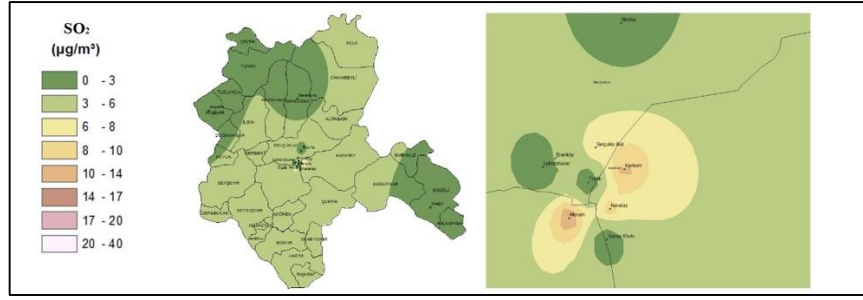
Çizelge 4.16. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019 -31.12.2019 tarihleri arası kükürtdioksit (SO₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

SO ₂ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Min	2,1	1,56	0,44	0,06	1,04
Mak	160,11	40,99	19,88	163,28	96,07
Ort	12,02	10,81	3,50	9,17	8,62



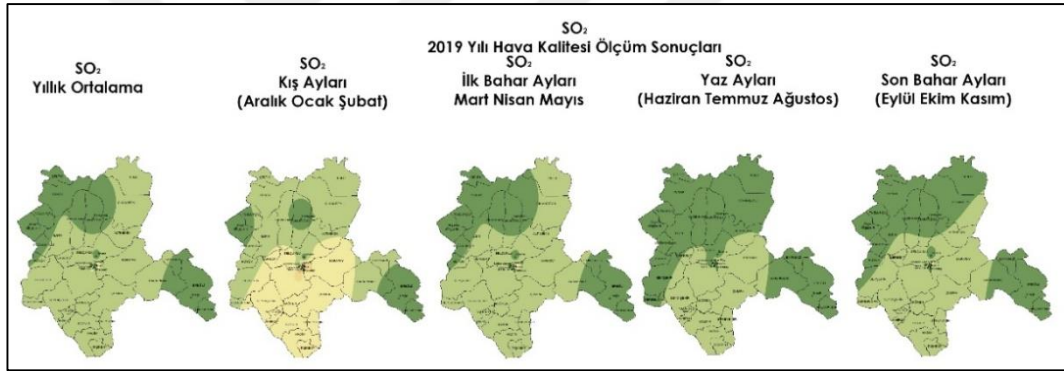
Şekil 4.33. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2019- 31.12.2019 arası yıllık Kükürtdioksit (SO₂) verileri ile Şekil 4.34'de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



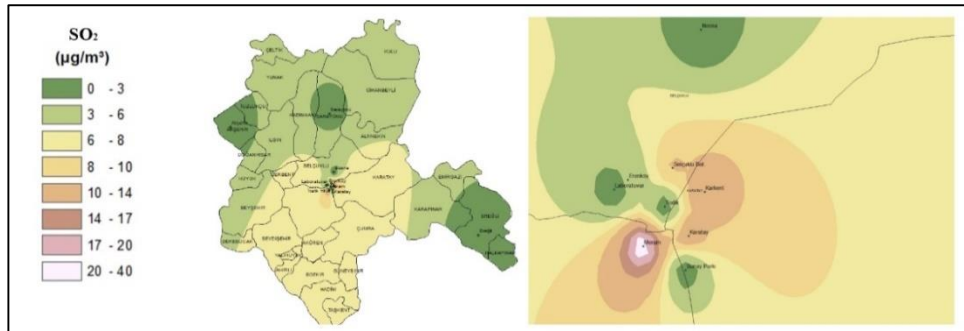
Şekil 4.34. Konya ili SO₂ (µg/m³) değerinin değişimi (2019).

2019 yılında Meram, Karkent ve Erenköy istasyonlarında ölçüm yapılmıştır. Yıllık ortalamalar limit değerinin altında olduğu için haritada bu şekilde oluşmuştur. Meram HKİİ da ısınma kaynaklı kirlilik ölçümü için kurulan bir istasyon olduğu için kış aylarında limitleri aşan ölçümler yapılmıştır. Mevsimsel değişim haritasında kış aylarında bu farklılık görülmektedir. 2019 yılı SO₂ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.35’de verilmiştir.



Şekil 4.35. Konya ili mevsimsel SO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019).

SO₂ mekansal değişiminin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.36’da verilmiştir.



Şekil 4.36. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) SO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019).

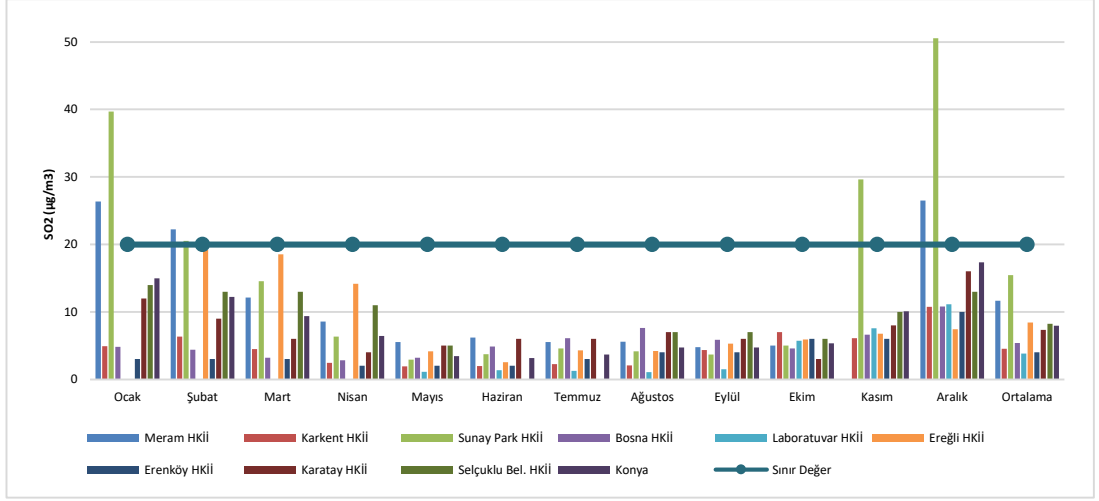
4.3.2 2020 yılı SO₂ değişimi

2020 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından alınan ölçüm sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası aylık ortalama kükürtdioksit (SO₂) verileri.

SO ₂ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Ereğli HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ
Ocak	26,36	4,90	39,70	4,80	-	-	3,00	12,00	14,00
şubat	22,21	6,35	20,51	4,40	-	19,20	3,00	9,00	13,00
Mart	12,15	4,51	14,55	3,20	-	18,53	3,00	6,00	13,00
Nisan	8,56	2,43	6,35	2,81	-	14,15	2,00	4,00	11,00
Mayıs	5,51	1,91	2,92	3,19	1,13	4,16	2,00	5,00	5,00
Haziran	6,18	1,99	3,74	4,86	1,35	2,52	2,00	6,00	0,00
Temmuz	5,54	2,27	4,60	6,08	1,27	4,29	3,00	6,00	0,00
Ağustos	5,57	2,05	4,15	7,63	1,08	4,20	4,00	7,00	7,00
Eylöl	4,78	4,34	3,67	5,86	1,52	5,30	4,00	6,00	7,00
Ekim	5,00	7,01	4,99	4,57	5,71	5,93	6,00	3,00	6,00
Kasım	9,4	6,08	29,63	6,63	7,57	6,78	6,00	8,00	10,00
Aralık	26,50	10,74	50,55	10,78	11,12	7,42	10,00	16,00	13,00
Ortalama	11,67	4,55	15,45	5,40	3,84	8,41	4,00	7,33	8,25

Çizelge 4.17’ye göre 2020 yılı aylık SO₂ değerlerinin aylık değişimi şekil 4.37’de gösterilmiştir.



Şekil 4.37. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ değerleri değişimi.

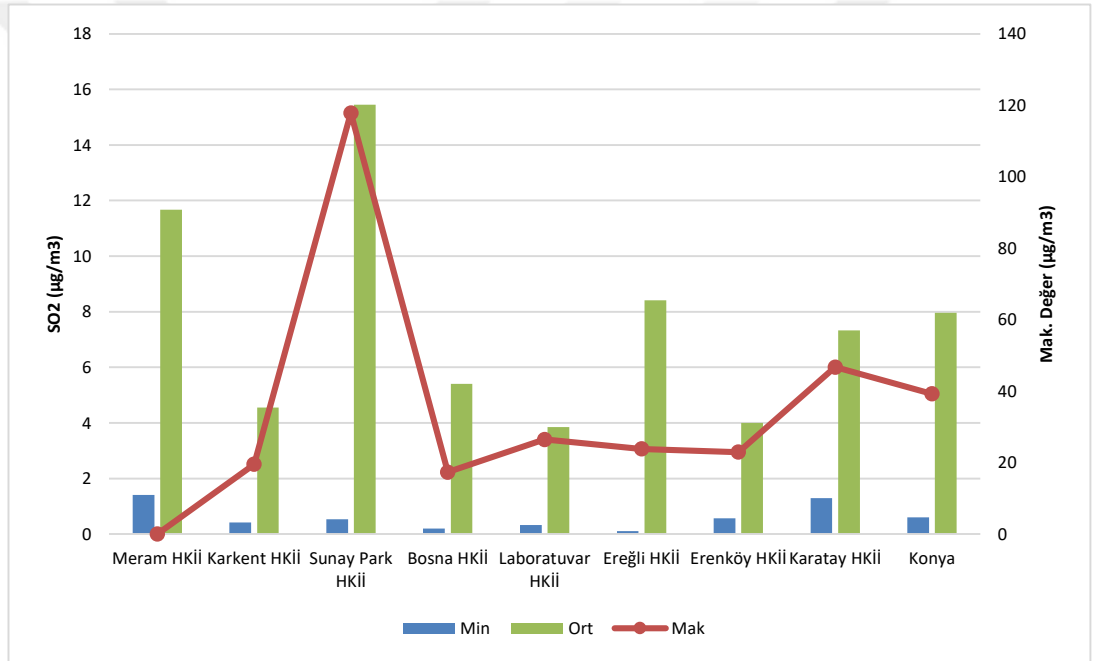
Sunay Park istasyonu SO₂ kirleticisi yıllık ortalaması 15.50 µg/m³ olarak gerçekleşmiştir. 01 Ocak 2019 – 31 Aralık 2019 arası yıllık ortalama SO₂ konsantrasyonlarının incelenmesi sonucunda, HKDYY’de yıllık için verilen sınır değer bütün istasyonlarda aşılmadığı görülmüştür.

Şekil 4.37’e göre aylık değişime bakıldığında Sunay Park ve Meram HKİİ Ocak, Şubat, Kasım ve Aralık aylarında sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür. Evsel ısınma, SO₂’nin ana kaynağı olması nedeniyle yakıt kullanımının yüksek olduğu soğuk aylarda yüksek ölçülmüştür.

Çizelge 4.18’de 01.01.2020- 31.12.2020 arası Kükürtdioksit (SO₂) maksimum, minimum değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.38 oluşturulmuştur. Kükürtdioksit (SO₂) için sınır aşım değeri: 2020 Yılı 24 saatlik limit değeri 125 µg/m³’tür. İstasyonlar arasında Sunay park istasyonunda ölçülen en yüksek değer 117,87 olduğundan günlük limit değeri aşılmamıştır.

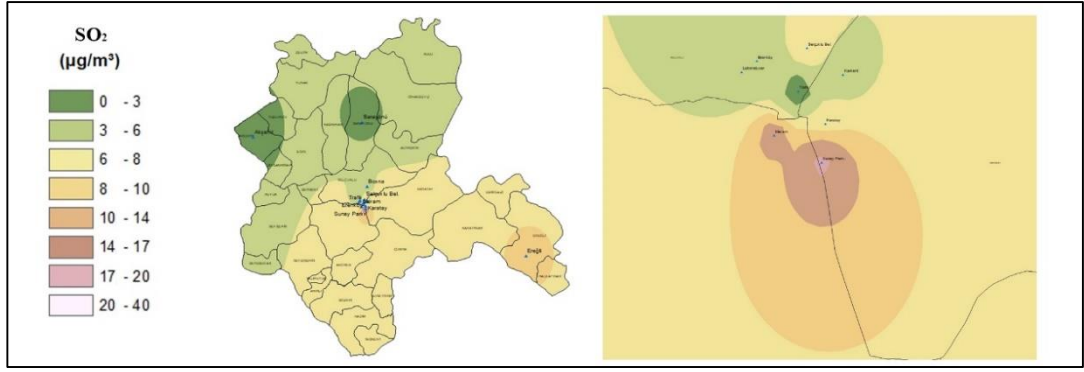
Çizelge 4.18. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası kükürtdioksit (SO₂) maksimum, minimum değerleri.

SO ₂ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Ereğli HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Min	1,41	0,42	0,53	0,2	0,32	0,11	0,57	1,29	0,61
Mak	85,92	19,52	117,87	17,33	26,47	23,83	22,91	46,7	39,23
Ort	11,67	4,55	15,45	5,40	3,84	8,41	4,00	7,33	7,96



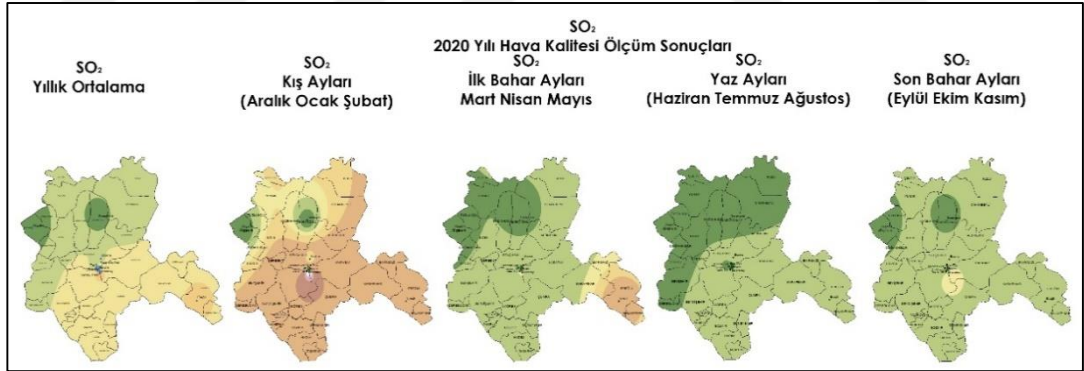
Şekil 4.38. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2020- 31.12.2020 arası yıllık Kükürtdioksit (SO₂) verileri ile Şekil 4.39'da verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



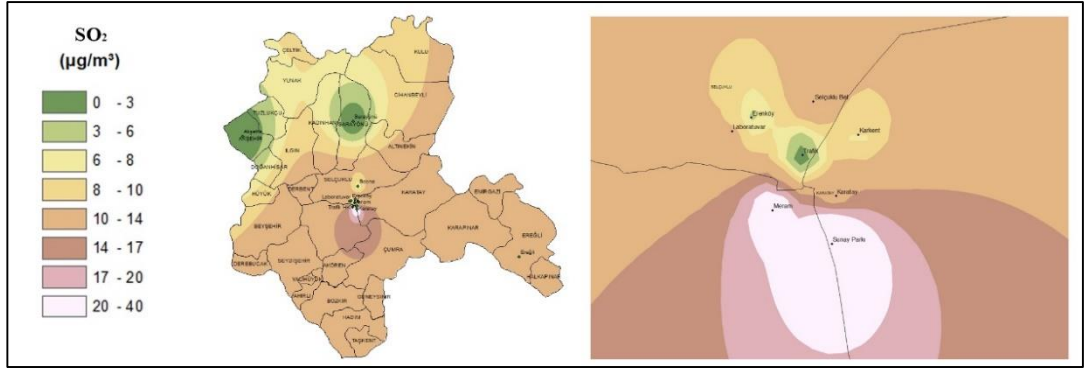
Şekil 4.39. Konya ili SO₂ (µg/m³) değerinin değişimi (2020).

2020 yılı SO₂ ortalamaları limit değerin üzerinde olmadığı için harita bu şekilde oluşmuştur. Sunay Park ve Meram istasyonları ortalamaları limit değere yakın ölçümlerdedir. Mevsimsel değişim haritaları incelendiğinde Sunay Park ve Meram HKİİ Ocak, Şubat, Kasım ve Aralık aylarında sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür. Evsel ısınma, SO₂'nin ana kaynağı olması nedeniyle yakıt kullanımının yüksek olduğu soğuk aylarda yüksek ölçülmüştür. Kış aylarının haritası da bu nedenle farklı görülmektedir. 2020 yılı SO₂ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.40'da verilmiştir.



Şekil 4.40. Konya ili mevsimsel SO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

SO₂ mekânsal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.41'de verilmiştir.



Şekil 4.41. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) SO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

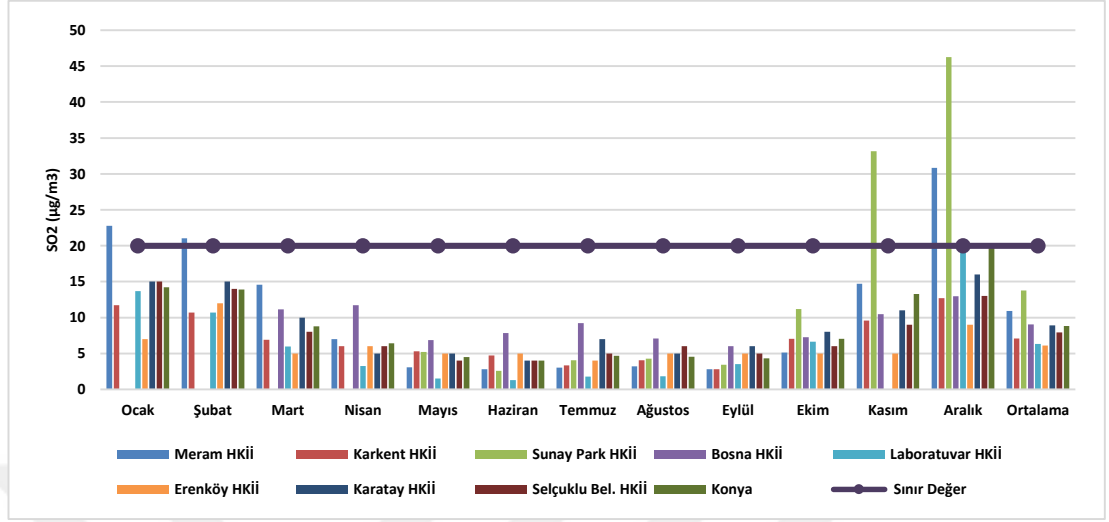
4.3.3 2021 yılı SO₂ değişimi

2021 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından alınan ölçüm sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası aylık ortalama kükürtdioksit (SO₂) verileri.

SO ₂ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ
Ocak	22,77	11,74	-	-	13,68	7	15	15
Şubat	21,03	10,71	-	-	10,69	12	15	14
Mart	14,56	6,89	-	11,15	5,98	5	10	8
Nisan	7	6,02	-	11,7	3,24	6	5	6
Mayıs	3,07	5,28	5,21	6,85	1,49	5	5	4
Haziran	2,82	4,7	2,6	7,83	1,27	5	4	4
Temmuz	3,02	3,36	4,05	9,2	1,79	4	7	5
Ağustos	3,2	4,05	4,27	7,1	1,84	5	5	6
Eylül	2,8	2,81	3,44	6,02	3,51	5	6	5
Ekim	5,11	7,04	11,2	7,28	6,65	5	8	6
Kasım	14,69	9,58	33,14	10,49		5	11	9
Aralık	30,82	12,69	46,27	12,95	19,37	9	16	13
Ortalama	10,91	7,07	13,77	9,06	6,32	6,08	8,92	7,92

Çizelge 4.19'a göre 2019 yılı aylık SO₂ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.42'de gösterilmiştir.



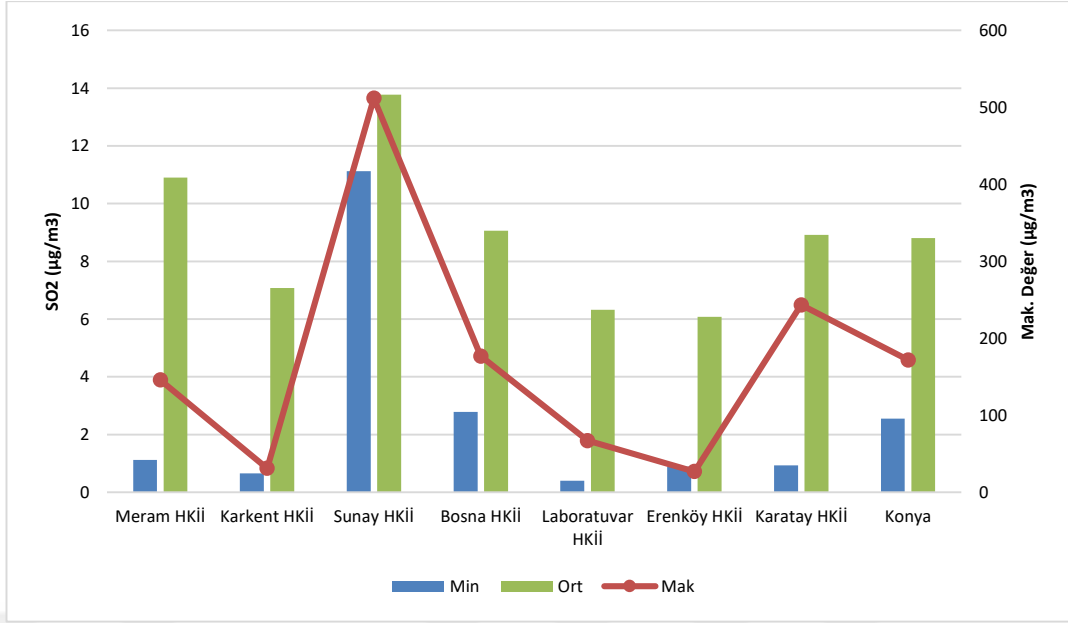
Şekil 4.42. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ değerleri değişimi.

Şekil 4.42'ye göre ölçüm istasyonları yıllık ortalama değerleri limit değerlerin altında kalmaktadır. Aylık olarak bakıldığında Meram HKİİ Ocak, Şubat ve Aralık aylarında sınır değerlerin üzerinde ölçülmüştür. Sunay Park HKİİ ise Kasım ve Aralık ayında sınır değerinin üzerinde ölçülmüştür.

Çizelge 4.20'de 01.01.2021- 31.12.2021 arası Kükürtdioksit (SO₂) maksimum, minimum değerleri, limit aşım sayıları verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.43 oluşturulmuştur.

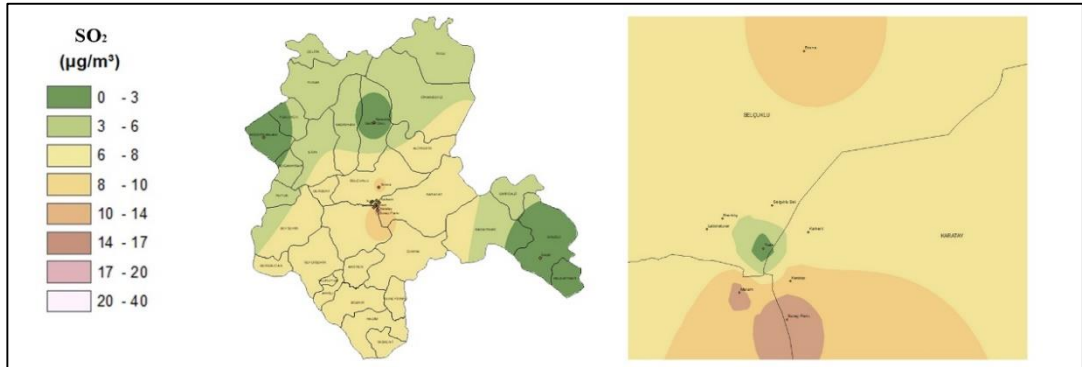
Çizelge 4.20. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası kükürtdioksit (SO₂) maksimum, minimum değerleri limit aşım sayıları.

SO ₂ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Min	1,12	0,65	11,12	2,78	0,40	0,89	0,93	2,56
Mak	145,88	31,21	511,88	176,95	67,03	26,87	243,35	171,88
Ort	10,91	7,07	13,77	9,06	6,32	6,08	8,92	8,81
Aşım Sayıları	44	-	73	48	18	-	-	183



Şekil 4.43. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

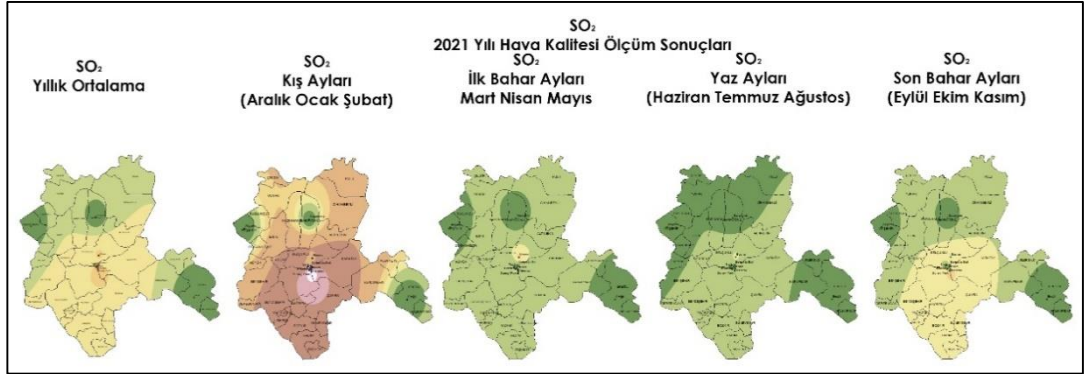
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2021- 31.12.2021 arası yıllık Kükürtdioksit (SO₂) verileri ile Şekil 4.44'de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.44. Konya ili SO₂ (µg/m³) değerinin değişimi (2021).

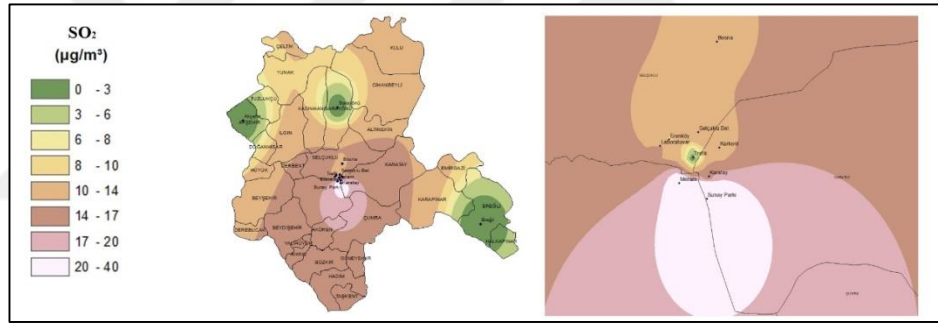
2021 yılı SO₂ ortalamaları limit değerinin üzerinde olmadığı için harita bu şekilde oluşmuştur. Sunay Park ve Meram istasyonları ortalamaları limit değere yakın ölçümlerdedir. Mevsimsel değişim haritaları incelendiğinde kış aylarında yüksek dağılımlar görülmektedir. Evsel ısınma, SO₂'nin ana kaynağı olması nedeniyle yakıt kullanımının yüksek olduğu soğuk aylarda yüksek ölçülmüştür. Kış aylarının haritası

da bu nedenle farklı görülmektedir. 2021 yılı SO₂ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.45’de verilmiştir.



Şekil 4.45. Konya ili mevsimsel SO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

SO₂ mekansal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.46’da verilmiştir.



Şekil 4.46. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) SO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

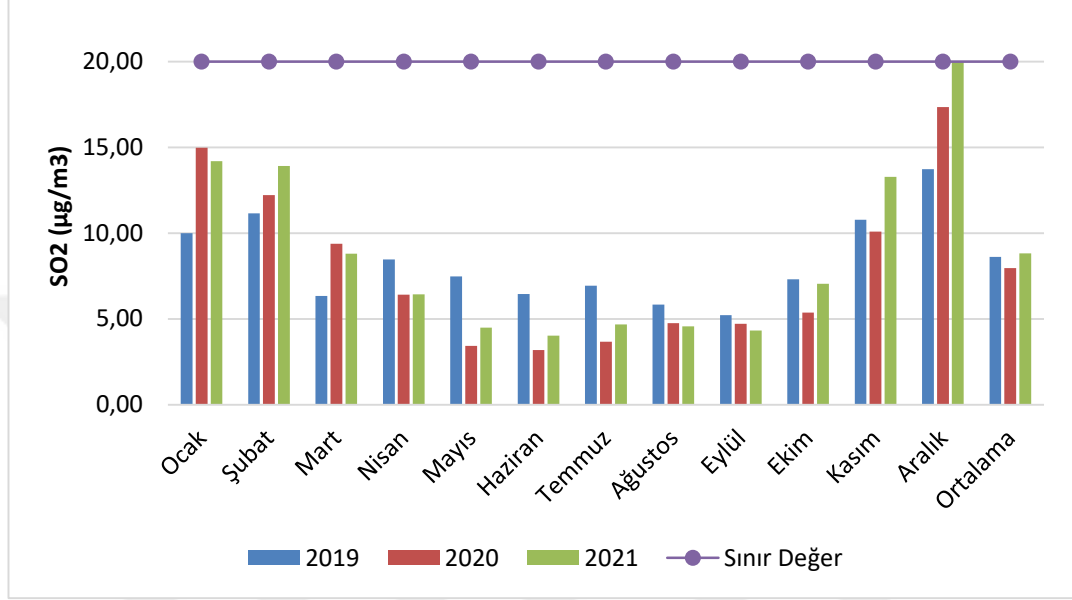
4.3.4 2019-2021 yılları SO₂ üç yıllık değişimi

Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2019- 2021 arası yıllık Kükürtdioksit (SO₂) verileri Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ yıllık ortalama değerleri (2019-2021).

SO ₂ (µg/m ³)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2019	10	11,16	6,33	8,47	7,46	6,45	6,94	5,83	5,22	7,3	10,78	13,72	8,62
2020	14,97	12,21	9,37	6,41	3,42	3,18	3,67	4,74	4,72	5,36	10,09	17,35	7,96
2021	14,2	13,91	8,8	6,42	4,49	4,03	4,68	4,56	4,32	7,04	13,27	20,01	8,81

2019, 2020 ve 2021 yıllarında Konya için yıllık SO₂ ortalaması limit değerlerine altında gerçekleşmiştir. 2020 yılı 2019 ve 2021 yıllarına göre ortalama değer olarak en düşük olanıdır. En yüksek ortalama 2021 yılında ölçülmüştür. 2021 yılının Aralık ayı limit değeri olan 20 µg/m³'e gelmiştir. Çizelge 4.21'e göre 2019-2021 yılları SO₂ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.47'de gösterilmiştir.

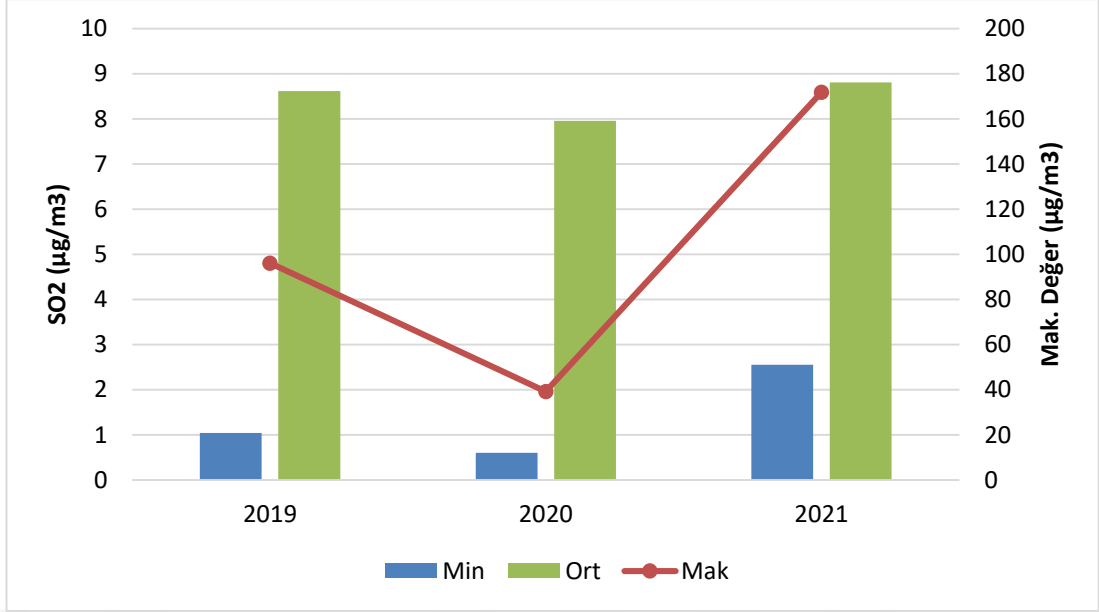


Şekil 4.47. 2019-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ değerleri değişimi.

Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019, 2020 ve 2021 yılları arası Kükürtdioksit (SO₂) maksimum, minimum, ortalama değerleri ve aşım sayıları Çizelge 4.22'de verilmiştir. Çizelge 4.22'ye göre Şekil 7.48 oluşturulmuştur.

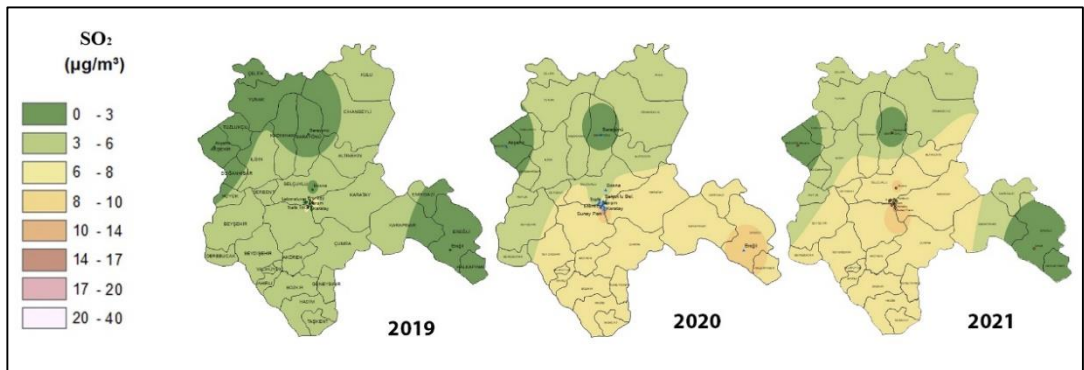
Çizelge 4.22. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019-2021 yılları arası kükürtdioksit (SO₂) maksimum, minimum, ortalama değerleri ve aşım sayıları.

SO ₂ (µg/m ³)	2019	2020	2021
Min	1,04	0,61	2,56
Mak	96,07	39,23	171,88
Ort	8,62	7,96	8,81
Aşım Sayıları	3	-	183



Şekil 4.48. 2019, 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2019- 2021 arası yıllık Kükürtdioksit (SO₂) verileri ile Şekil 4.49'de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur. 2019 yılında ölçüm istasyonlarının 2 adet olması, 2020 ve 2021 yıllarında ölçülen SO₂ değerlerinin artmış olması aşağıdaki haritanın oluşmasına neden olmuştur. 2021 yılı en yüksek ortalama değere sahip olduğu için haritada dağılımda bu şekilde görülmektedir.



Şekil 4.49. Konya ili yıllık SO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019- 2021).

4.4 CO (Karbonmonoksit) Zamansal ve Mekansal Değişimi

4.4.1 2019 yılı CO değişimi

2019 yılı boyunca Konya ilindeki hava kalitesi izleme istasyonlarından elde edilen aylık ortalama CO verileri Çizelge 4.23'te sunulmuştur. Veriler, Erenköy, Karatay, Selçuklu Belediyesi izleme istasyonlarından toplanmış ve genel ortalama ile Konya ilinin genel karbonmonoksit (CO) seviyeleri hesaplanmıştır.

CO konsantrasyonları $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cinsinden ifade edilmiştir. Ocak ayı verileri incelendiğinde, Karatay istasyonunda en yüksek CO konsantrasyonu $1146 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak kaydedilmiştir. Şubat ayında bu değer hafifçe artarak $1196 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile yine Karatay istasyonunda gözlemlenmiştir.

Mart ayında ise CO seviyeleri düşerek en yüksek değer $753 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile Karatay istasyonunda kaydedilmiştir. Nisan ve Mayıs aylarında CO değerlerinde genel bir düşüş gözlemlenmiş olup, Nisan ayında Karatay istasyonu $546 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile en yüksek değere sahiptir. Haziran ayında CO seviyeleri düşmeye devam etmiş ve Karatay istasyonu $269 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile en yüksek değeri göstermiştir.

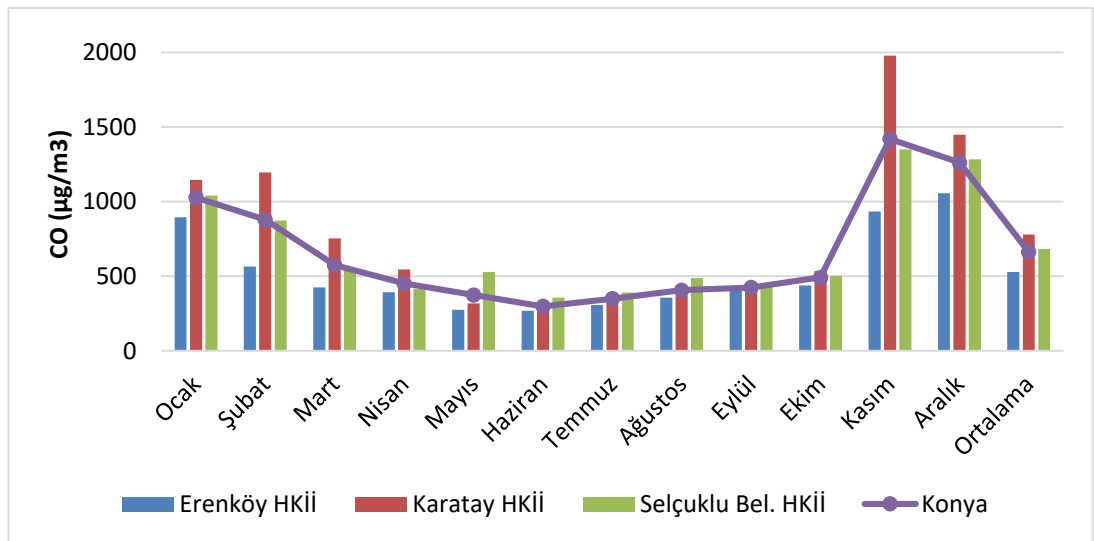
Temmuz ayında Karatay istasyonu $349 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile en yüksek CO değerini göstermiştir. Ağustos ayında ise CO seviyeleri hafifçe artmış, Karatay istasyonu $372 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile en yüksek değere sahip olmuştur. Eylül ayında CO seviyeleri hafif bir artış göstermiş ve en yüksek değer $436 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile yine Karatay istasyonunda kaydedilmiştir.

Ekim ayı verileri $534 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile Karatay istasyonunda en yüksek değeri göstermiştir. Kasım ayında bu değer önemli bir artış göstererek $1979 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile Karatay istasyonunda yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Aralık ayında ise Karatay istasyonu $1448 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile yüksek bir CO ortalaması kaydetmiştir.

Çizelge 4.23. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019- 31.12.2019 arası aylık ortalama karbonmonoksit (CO) verileri.

CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ	Konya
Ocak	895	1146	1042	1027,67
Şubat	565	1196	874	878,33
Mart	425	753	541	573,00
Nisan	392	546	417	451,67
Mayıs	275	317	528	373,33
Haziran	268	269	357	298,00
Temmuz	306	349	391	348,67
Ağustos	357	372	488	405,67
Eylül	412	436	424	424,00
Ekim	438	534	503	491,67
Kasım	934	1979	1349	1420,67
Aralık	1057	1448	1283	1262,67
Ortalama	527,00	778,75	683,08	662,94

Çizelge 4.23'e göre 2019 yılı aylık CO değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.50'de gösterilmiştir.

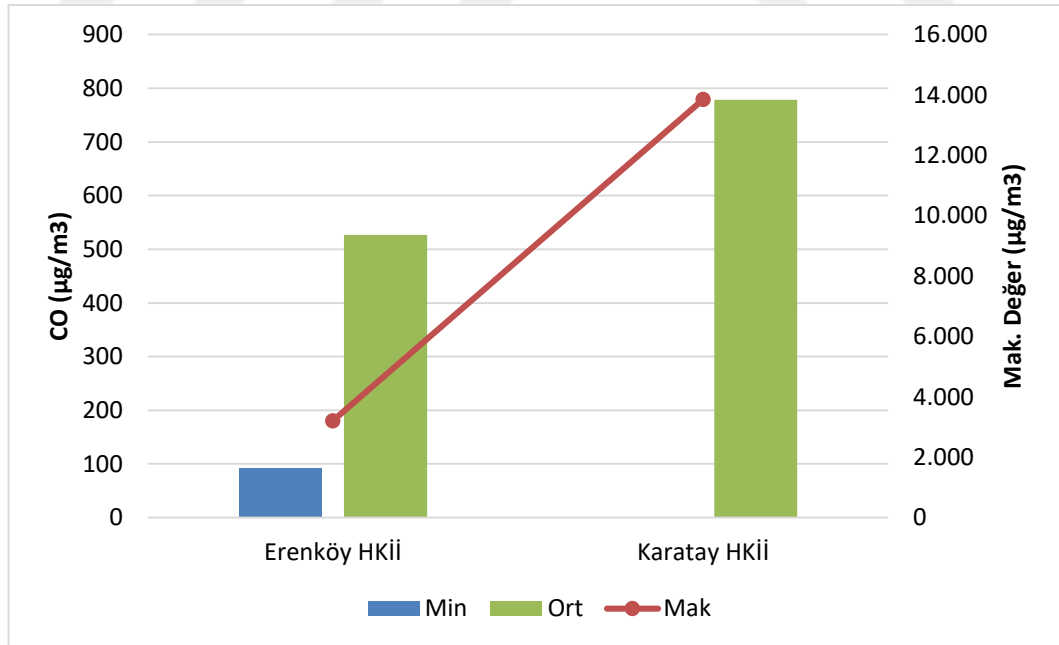


Şekil 4.50. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO değerleri değişimi.

Karatay HKİİ da Ocak, Şubat, mart, nisan Eylül, Ekim Kasım ve Aralık aylarında Konya ortalaması üzerinde ortalamalar gerçekleşmiştir. Erenköy HKİİ ise Konya ortalamasının altında kalmıştır. Temel olarak trafikteki araçların egzozlarından, yangınlar gibi doğal kaynaklardan ve endüstriyel işlemlerdeki yakıtların yanması sonucu ortaya çıkar. CO konsantrasyonları genellikle soğuk mevsimde en yüksek değere ulaşır. Düşük sıcaklıklar da eksik yanmaya neden olduğundan bu mevsimlerde daha yüksek ölçümlerle karşılaşmaktadır. Çizelge 4.24’de 01.01.2019- 31.12.2019 arası Karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.51 oluşturulmuştur.

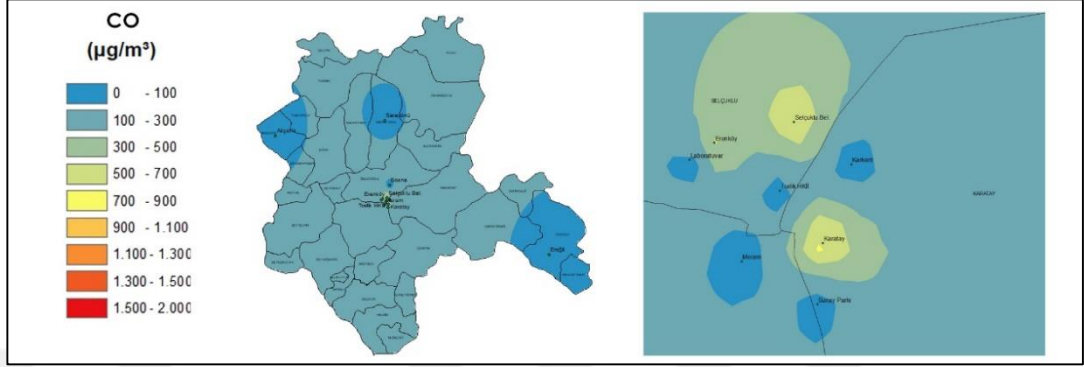
Çizelge 4.24. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ
Min	92,75	0
Mak	3.204,99	13848,53
Ort	527	778,75



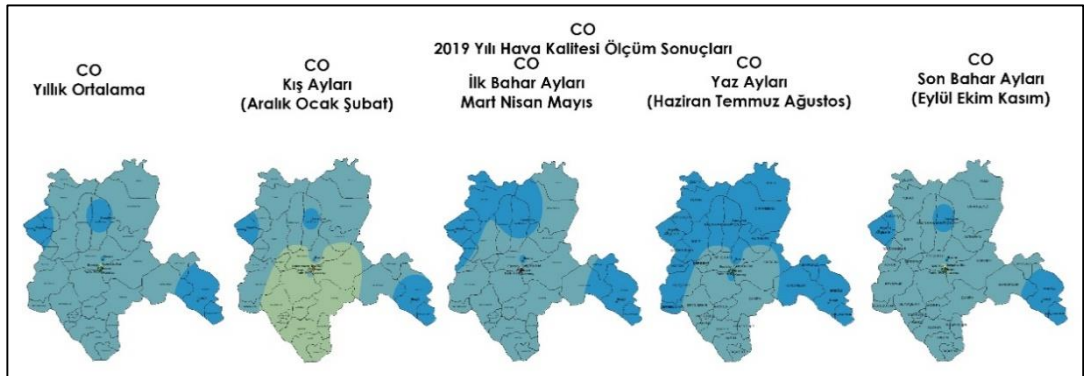
Şekil 4.51. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2019- 31.12.2019 arası yıllık Karbonmonoksit (CO) verileri ile Şekil 4.52’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



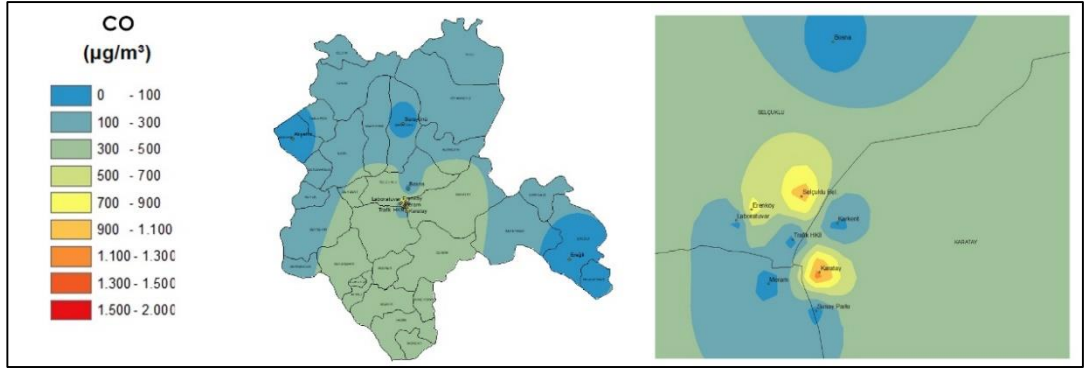
Şekil 4.52. Konya ili yıllık CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2019).

Karatay ve Selçuklu Belediyesi istasyonlarının bulunduğu yerlerde yüksek CO konsantrasyonları görülmektedir. Karatay istasyonunun olduğu bölge ısınmada katı yakıtların kullanıldığı bir yerdir. Selçuklu Belediyesi istasyonunun olduğu yerde nüfus yoğunluğunun çok olduğu bir bölge olmasıyla yüksek ölçümler ısınma ve trafik kaynaklı açıklanabilir. Mevsimsel değişim incelendiğinde CO konsantrasyonları genellikle soğuk mevsimde en yüksek değere ulaştığı, düşük sıcaklıklar da eksik yanmaya neden olduğundan bu mevsimlerde daha yüksek ölçümlerle karşılaşıldığı haritalarda görülmektedir. 2019 yılı CO verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.53’de verilmiştir.



Şekil 4.53. Konya ili mevsimsel CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2019).

CO mekansal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.54’de verilmiştir.



Şekil 4.54. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2019).

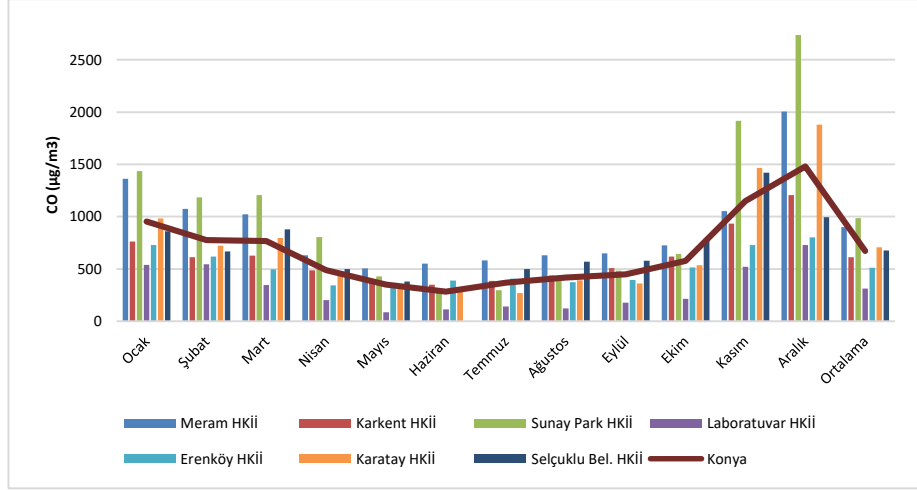
4.4.2 2020 Yılı CO Değişimi

2020 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası aylık ortalama karbonmonoksit (CO) verileri.

CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ	Konya
Ocak	1362,78	761,85	1436,79	537,93	730	984	859	953,19
Şubat	1075,36	612,63	1186,29	544,17	618	721	667	774,92
Mart	1023,58	628,72	1205,6	347,24	495	795	880	767,88
Nisan	631,68	485,89	804,71	201,39	343	463	498	489,67
Mayıs	504,51	399,37	428,53	86,19	332	331	379	351,51
Haziran	550,31	349,31	295,01	112,84	390	281	0	282,64
Temmuz	582,93	385,75	295,83	140,66	406	269	500	368,60
Ağustos	629,18	438,34	409,82	122,05	372	392	569	418,91
Eylül	649,82	508,77	482,31	176,42	394	360	578	449,90
Ekim	726,59	619,71	643,18	213,82	515	536	791	577,90
Kasım	1052,73	932,26	1917,91	519,85	728	1468	1421	1148,54
Aralık	2005,91	1206,25	2737,99	728,28	802	1879	995	1479,20
Ortalama	899,62	610,74	987,00	310,90	510,42	706,58	678,08	671,91

Çizelge 4.25’e göre 2020 yılı aylık CO değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.55’de gösterilmiştir.

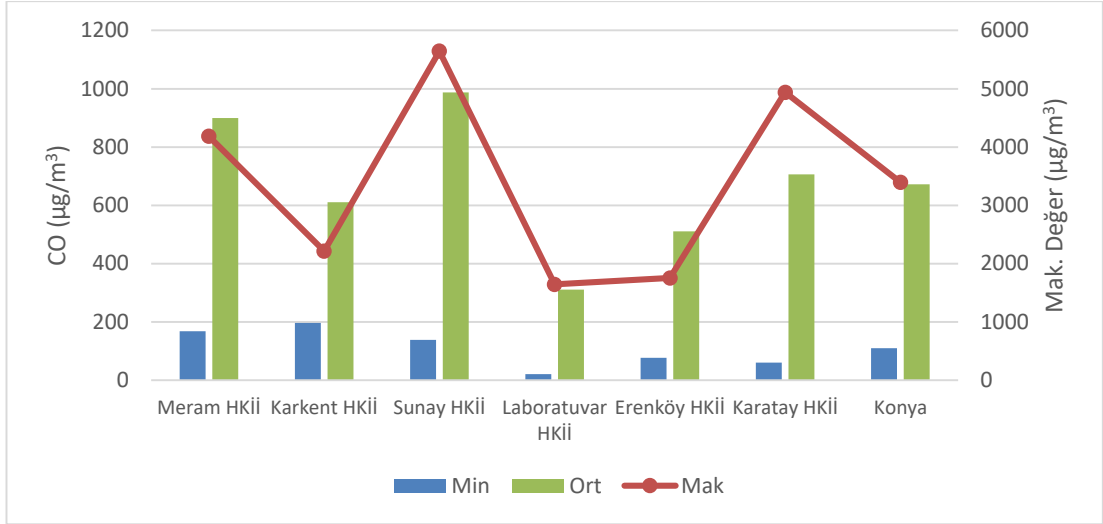


Şekil 4.55. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO değerleri değişimi.

CO konsantrasyonları genellikle soğuk mevsimde en yüksek değere ulaşır. Düşük sıcaklıklar da eksik yanmaya neden olduğundan bu mevsimlerde daha yüksek ölçümlerle karşılaşılacaktır. Meram, Karkent, Sunay Park ve Karatay istasyonlarında hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda CO ortalamaları yüksek olmuştur. Konya ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. Meram, Karkent, Sunay Park, Selçuklu Belediyesi istasyonlarındaki diğer aylardaki yüksek CO ortalamaları trafikteki araçların yoğunluğuna ve araçlardaki yakıtların tam yanmamasına bağlanabilir. Çizelge 4.26'da 01.01.2020- 31.12.2020 arası Karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.56 oluşturulmuştur.

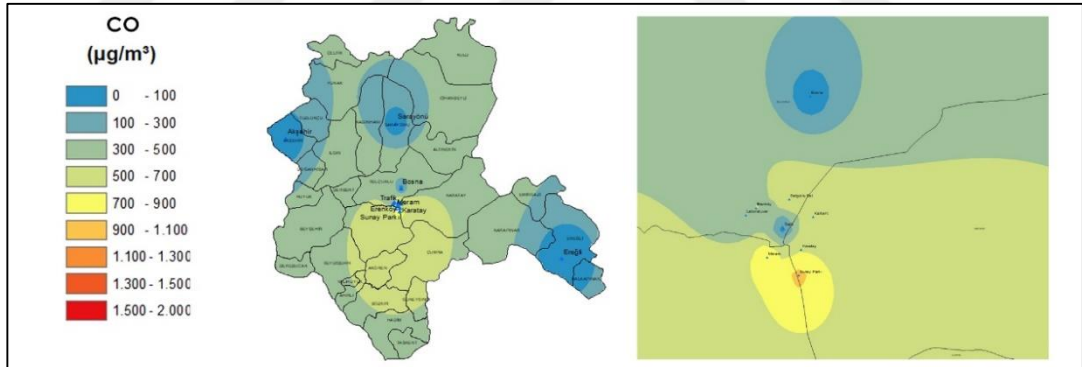
Çizelge 4.26. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Min	168,48	197,13	138,03	20,58	76,51	60,55	110,21
Mak	4183,17	2216,26	5644,87	1643	1754,42	4939,74	3396,91
Ort	899,62	610,74	987,00	310,90	510,42	706,58	671,91



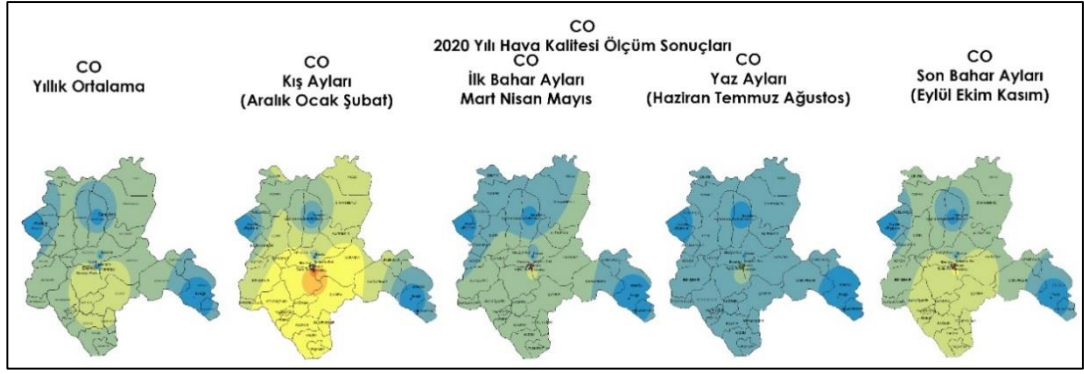
Şekil 4.56. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2020- 31.12.2020 arası yıllık Karbonmonoksit (CO) verileri ile Şekil 4.57’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



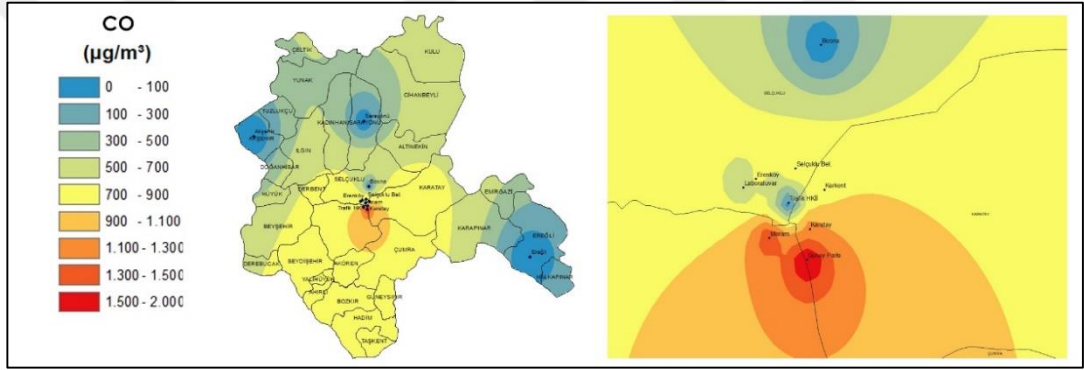
Şekil 4.57. Konya ili yıllık CO (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

Meram, Karkent, Sunay Park ve Karatay istasyonlarında hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda CO ortalamaları yüksek olmuştur. Bu yükseklikte haritada görülmektedir. Mevsimsel değişim incelendiğinde hava sıcaklıklarının düşük olduğu kış aylarında haritadaki kirlilik dağılımı görülmektedir. Sunay Park ve Meram istasyonlarının bulunduğu yerler kış aylarında 1500 µg/m³’ün üzerinde ölçümlere sahip olduğu için yakın yerleşim yerlerini de etkilemektedirler. 2020 yılı CO verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.58’de verilmiştir.



Şekil 4.58. Konya ili mevsimsel CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).

PM₁₀ mekânsal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.59’da verilmiştir.



Şekil 4.59. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).

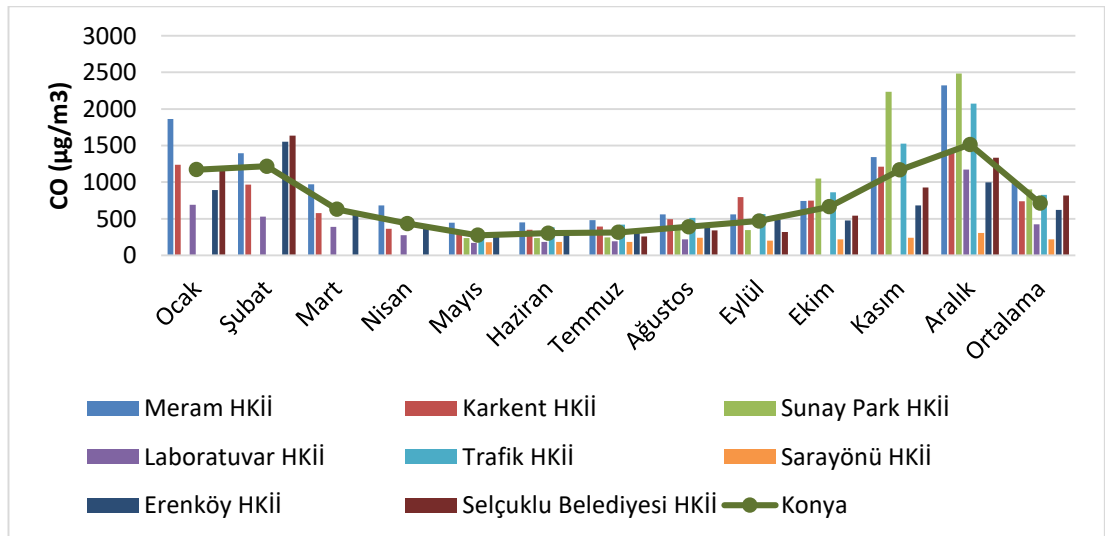
4.4.3 2021 yılı CO değişimi

2021 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası aylık ortalama karbonmonoksit (CO) verileri.

CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Erenköy HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ	Konya
Ocak	1862,62	1236,48	-	692,03	-	-	893	1173	1171,43
Şubat	1397,16	965,82	-	529,71	-	-	1554	1635	1216,34
Mart	970,62	577,47	-	387,35	-	--	576	-	627,86
Nisan	679,86	360,69	-	274	-		418	-	433,14
Mayıs	443,32	287,12	236,3	170,48	276,58	180,43	320	-	273,46
Haziran	448,4	350,13	236,2	181,415	386,35	184,19	325	-	301,67
Temmuz	480,37	392,97	244,34	189,94	417,98	183,82	337	256	312,80
Ağustos	560,39	491,7	358,13	216,77	510,66	238,26	400	339	389,36
Eylül	560,8	796,38	344,79	-	561,77	201,65	488	320	467,63
Ekim	744,01	746,44	1049,92	-	862,45	216,53	478	541	662,62
Kasım	1342	1212,11	2235,53	-	1526,3	238,87	680	928	1166,12
Aralık	2324,09	1433,91	2483,27	1169,86	2072,13	307,5	996	1334	1515,10
Ortalama	984,47	737,60	898,56	423,51	826,78	218,91	622,08	815,75	711,46

Çizelge 4.27'ye göre 2021 yılı aylık CO değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.60'da gösterilmiştir. Meram, Sunay Park, Karkent, Trafik ve Selçuklu Belediyesi istasyonlarında hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda CO ortalamaları yüksek olmuştur.

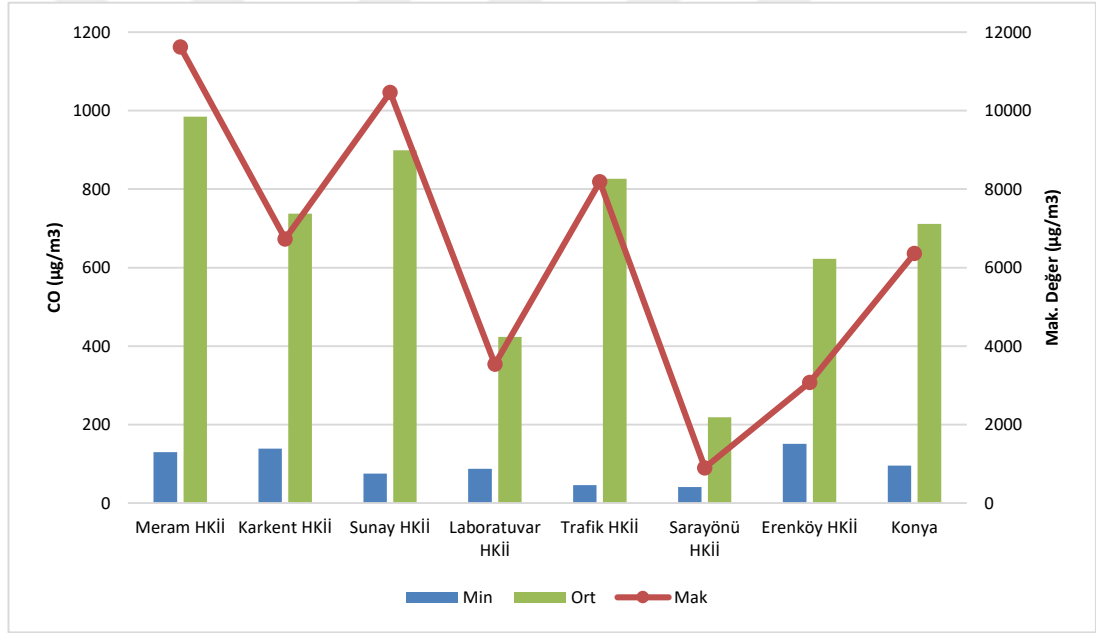


Şekil 4.60. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO değerleri değişimi.

Çizelge 4.28’de 01.01.2021- 31.12.2021 arası Karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.61 oluşturulmuştur.

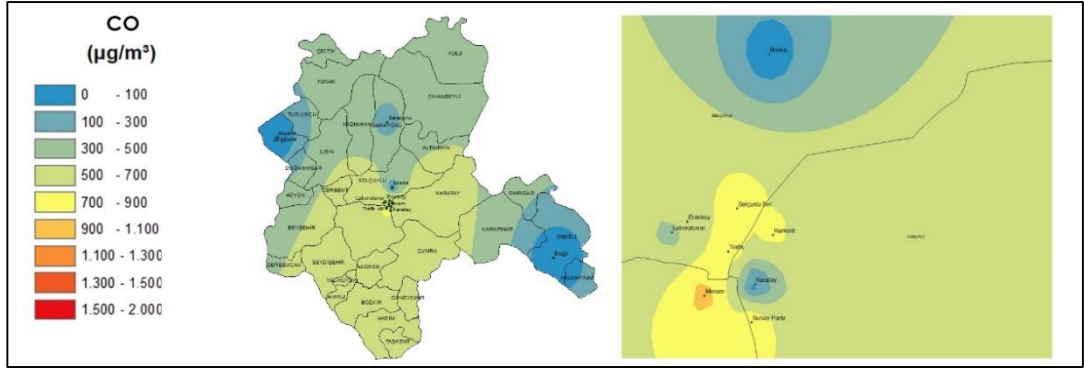
Çizelge 4.28. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Erenköy HKİİ	Konya
Min	130,13	139,13	74,95	87,67	46,02	40,88	151,13	95,70
Mak	11626,90	6733,69	10464,92	3539,13	8189,89	902,59	3072,53	6361,38
Ort	984,47	737,60	898,56	423,51	826,78	218,91	622,08	711,46



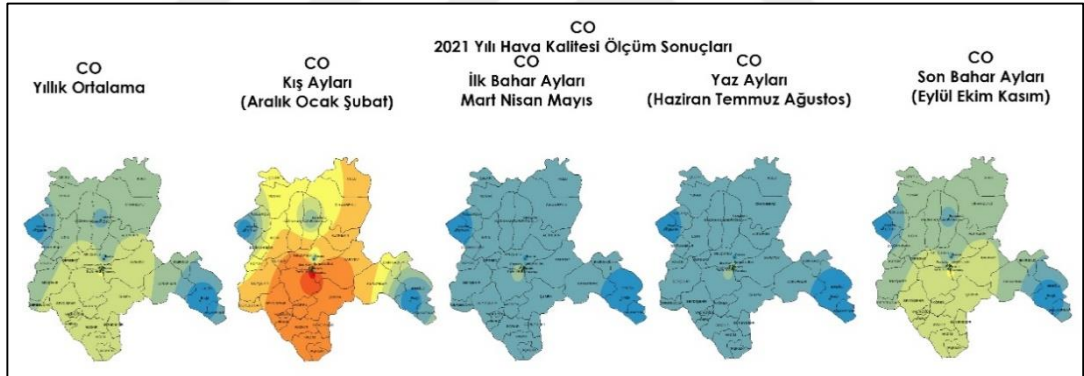
Şekil 4.61. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2021- 31.12.2021 arası yıllık Karbonmonoksit (CO) verileri ile Şekil 4.62’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



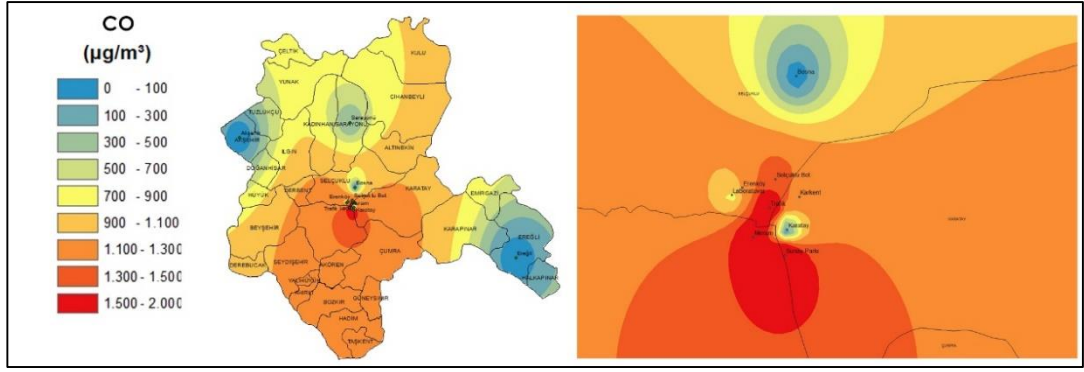
Şekil 4.62. Konya ili yıllık CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

Meram, Karkent, Sunay Park, Trafik ve Selçuklu Belediyesi istasyonlarında hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda CO ortalamaları yüksek olmuştur. Bu dağılımda haritada görülmektedir. Mevsimsel değişim incelendiğinde hava sıcaklıklarının düşük olduğu kış aylarında haritadaki kirlilik dağılımı görülmektedir. Kış aylarında kirliliğin daha çok bölgeyi etkilediği görülmektedir. 2021 yılı CO verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.63’de verilmiştir.



Şekil 4.63. Konya ili mevsimsel CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

CO mekânsal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.64’de verilmiştir.



Şekil 4.64. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

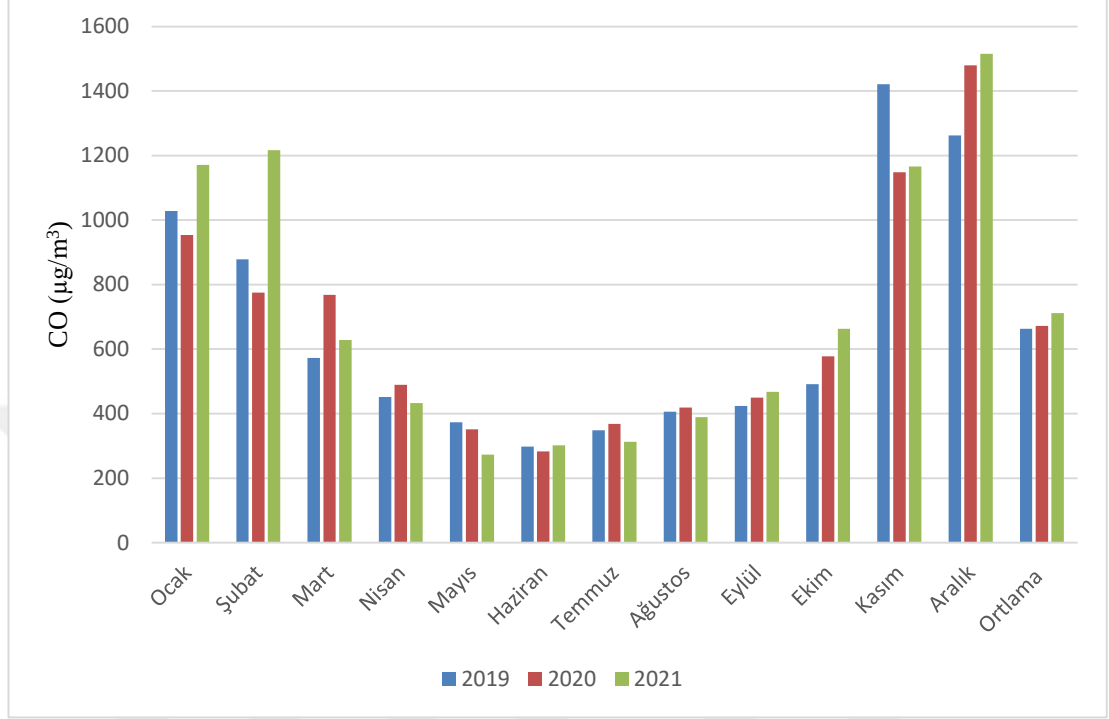
4.4.4 2019-2021 yılları CO değişimi

Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2019- 2021 arası yıllık Karbondioksit (CO) verileri Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Konya hava kalitesi izleme istasyonları SO₂ yıllık ortalama değerleri (2019-2021).

CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2019	2020	2021
Ocak	1027,67	953,19	1171,43
Şubat	878,33	774,92	1216,34
Mart	573,00	767,88	627,86
Nisan	451,67	489,67	433,14
Mayıs	373,33	351,51	273,46
Haziran	298,00	282,64	301,67
Temmuz	348,67	368,60	312,80
Ağustos	405,67	418,91	389,36
Eylül	424,00	449,90	467,63
Ekim	491,67	577,90	662,62
Kasım	1420,67	1148,54	1166,12
Aralık	1262,67	1479,20	1515,10
Ortalama	662,94	671,91	711,46

Üç yıllık ortalama CO miktarı yüksekten düşüğe doğru 2021, 2020 ve 2019 yıllarında gerçekleşmiştir. Şekil 4.65 incelendiğinde yıllık ortalama sonuçlarının hava sıcaklığının düştüğü aylarda daha fazladır.

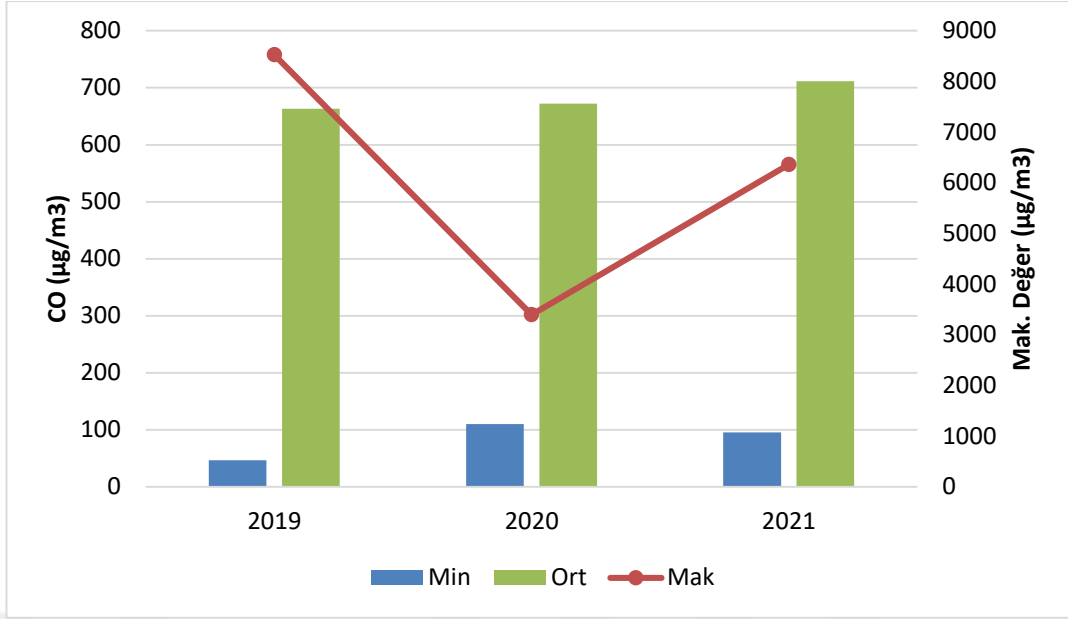


Şekil 4.65. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO değerleri değişimi.

Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019 ve 2021 yılları arası Karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.66 oluşturulmuştur.

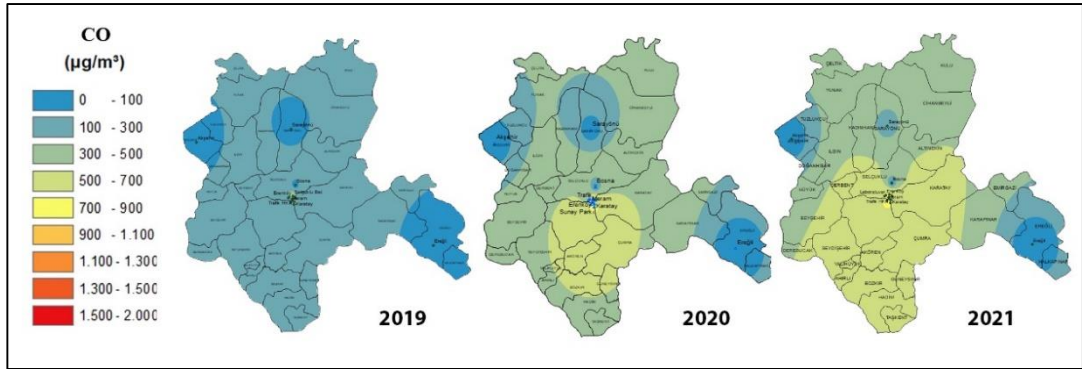
Çizelge 4.30. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019-2021 arası karbonmonoksit (CO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

CO (µg/m³)	2019	2020	2021
Min	46,38	110,21	95,70
Mak	8526,76	3396,91	6361,38
Ort	662,94	671,91	711,46



Şekil 4.66. 2019, 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları CO maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2019- 2021 arası yıllık Karbonmonoksit (CO) verileri ile Şekil 4.67’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur. Üç yıllık ortalama CO miktarı yüksekten düşüğe doğru 2021, 2020 ve 2019 yıllarında gerçekleşmiştir. Haritalarda bu değişimi göstermektedir. Yıllar arasındaki değişimi nüfus değişimi ile de açıklanabilir.



Şekil 4.67. Konya ili yıllık CO (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020- 2021).

4.5 O₃ (Ozon) Zamansal ve Mekânsal Değişimi

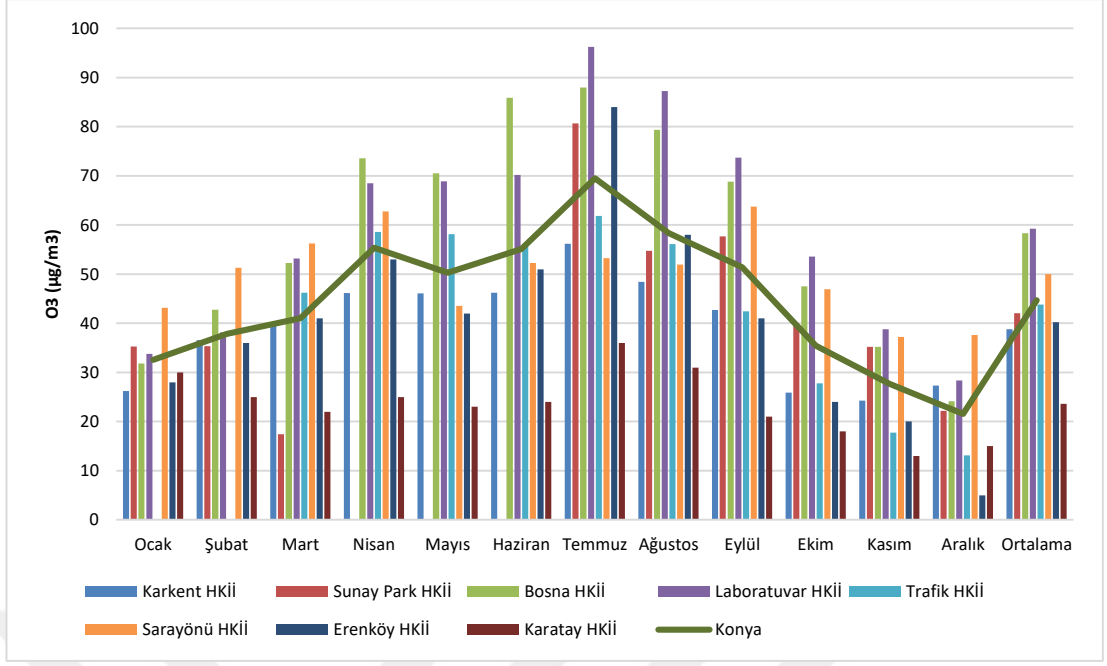
4.5.1 2020 yılı O₃ değişimi

2020 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası aylık ortalama ozon (O₃) verileri.

O ₃ (µg/m ³)	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Ocak	26,19	35,25	31,81	33,79	-	43,13	28,00	30,00	32,60
Şubat	36,55	35,37	42,74	38,12	-	51,28	36,00	25,00	37,87
Mart	39,72	17,44	52,26	53,18	46,19	56,27	41,00	22,00	41,01
Nisan	46,17	-	73,58	68,50	58,57	62,78	53,00	25,00	55,37
Mayıs	46,08	-	70,53	68,92	58,17	43,55	42,00	23,00	50,32
Haziran	46,25	-	85,92	70,19	56,00	52,29	51,00	24,00	55,09
Temmuz	56,21	80,69	88,01	96,25	61,88	53,25	84,00	36,00	69,54
Ağustos	48,43	54,76	79,36	87,27	56,10	51,96	58,00	31,00	58,36
Eylül	42,67	57,66	68,84	73,72	42,42	63,73	41,00	21,00	51,38
Ekim	25,90	39,83	47,50	53,59	27,80	46,92	24,00	18,00	35,44
Kasım	24,25	35,24	35,23	38,82	17,75	37,20	20,00	13,00	27,69
Aralık	27,31	22,16	24,13	28,39	13,13	37,62	5,00	15,00	21,59
Ortalama	38,81	42,04	58,33	59,23	43,80	50,00	40,25	23,58	44,69

Çizelge 4.31’e göre 2020 yılı aylık O₃ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.68’de gösterilmiştir.



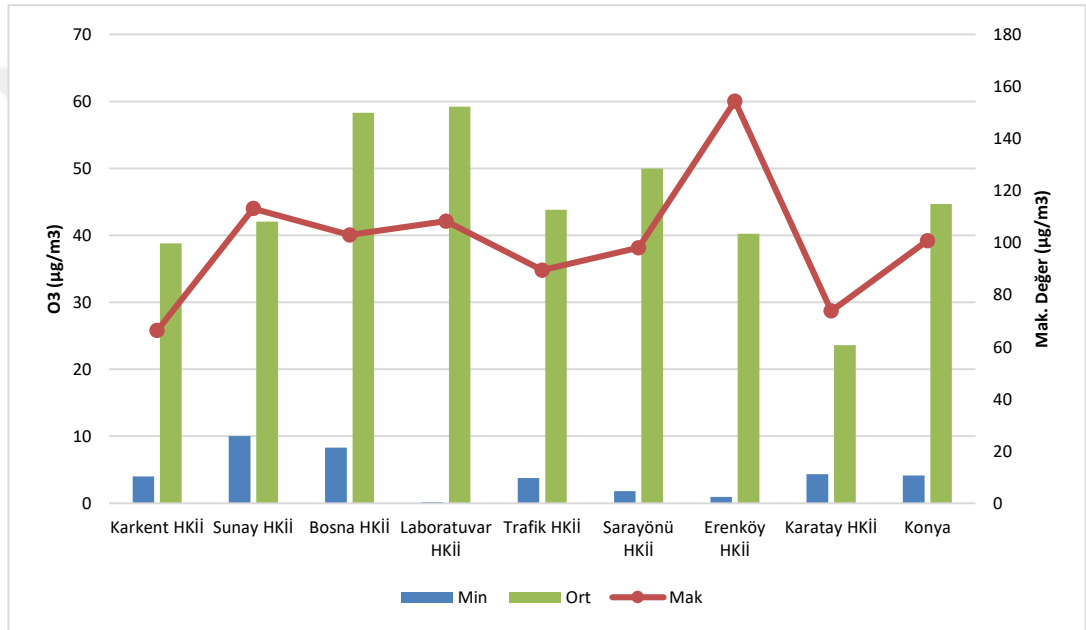
Şekil 4.68. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O₃ değerleri değişimi.

Sarayönü istasyonu ölçüm sonuçları mayıs, haziran, Temmuz ve Ağustos ayları dışında Konya ortalama değerlerinin üzerindedir. Bosna istasyonu için Ocak ayı dışında Konya ortalama değerlerinin üzerindedir. Karatay istasyonu tüm aylarda Konya ortalama değerlerinin altındadır. İstasyon otalamalarına göre Trafik, Erenköy ve Karkent, Konya ortalama değerinin altındadır.

Zararlı bir kirletici olan yer seviyesindeki ozon, özellikle yaz mevsiminde güneşli havalarda ve yüksek sıcaklıkta oluşmaktadır. Hava sıcaklıklarının yüksek olduğu ilkbahar ve yaz aylarında ölçülen O₃ değerlerinin Konya ortalamasının üzerinde çıkması güneşli havalara bağlanabilir. Çizelge 4.32’de 01.01.2020- 31.12.2020 arası Ozon(O₃) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.69 oluşturulmuştur.

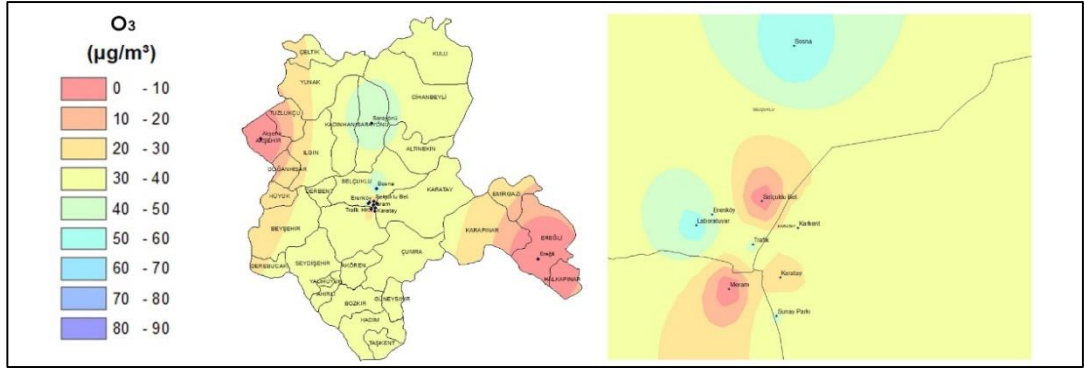
Çizelge 4.32. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası ozon (O₃) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

O ₃ (µg/m ³)	Karkent HKİİ	Sunay HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Sarayönü HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Min	3,98	10,02	8,28	0,19	3,75	1,81	0,92	4,34	4,16
Mak	66,29	113,15	103,03	108,28	89,48	98,1	154,39	73,8	100,82
Ort	38,81	42,04	58,33	59,23	43,80	50,00	40,25	23,58	44,69



Şekil 4.69. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O₃ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

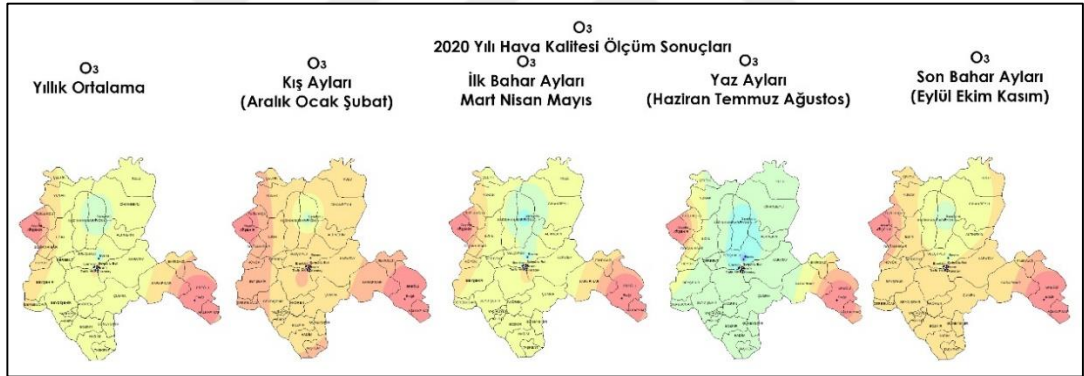
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2020- 31.12.2020 arası yıllık Ozon (O₃) verileri ile Şekil 4.70'de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.70. Konya ili yıllık O₃ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

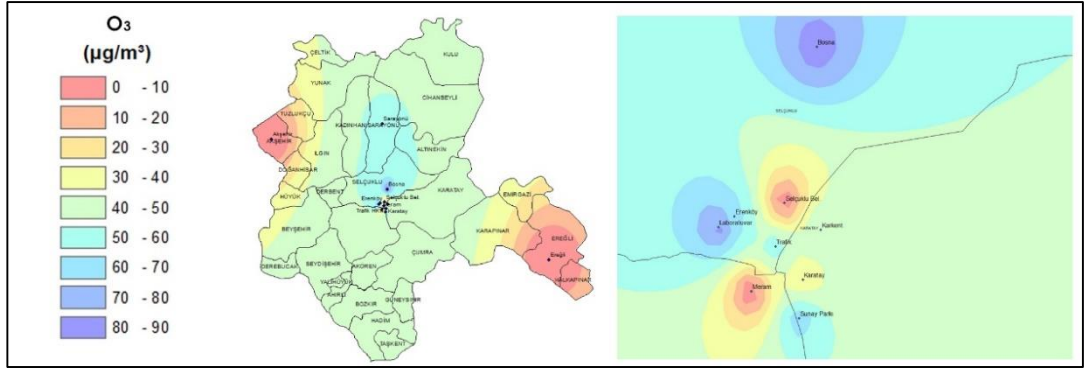
Ozon, yaz mevsiminde güneşli havalarda ve yüksek sıcaklıkta oluşmaktadır. Hava sıcaklıklarının yüksek olduğu ilkbahar ve yaz aylarında ölçülen O₃ değerlerinin Konya ortalamasının üzerinde çıkması güneşli havalara bağlanabilir. Mevsimsel değişim haritaları incelendiğinde bu değişim görülmektedir.

2020 yılı O₃ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.71’de verilmiştir.



Şekil 4.71. Konya ili mevsimsel O₃ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

O₃ mekânsal değişimin görülmesi için yaz aylarının (Haziran, Temmuz, Ağustos) haritası Şekil 4.72’de verilmiştir.



Şekil 4.72. Konya ili yaz aylarının (Haziran, Temmuz, Ağustos) O₃ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

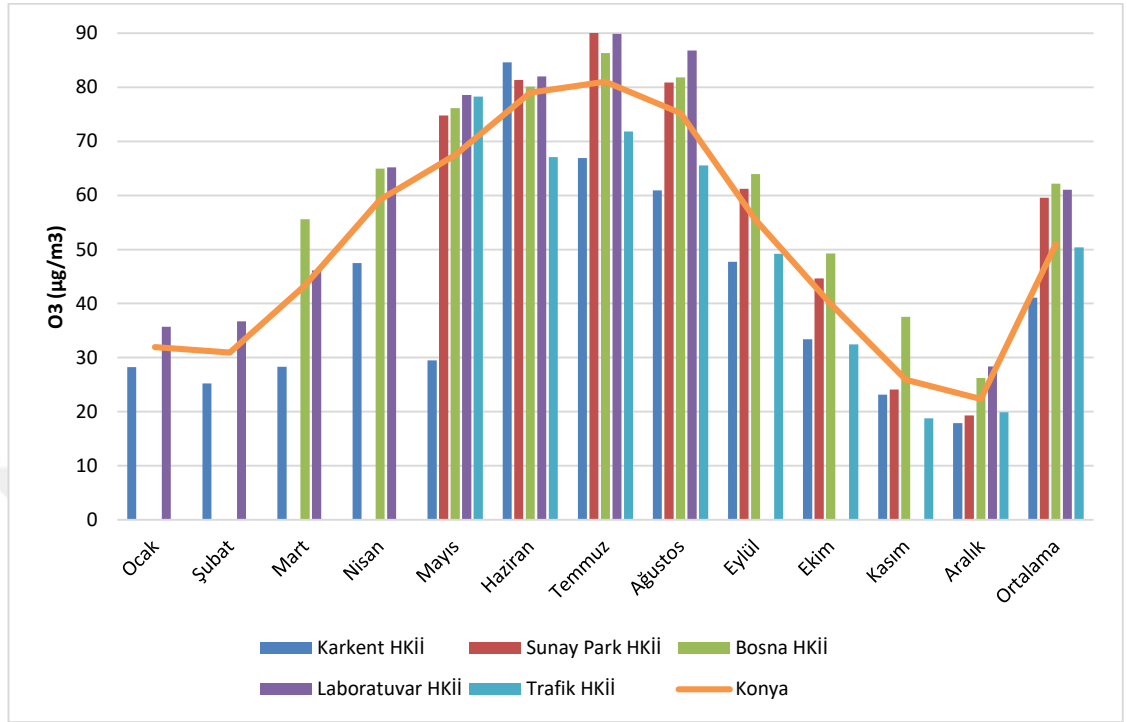
4.5.2 2021 yılı O₃ değişimi

2021 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası aylık ortalama ozon (O₃) verileri.

O ₃ (µg/m ³)	Karkent HKİİ	Sunay Park HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Konya
Ocak	28,25	-	-	35,68	-	31,97
Şubat	25,22	-	-	36,71	-	30,97
Mart	28,29	-	55,6	46,15	-	43,35
Nisan	47,5	-	64,97	65,22	-	59,23
Mayıs	29,48	74,79	76,13	78,6	78,28	67,46
Haziran	84,59	81,39	80,12	82	67,07	79,03
Temmuz	66,91	90,27	86,35	89,87	71,83	81,05
Ağustos	60,94	80,91	81,82	86,82	65,56	75,21
Eylül	47,75	61,22	63,94	-	49,21	55,53
Ekim	33,42	44,63	49,27	-	32,45	39,94
Kasım	23,15	24,08	37,53	-	18,77	25,88
Aralık	17,9	19,3	26,25	28,35	19,91	22,34
Ortalama	41,12	59,57	62,20	61,04	50,39	51,00

Çizelge 4.33'e göre 2021 yılı aylık O₃ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.73'de gösterilmiştir.



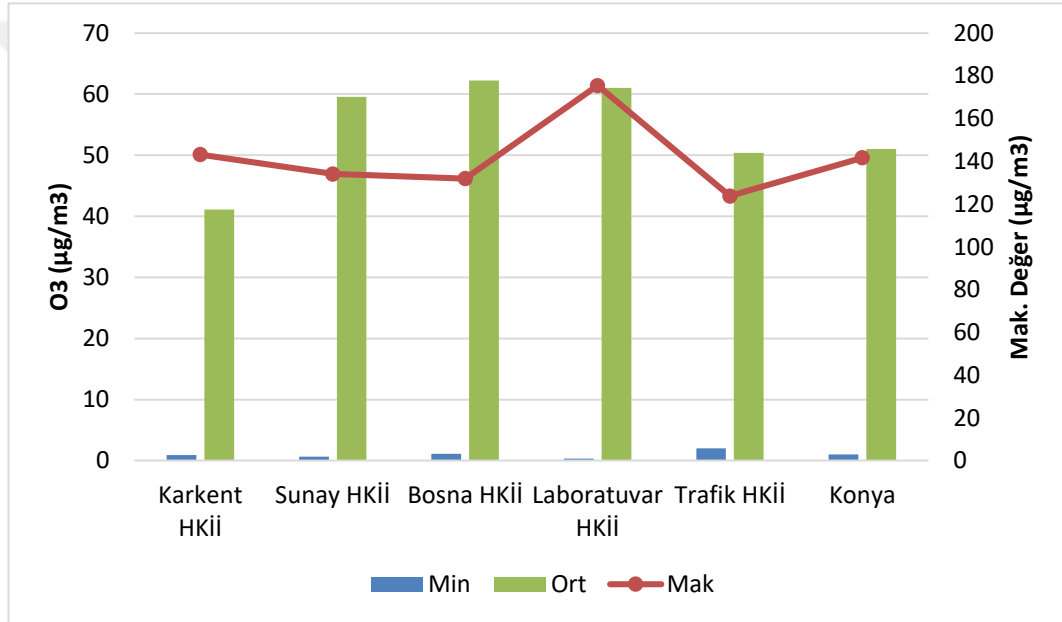
Şekil 4.73. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O₃ değerleri değişimi.

Karatay ve Trafik istasyonları yıllık ortalama değerleri Konya ortalama değerlerinin altındadır. 2020 yılında olduğu gibi hava sıcaklıklarının yüksek olduğu ilkbahar ve yaz aylarında ölçülen O₃ değerlerinin Konya ortalamasının üzerinde çıkması güneşli havalara bağlanabilir.

Çizelge 4.34'de 01.01.2021- 31.12.2021 arası Ozon (O₃) maksimum, minimum ve ortalama değerleri, aşım sayıları verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.74 oluşturulmuştur. AB Direktifi ve DSÖ 8 saatlik limit değer 120 µg/m³'tür.

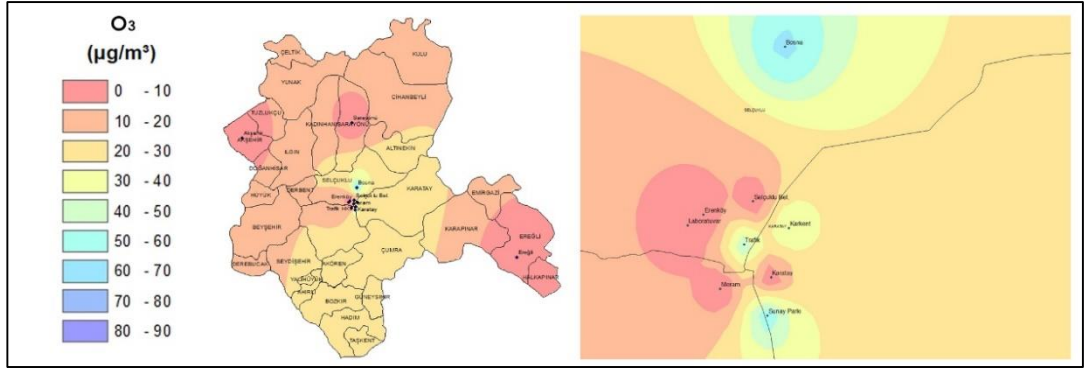
Çizelge 4.34. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası ozon (O₃) maksimum, minimum değerleri.

O ₃ (µg/m ³)	Karkent HKİİ	Sunay HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Trafik HKİİ	Konya
Min	0,92	0,66	1,13	0,35	2,02	1,02
Mak	143,16	134,11	131,95	175,42	123,77	141,68
Ort	41,12	59,57	62,20	61,04	50,39	51,00
Aşım Sayıları	13	10	5	-	3	31,00



Şekil 4.74. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O₃ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

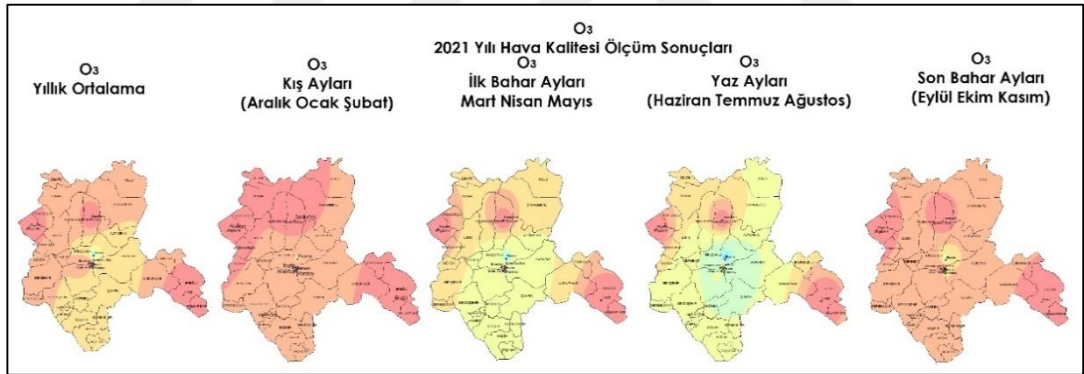
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2021- 31.12.2021 arası yıllık Ozon (O₃) verileri ile Şekil 4.75’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.75. Konya ili yıllık O₃ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

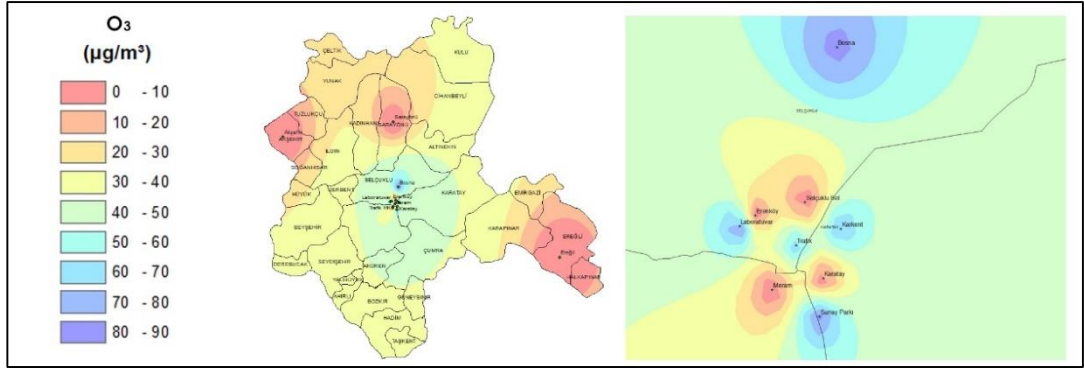
Ozon, özellikle yaz mevsiminde güneşli havalarda ve yüksek sıcaklıkta oluşmaktadır. Hava sıcaklıklarının yüksek olduğu ilkbahar ve yaz aylarında ölçülen O₃ değerlerinin Konya ortalamasının üzerinde çıkması güneşli havalara bağlanabilir. Mevsim haritaları da bunu desteklemektedir. Özellikle yaz aylarındaki ölçümlerin oluşturduğu harita incelendiğinde değişim görülmektedir.

2021 yılı O₃ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.76’da verilmiştir.



Şekil 4.76. Konya ili mevsimsel O₃ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

O₃ mekânsal değişimin görülmesi için yaz aylarının (Haziran, Temmuz, Ağustos) haritası Şekil 4.77’de verilmiştir.



Şekil 4.77. Konya ili yaz aylarının (Haziran, Temmuz, Ağustos) O₃ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

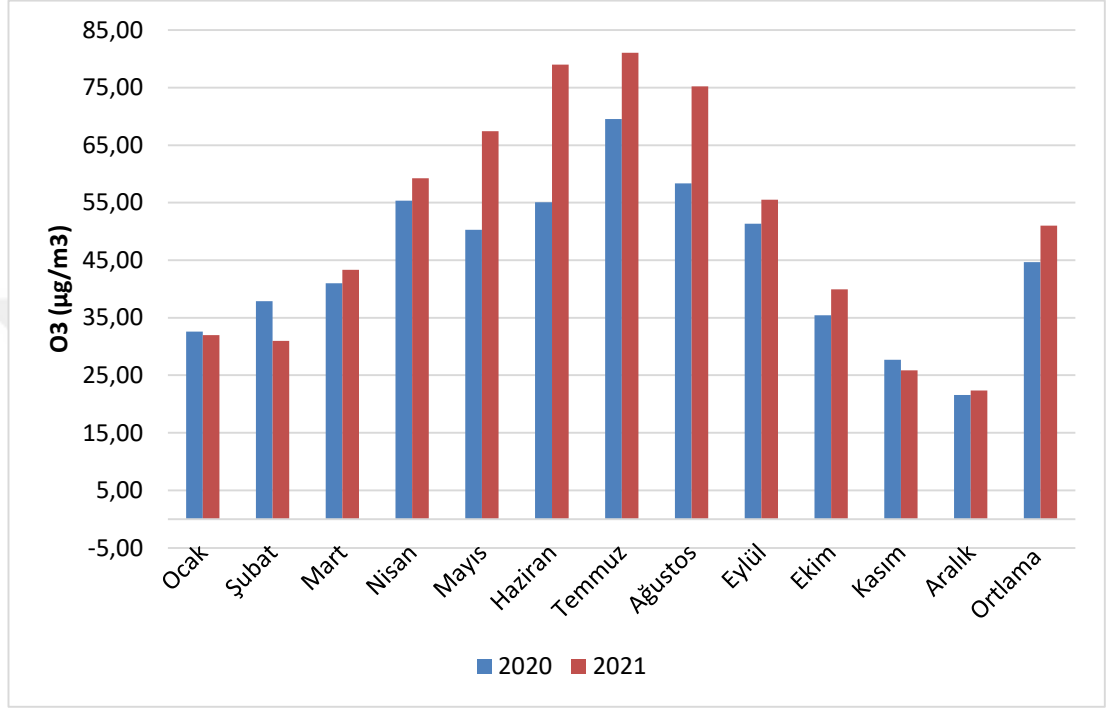
4.5.3 2020-2021 yılları O₃ değişimi

Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2020- 2021 arası yıllık Ozon (O₃) verileri Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Konya hava kalitesi izleme istasyonları O₃ yıllık ortalama değerleri (2020-2021).

O ₃ (µg/m ³)	2020	2021
Ocak	32,60	31,97
Şubat	37,87	30,97
Mart	41,01	43,35
Nisan	55,37	59,23
Mayıs	50,32	67,46
Haziran	55,09	79,03
Temmuz	69,54	81,05
Ağustos	58,36	75,21
Eylül	51,38	55,53
Ekim	35,44	39,94
Kasım	27,69	25,88
Aralık	21,59	22,34
Ortalama	44,69	51,00

2021 yılında ölçülen ortalama yıllık O_3 miktarı 2020 yılında ölçülen yıllık ortalama değerden daha fazla olmuştur. Şekil 4.78 incelendiğinde 2021 yılı ortalama değerleri Şubat ile Kasım ayları arasında 2020 yılına göre daha fazla O_3 ölçüldüğünü göstermektedir. Sonuçlarının hava sıcaklığının yükseldiği aylarda daha fazla olduğunu göstermektedir.

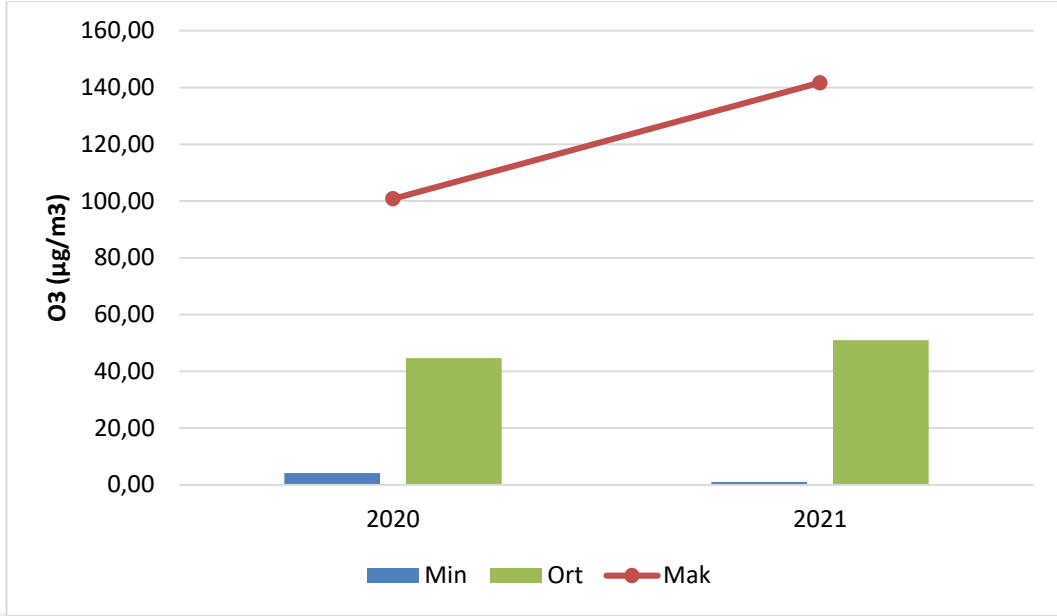


Şekil 4.78. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları O_3 değerleri değişimi.

Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 ve 2021 yılları arası Ozon (O_3) maksimum, minimum ortalama değerleri Çizelge 4.36’da verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.79 oluşturulmuştur.

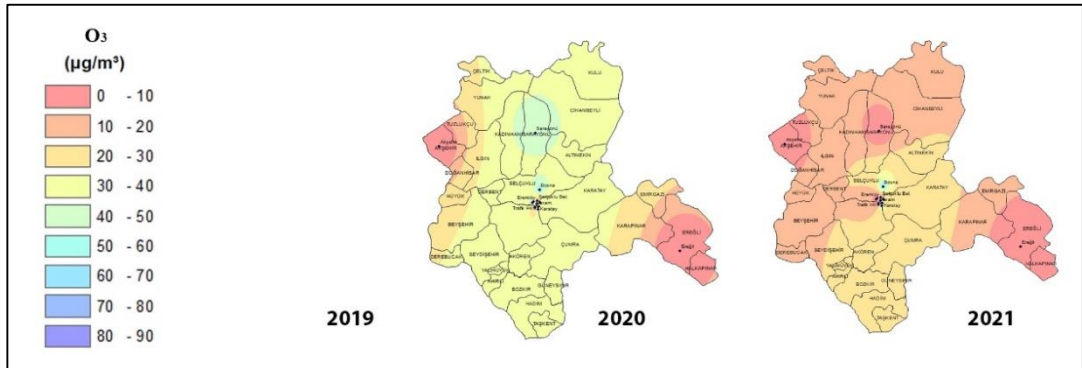
Çizelge 4.36. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 - 2021 arası Ozon (O_3) maksimum, minimum değerleri.

O_3 ($\mu g/m^3$)	2020	2021
Min	4,16	1,02
Mak	100,82	141,68
Ort	44,69	51,00



Şekil 4.79. 2019, 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları O₃ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2020- 2021 arası yıllık Ozon (O₃) verileri ile Şekil 4.80’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.80. Konya ili yıllık O₃ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020- 2021).

2021 yılında ölçülen ortalama yıllık O₃ miktarı 2020 yılında ölçülen yıllık ortalama değerden daha fazla olmuştur. 2020 yılında 8, 2021 yılında 5 istasyonda ölçüm yapılmıştır. 2020 yılı kirlilik dağılımının 2021 yılı kirlilik dağılımından fazla olmasının nedeni ölçüm yapılan istasyon sayısının fazlalığı ile açıklanabilir.

4.6 NO (Azotmonoksit) Zamansal ve Mekânsal Değişimi

4.6.1 2020 yılı NO değişimi

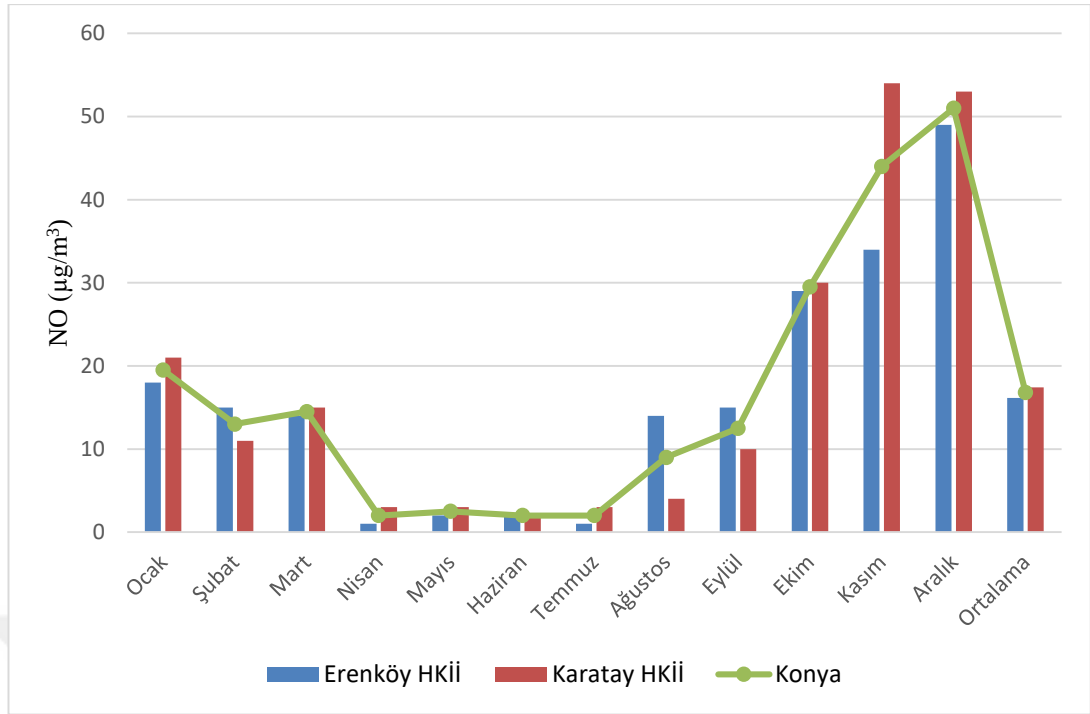
2020 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020-31.12.2020 arası aylık ortalama azotmonoksit (NO) verileri.

NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Ocak	18	21	19,50
Şubat	15	11	13,00
Mart	14	15	14,50
Nisan	1	3	2,00
Mayıs	2	3	2,50
Haziran	2	2	2,00
Temmuz	1	3	2,00
Ağustos	14	4	9,00
Eylül	15	10	12,50
Ekim	29	30	29,50
Kasım	34	54	44,00
Aralık	49	53	51,00
Ortalama	16,17	17,42	16,79

Konya da veri alım oranı % 60’ın üzerinde olan iki istasyonun verileri kullanılmıştır. Karatay istasyonu yıllık ortalama değeri Erenköy istasyonu yıllık ortalama değerinden yüksektir. Ekim, Kasım ve Aralık aylarında iki istasyonda diğer aylara göre yüksek NO ölçümleri gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.37’ye göre 2020 yılı aylık NO değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.81’de gösterilmiştir.

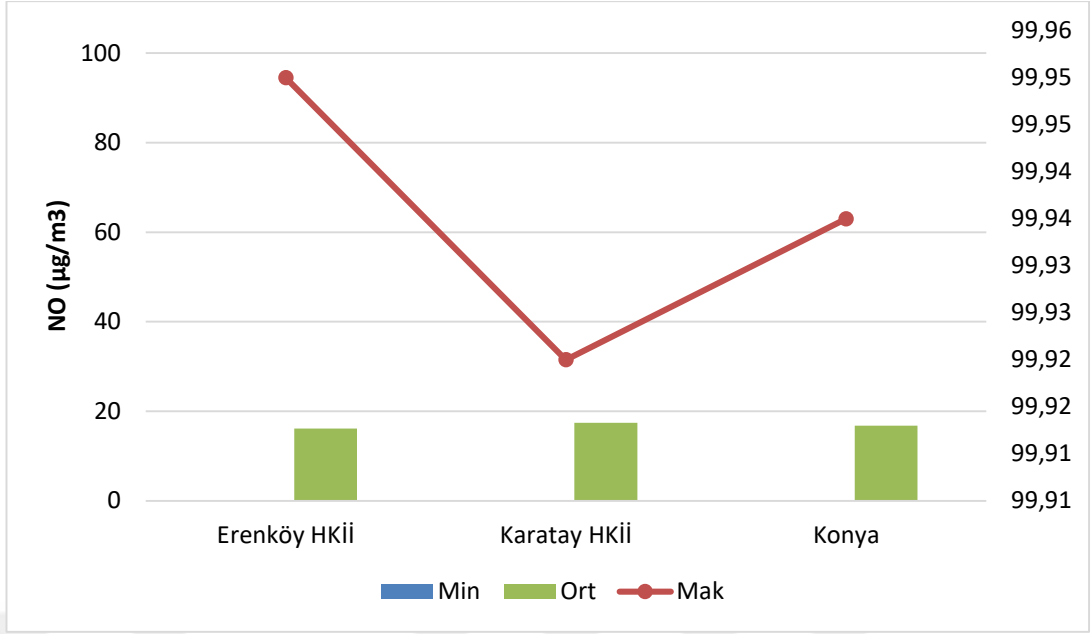


Şekil 4.81. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO değerleri değişimi.

Çizelge 4.38’de 01.01.2020- 31.12.2020 arası Azotmonoksit (NO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.82 oluşturulmuştur.

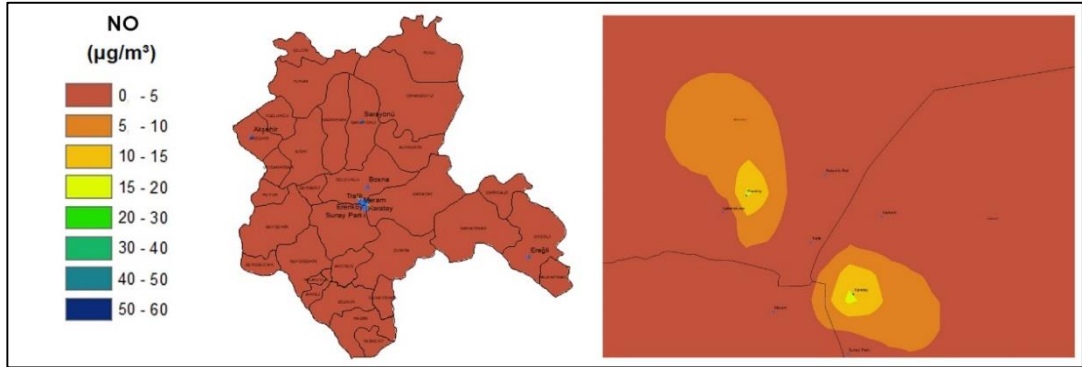
Çizelge 4.38. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası azotmonoksit (NO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO (µg/m³)	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Min	0,01	0,01	0,01
Mak	99,95	99,92	99,94
Ort	16,17	17,42	16,79



Şekil 4.82. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO maksimum, minimum, ortalama değerleri.

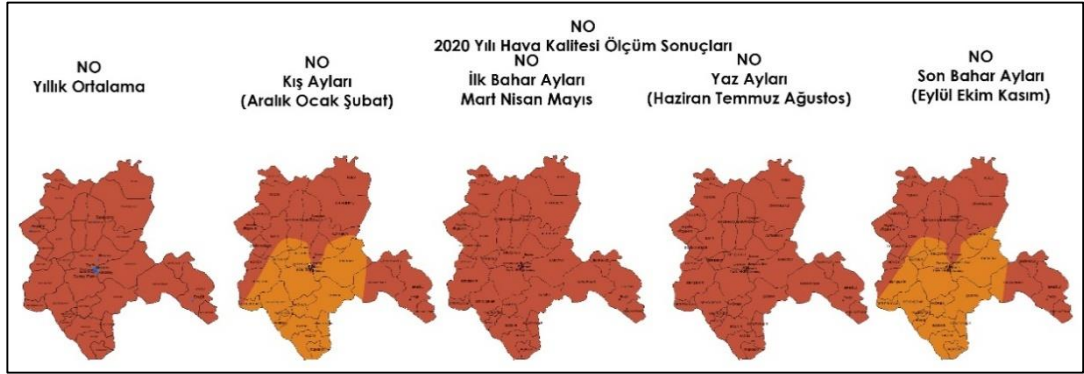
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2020- 31.12.2020 arası yıllık Azotmonoksit (NO) verileri ile Şekil 4.83'de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.83. Konya ili yıllık NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).

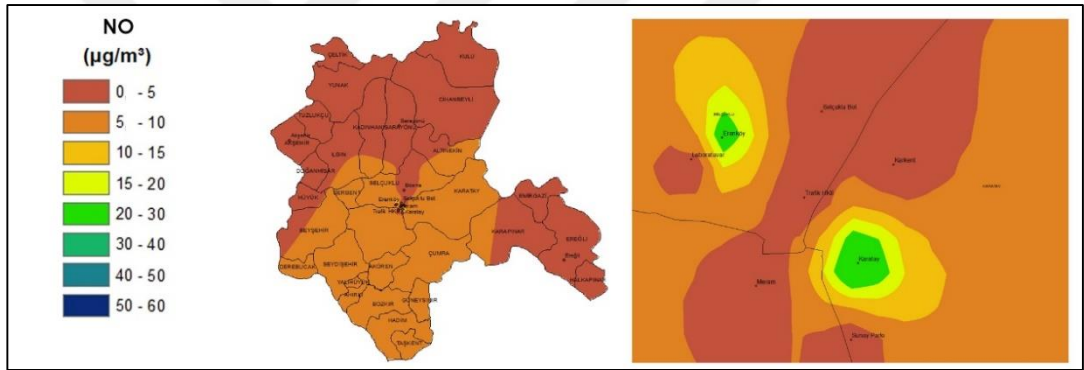
2020 yılında iki istasyonda NO sonuçları olduğu için haritadaki dağılım da bu şekilde olmuştur. Mevsimsel değişim incelendiğinde sonbahar ve kış aylarındaki değişim göze çarpmaktadır.

2020 yılı NO verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.84’de verilmiştir.



Şekil 4.84. Konya ili mevsimsel NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).

NO mekânsal değişimin görülmesi için sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) haritası Şekil 4.85’de verilmiştir.



Şekil 4.85. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).

4.6.2 2021 yılı NO değişimi

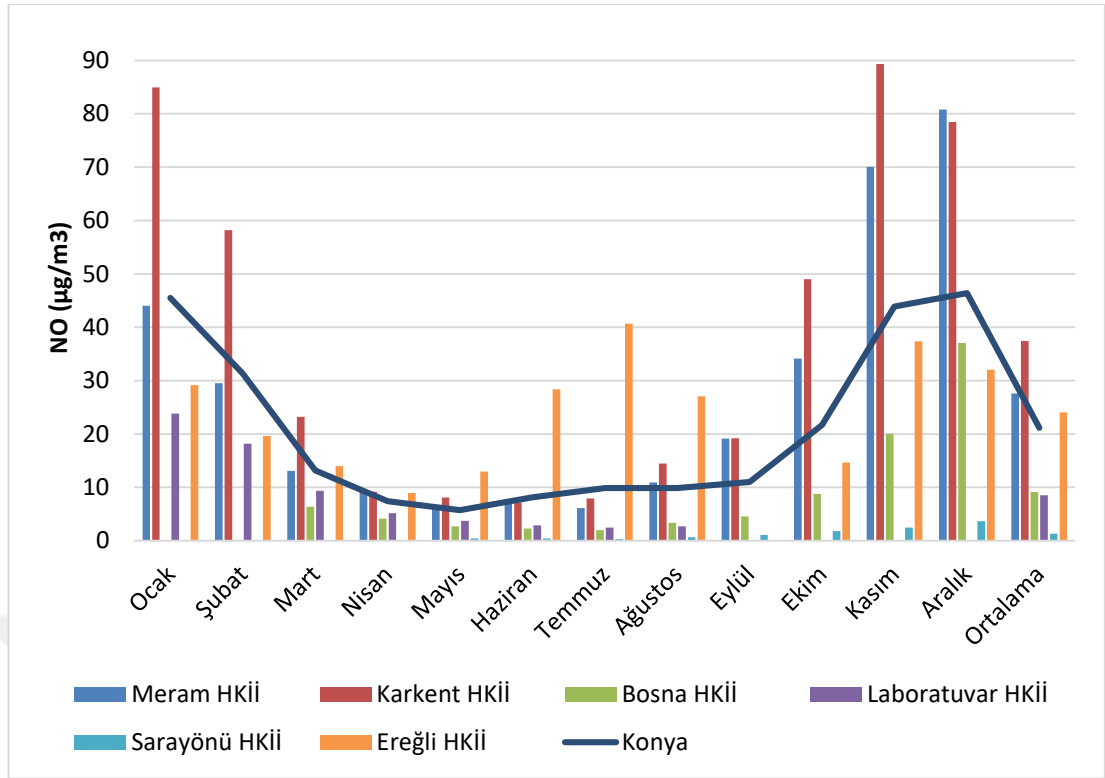
2021 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021-31.12.2021 arası aylık ortalama azotmonoksit (NO) verileri.

NO (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Sarayönü HKİİ	Ereğli HKİİ	Konya
Ocak	44,02	84,95	-	23,84	-	29,14	45,49
şubat	29,5	58,18	-	18,18	-	19,64	31,38
Mart	13,07	23,2	6,34	9,36	-	13,96	13,19
Nisan	9,59	9,18	4,14	5,19	-	8,95	7,41
Mayıs	6,4	8,09	2,69	3,74	0,45	12,95	5,72
Haziran	7,62	7,14	2,27	2,9	0,44	28,36	8,12
Temmuz	6,13	7,91	1,96	2,44	0,3	40,68	9,90
Ağustos	10,9	14,48	3,39	2,7	0,66	27,09	9,87
Eylül	19,12	19,23	4,58	-	1,07	-	11,00
Ekim	34,15	49,01	8,74	-	1,82	14,63	21,67
Kasım	70,09	89,33	20,04	-	2,46	37,4	43,86
Aralık	80,78	78,44	37,07	-	3,67	32,07	46,41
Ortalama	27,61	37,43	9,12	8,54	1,36	24,08	21,17

Yıllık ortalamalarına göre istasyonlar; Karkent 37.43, Meram 27.61, Ereğli 24.08, Bosna 9.12, Laboratuvar 8.54 ve Sarayönü 1,36 şeklinde sıralanmıştır. Genellikle motorlu araçlardan kaynaklanan azotmonoksitler için ölçümlerin yüksekliği araç trafiğinin fazla olduğu yerleri göstermektedir.

Çizelge 4.39’a göre 2021 yılı aylık NO değerlerinin aylık değişimi şekil 4.86’da gösterilmiştir.

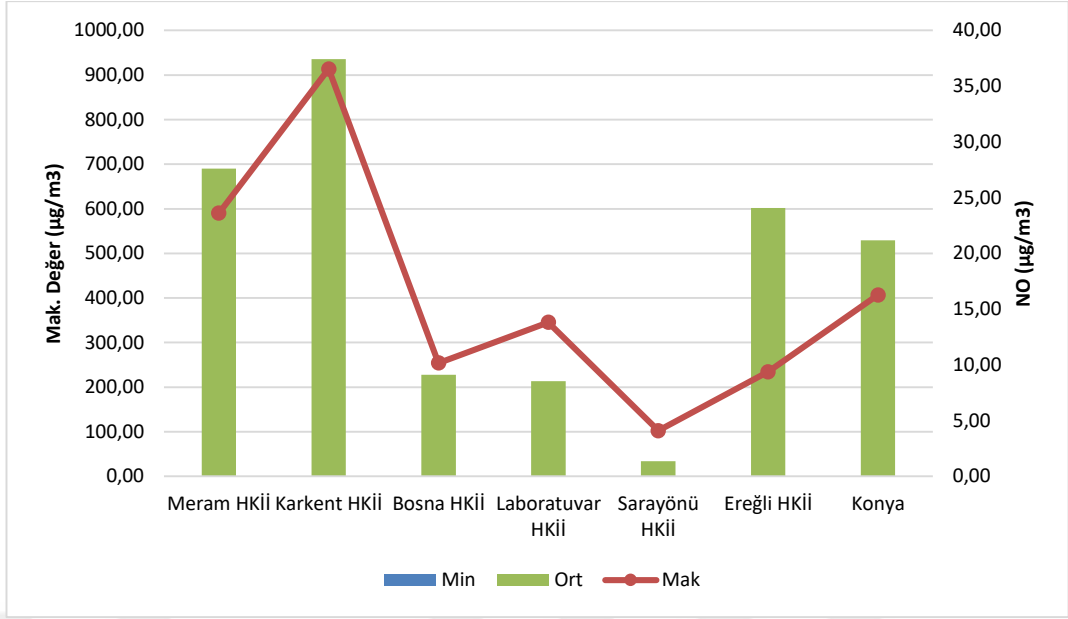


Şekil 4.86. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO değerleri değişimi.

Çizelge 4.40'da 01.01.2021- 31.12.2021 arası Azotmonoksit (NO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.87 oluşturulmuştur.

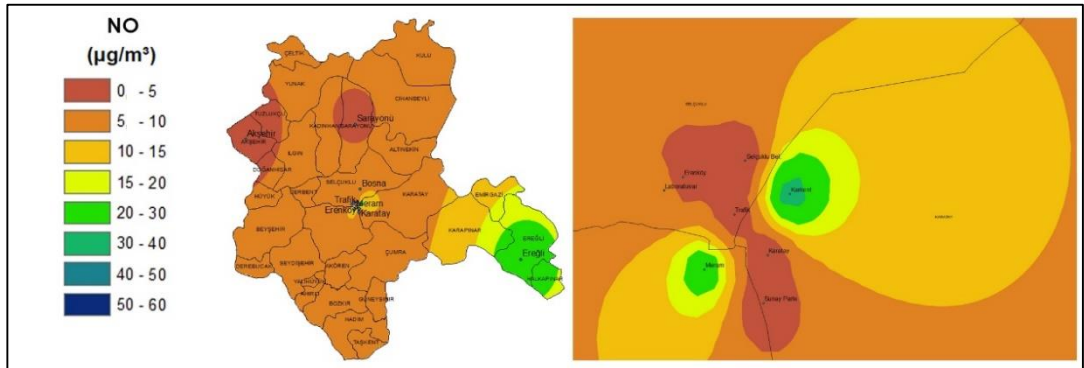
Çizelge 4.40. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası azotmonoksit (NO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO (µg/m³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Sarayönü HKİİ	Ereğli HKİİ	Konya
Min	0,59	0,16	0,21	0,00	0,03	0,54	0,26
Mak	590,03	913,70	254,24	345,19	102,33	234,30	406,63
Ort	27,61	37,43	9,12	8,54	1,36	24,08	21,17



Şekil 4.87. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO maksimum, minimum, ortalama değerleri.

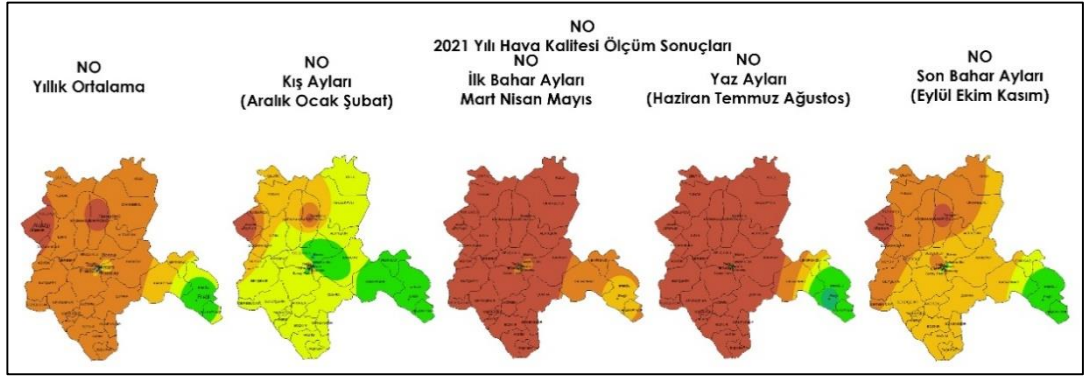
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2021- 31.12.2021 arası yıllık Azotmonoksit (NO) verileri ile Şekil 4.88'de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.88. Konya ili yıllık NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

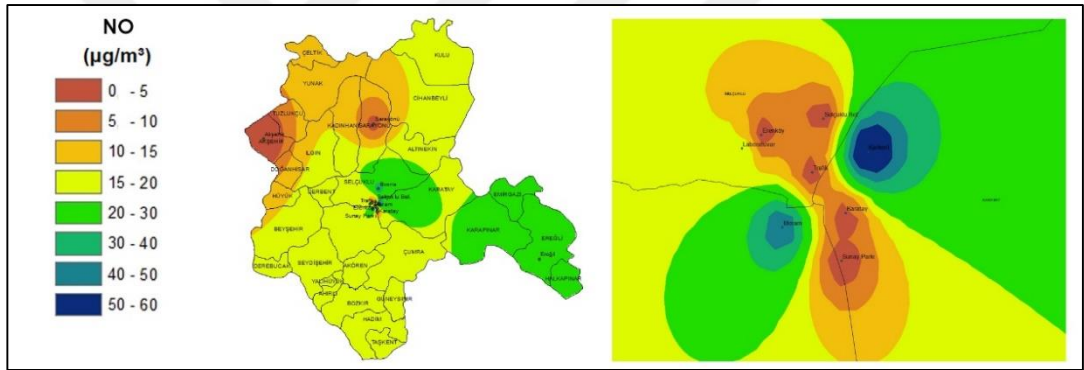
Yıllık ortalamalarına göre istasyonlar; Karkent, Meram, Ereğli istasyonlarındaki yüksek ölçümler haritada dağılımı bu şekilde etkilemiştir. Mevsim haritaları incelendiğinde kış aylarında oluşan harita diğer mevsimlerden farklıdır. Kış aylarında oluşan kirlilik dağılımı da daha geniş yerleri etkilemektedir.

2021 yılı NO verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.89’da verilmiştir.



Şekil 4.89. Konya ili mevsimsel NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

NO mekânsal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.90’da verilmiştir.



Şekil 4.90. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

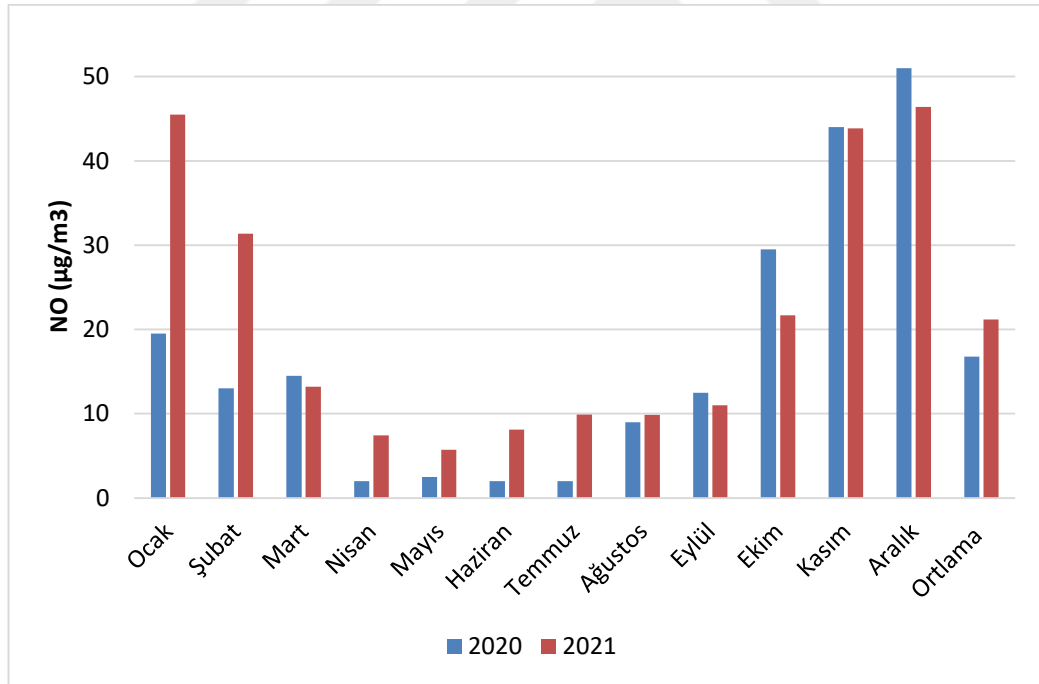
4.6.3 2020-2021 yılları NO değişimi

Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2020-2021 arası yıllık Azotmonoksit (NO) verileri Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO yıllık ortalama değerleri (2020-2021).

NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2020	19,5	13	14,5	2	2,5	2	2	9	12,5	29,5	44	51	16,79
2021	45,49	31,38	13,19	7,41	5,72	8,12	9,9	9,87	11	21,67	43,86	46,41	21,17

2021 yılında ölçülen ortalama yıllık NO miktarı 2020 yılında ölçülen yıllık ortalama değerden daha fazla olmuştur. Şekil 4.91 incelendiğinde 2020 yılı NO aylık ortalamaları mart, Eylül, Ekim, Kasım aylarında 2021 yılı aynı aylara göre yüksek gerçekleşmiştir.

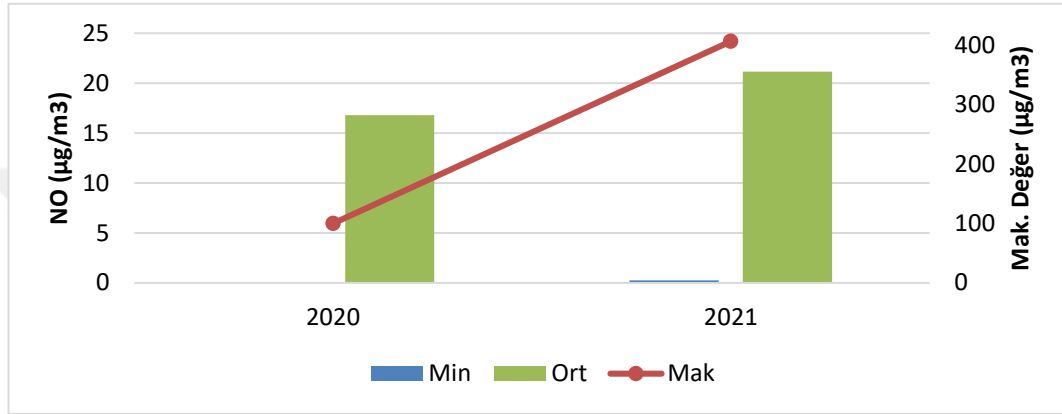


Şekil 4.91. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO değerleri değişimi.

Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 ve 2021 yılları arası Azotmonoksit (NO) maksimum, minimum ortalama değerleri Çizelge 4.42’de verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.92 oluşturulmuştur.

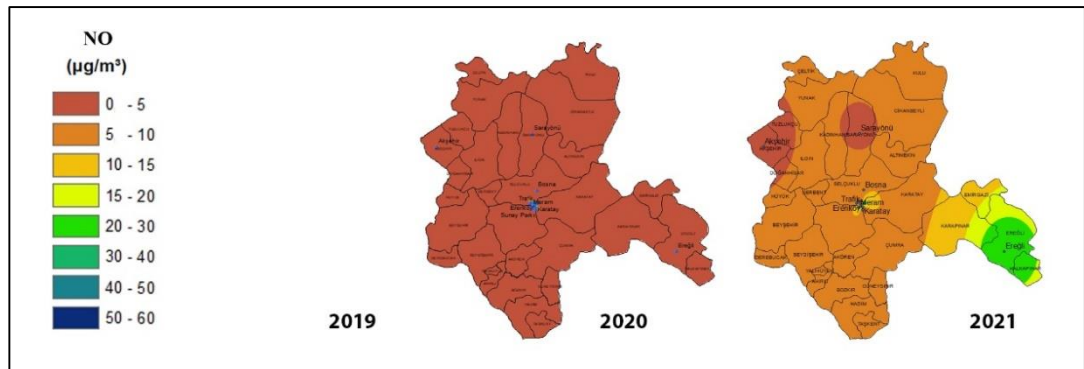
Çizelge 4.42. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020-2021 arası azotmonoksit (NO) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2020	2021
Min	0,01	0,26
Mak	99,94	406,63
Ort	16,79	21,17



Şekil 4.92. 2020 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2020- 2021 arası yıllık Azotmonoksit (NO) verileri ile Şekil 4.93’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.93. Konya ili yıllık NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020- 2021).

2021 yılında 6, 2020 yılında ise 2 istasyonda ölçüm yapılmış olası iki yıl arasındaki farkın haritaya bu şekilde yansımaya neden olmuştur.

4.7 NO₂ (Azotdioksit) Zamansal ve Mekânsal Değişimi

Azotdioksit için yıllık limit değeri HKDYY’de, AB Direktif 2008/50/EC’de ve DSÖ Hava kalitesi kılavuz değerlerine göre 40 µg/m³’tür.

4.7.1 2019 yılı NO₂ değişimi

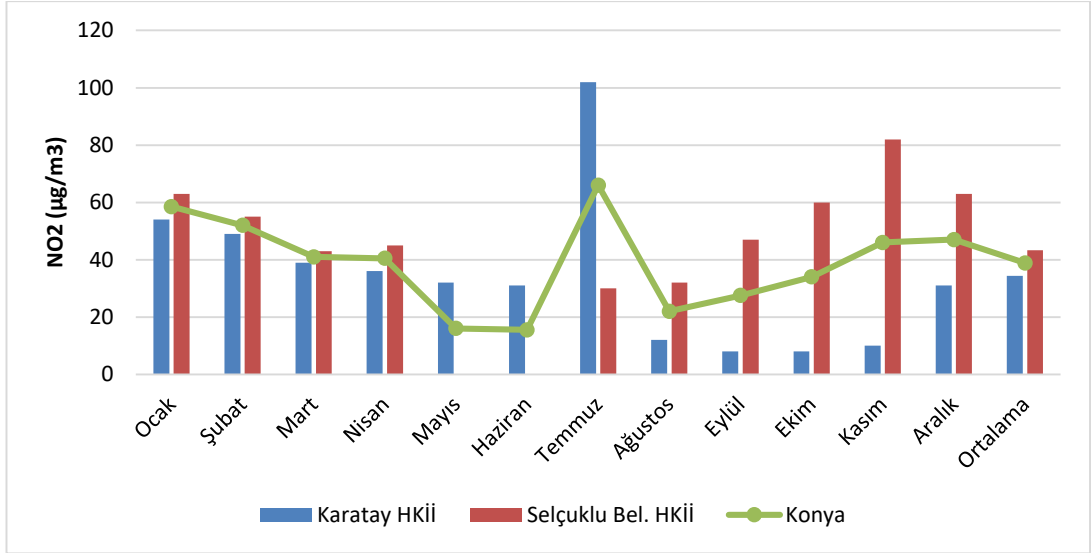
2019 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019- 31.12.2019 arası aylık ortalama azotdioksit (NO₂) verileri.

NO ₂ (µg/m ³)	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ	Konya
Ocak	54	63	58,5
Şubat	49	55	52
Mart	39	43	41
Nisan	36	45	40,5
Mayıs	32	0	16
Haziran	31	0	15,5
Temmuz	102	30	66
Ağustos	12	32	22
Eylül	8	47	27,5
Ekim	8	60	34
Kasım	10	82	46
Aralık	31	63	47
Ortalama	34,33	43,33	38,83

Verilere göre Selçuklu Belediyesi HKİİ’de ölçülen NO₂ 43,33 µg/m³ olduğundan limit değerin üzerindedir. Özellikle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda yüksek ölçümler nüfus yoğunluğundan, ısınmadan ve araç trafiğinin yoğun olduğu bir yerde kurulmuş olan istasyon olduğu içinde trafikten kaynaklandığını göstermektedir.

Çizelge 4.43’e göre 2019 yılı aylık NO₂ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.94’de gösterilmiştir.

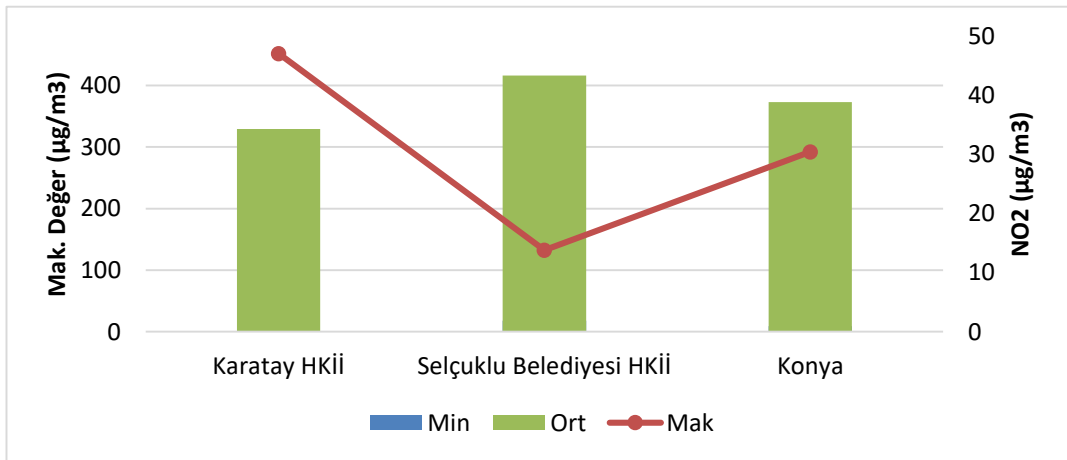


Şekil 4.94. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO₂ değerleri değişimi.

Çizelge 4.44’de 01.01.2019- 31.12.2019 arası Azotdioksit (NO₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.95 oluşturulmuştur.

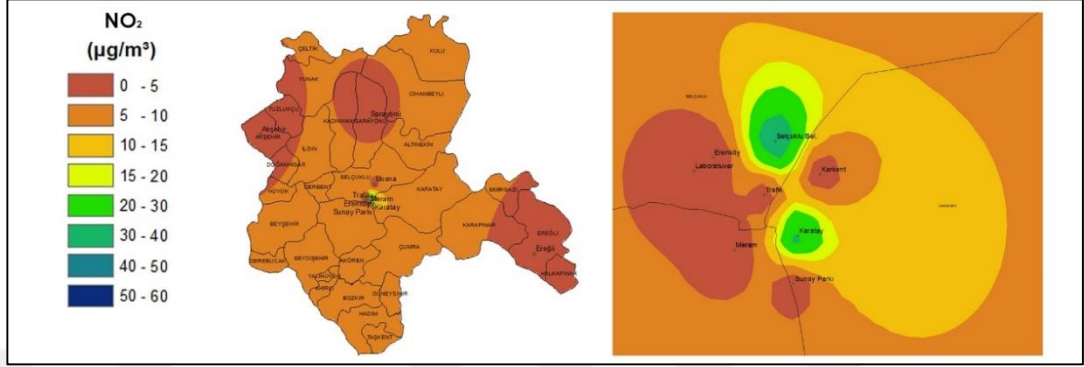
Çizelge 4.44. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2019- 31.12.2019 arası azotdioksit (NO₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO ₂ (µg/m ³)	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ	Konya
Min	0,00	17,80	8,90
Mak	451,82	132,44	292,13
Ort	34,33	43,33	38,83



Şekil 4.95. 2019 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

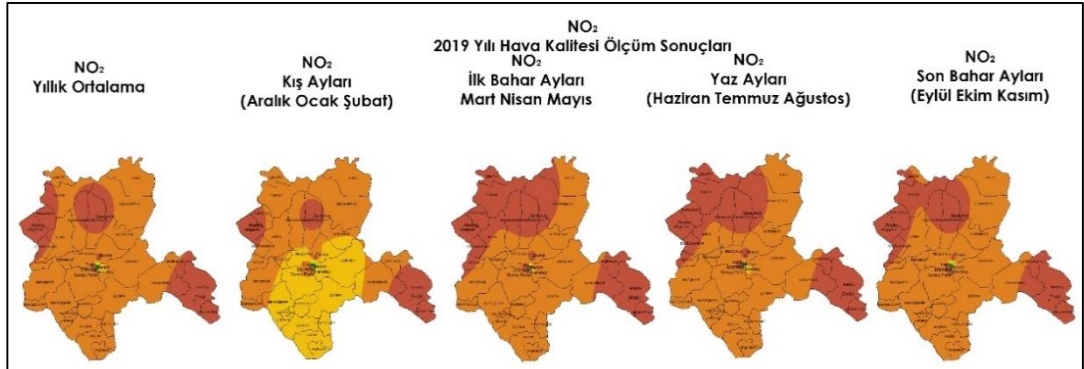
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2019- 31.12.2019 arası yıllık Azotdioksit (NO₂) verileri ile Şekil 4.96’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.96. Konya ili yıllık NO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019).

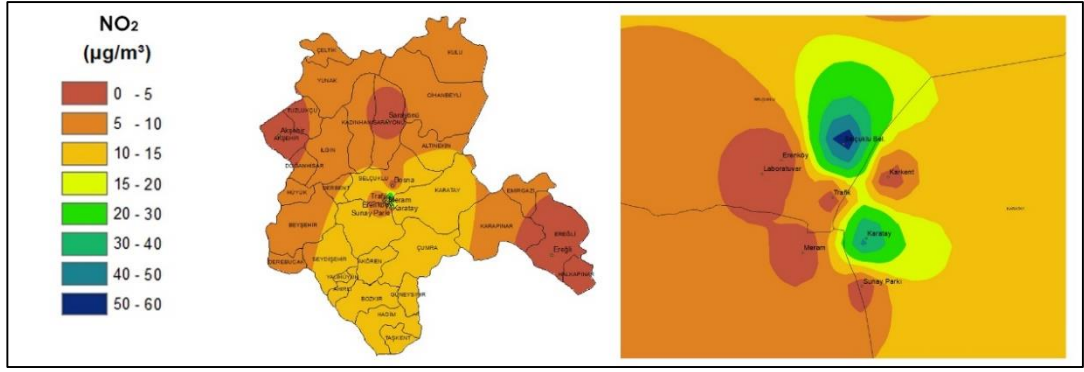
Nüfus yoğunluğunun, ısınma ve araç trafiğinin yoğun olduğu bir yerde kurulmuş olan istasyon olan Selçuklu Belediyesi bölgesi limit değer in üzerinde olduğu ve dağılımı haritada görülmektedir. Mevsim haritaları incelendiğinde kış aylarının dağılım haritası diğer aylardan daha çok NO₂ maruziyetini göstermektedir.

2019 yılı NO₂ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.97’de verilmiştir.



Şekil 4.97. Konya ili mevsimsel NO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019).

NO₂ mekânsal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.98’de verilmiştir.



Şekil 4.98. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) NO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019).

4.7.2 2020 yılı NO₂ değişimi

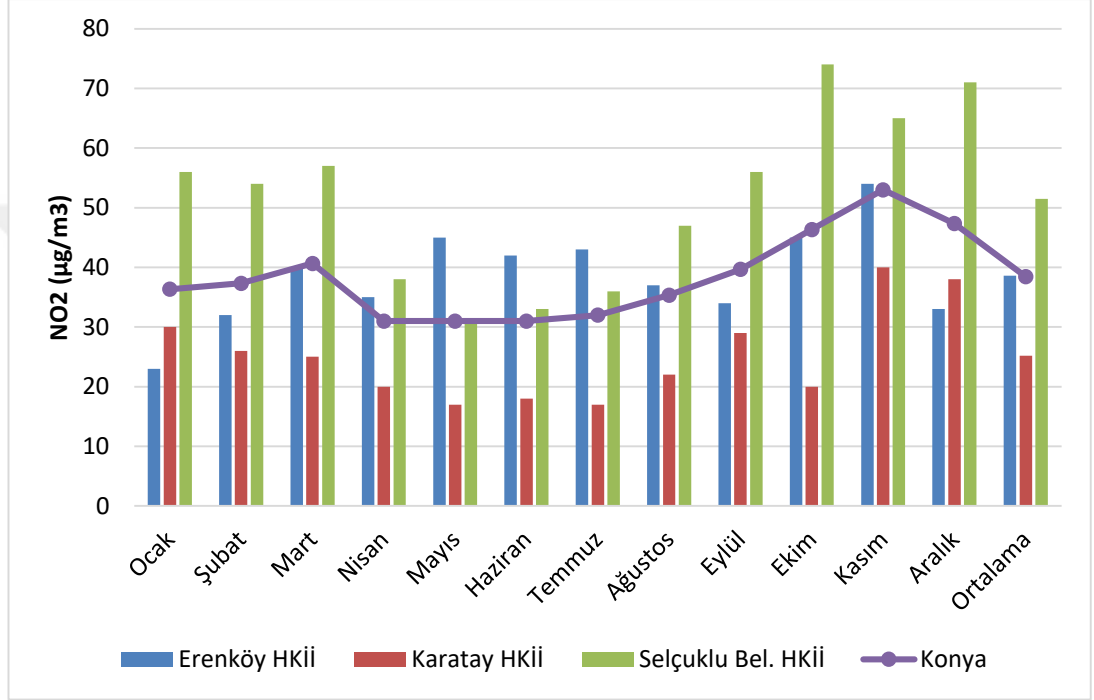
2020 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Çizelge 4.45. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası aylık ortalama azotdioksit (NO₂) verileri.

NO ₂ (µg/m ³)	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ	Konya
Ocak	23	30	56	36,33
Şubat	32	26	54	37,33
Mart	40	25	57	40,67
Nisan	35	20	38	31,00
Mayıs	45	17	31	31,00
Haziran	42	18	33	31,00
Temmuz	43	17	36	32,00
Ağustos	37	22	47	35,33
Eylül	34	29	56	39,67
Ekim	45	20	74	46,33
Kasım	54	40	65	53,00
Aralık	33	38	71	47,33
Ortalama	38,58	25,17	51,50	38,42

Verilere göre Selçuklu Belediyesi HKİİ da ölçülen NO₂ 51,50 µg/m³ olduğundan limit değerin üzerindedir. Özellikle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda yüksek ölçümler ısınmadan, araç trafiğinin yoğun olduğu bir yerde kurulmuş olan istasyon olduğu içinde trafikten kaynaklandığını göstermektedir.

Çizelge 4.45'e göre 2020 yılı aylık NO₂ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.99'da gösterilmiştir.

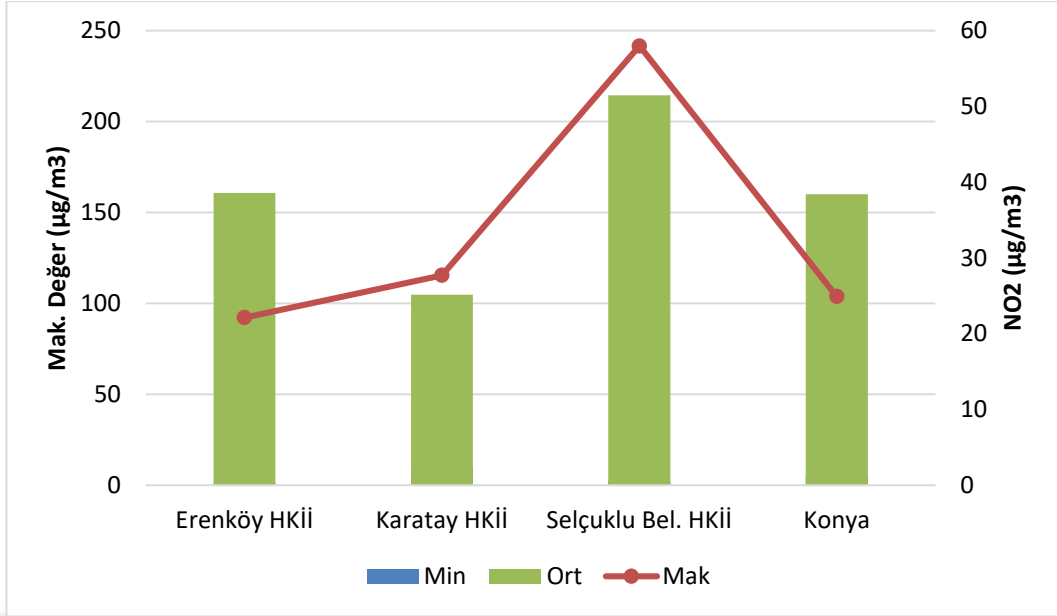


Şekil 4.99. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO₂ değerleri değişimi.

Çizelge 4.46'da 01.01.2020- 31.12.2020 arası Azotdioksit (NO₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.100 oluşturulmuştur.

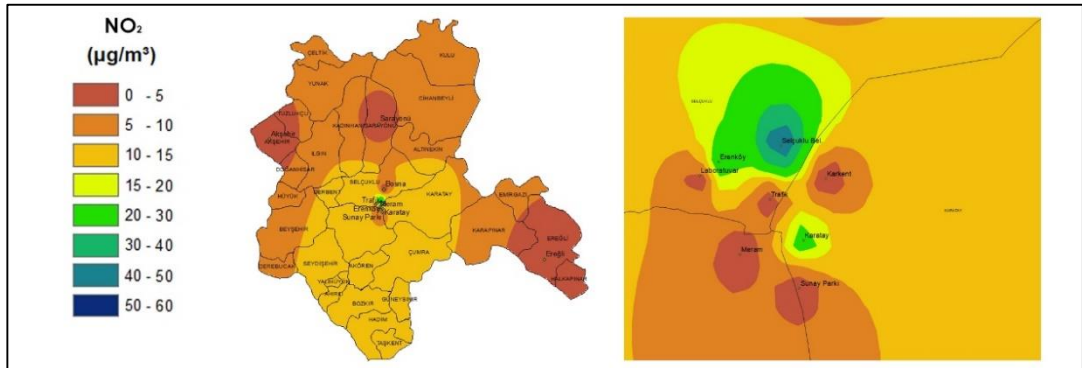
Çizelge 4.46. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası azotdioksit (NO₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO ₂ (µg/m ³)	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ	Konya
Min	1,73	9,43	2,43	5,58
Mak	92,25	115,49	241,7	103,87
Ort	38,58	25,17	51,5	38,42



Şekil 4.100. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

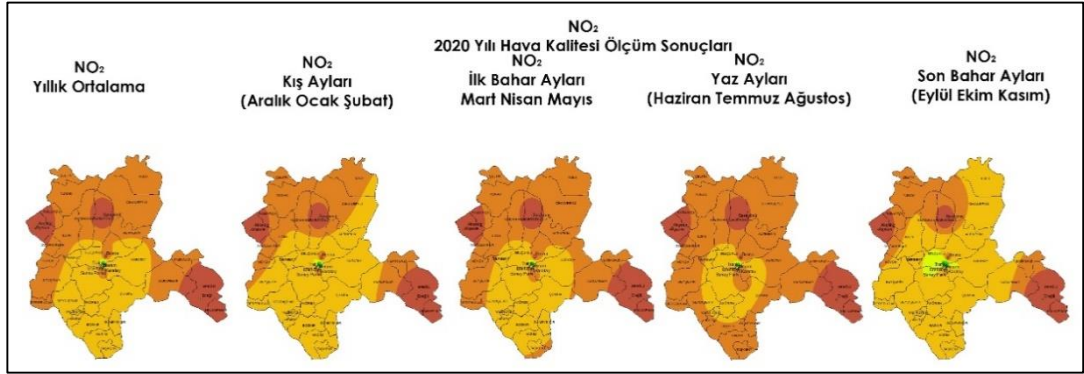
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2020- 31.12.2020 arası yıllık Azotdioksit (NO₂) verileri ile Şekil 4.101’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.101. Konya ili yıllık NO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

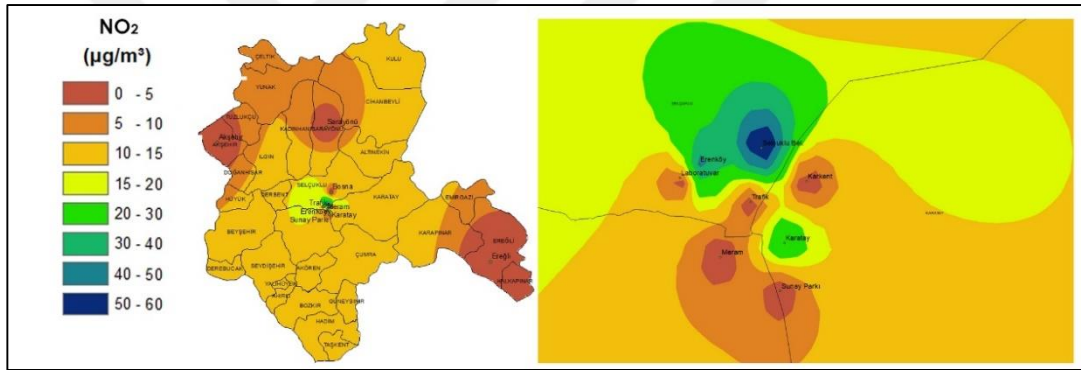
Selçuklu Belediyesi istasyonunun bulunduğu bölgede limit değerin üzerinde olduğu ve dağılımı haritada görülmektedir. Mevsim haritaları incelendiğinde kış aylarının dağılım haritası diğer aylardan daha çok NO₂ maruziyetini göstermektedir.

2020 yılı NO₂ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.102’de verilmiştir.



Şekil 4.102. Konya ili mevsimsel NO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

NO₂ mekânsal değişimin görülmesi için sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) haritası Şekil 4.103’de verilmiştir.



Şekil 4.103. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) NO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

4.7.3 2021 yılı NO₂ değişimi

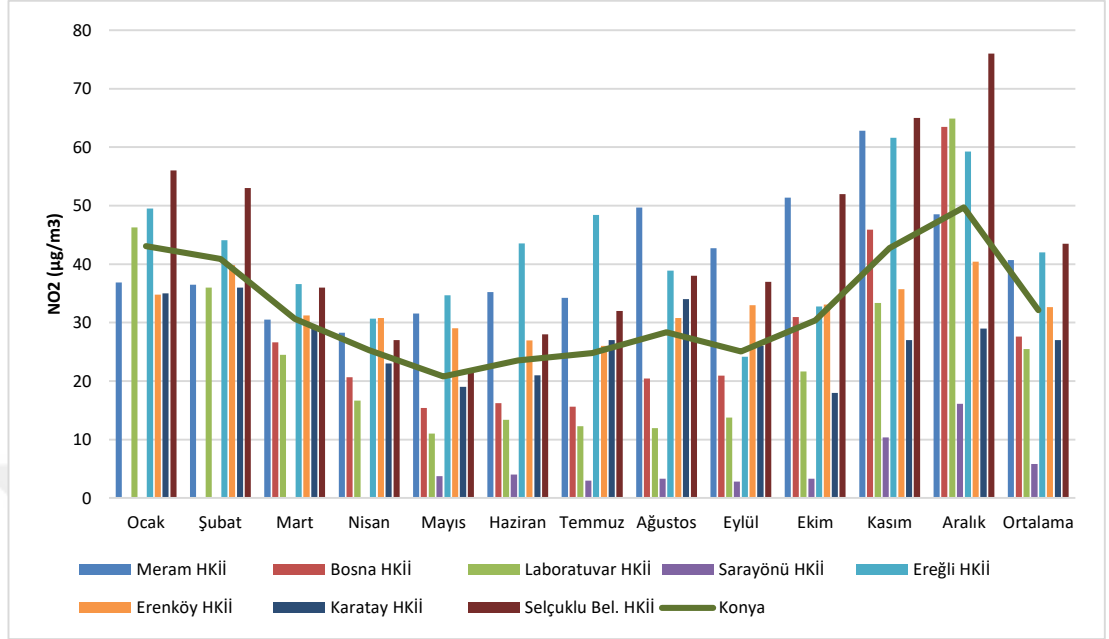
2021 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası aylık ortalama azotdioksit (NO₂) verileri.

NO ₂ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Sarayönü HKİİ	Ereğli HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Selçuklu Belediyesi HKİİ	Konya
Ocak	36,89	-	46,27	-	49,53	34,8	35	56	43,08
Şubat	36,47	-	35,97	-	44,08	39,8	36	53	40,89
Mart	30,54	26,6	24,47	-	36,59	31,24	29	36	30,63
Nisan	28,25	20,64	16,66	-	30,66	30,81	23	27	25,29
Mayıs	31,55	15,38	11,04	3,74	34,65	29,06	19	22	20,80
Haziran	35,23	16,24	13,35	4,04	43,57	26,94	21	28	23,55
Temmuz	34,22	15,6	12,27	2,98	48,41	26,03	27	32	24,81
Ağustos	49,66	20,42	11,93	3,3	38,89	30,76	34	38	28,37
Eylül	42,71	20,92	13,75	2,8	24,17	33	26	37	25,04
Ekim	51,39	30,94	21,62	3,31	32,78	33,09	18	52	30,39
Kasım	62,8	45,92	33,36	10,39	61,62	35,74	27	65	42,73
Aralık	48,53	63,47	64,88	16,11	59,28	40,42	29	76	49,71
Ortalama	40,69	27,61	25,46	5,83	42,02	32,64	27,00	43,50	32,11

Verilere göre Meram, Ereğli ve Selçuklu Belediyesi HKİİ da ölçülen yıllık NO₂ değerleri 40 µg/m³ limit değerinin üzerindedir. Özellikle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda yüksek ölçümler ısınmadan, araç trafiğinin yoğun olduğu bir yerde kurulmuş olan istasyon olduğu içinde trafikten kaynaklandığını göstermektedir.

Çizelge 4.47'ye göre 2021 yılı aylık NO₂ değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.104'de gösterilmiştir.

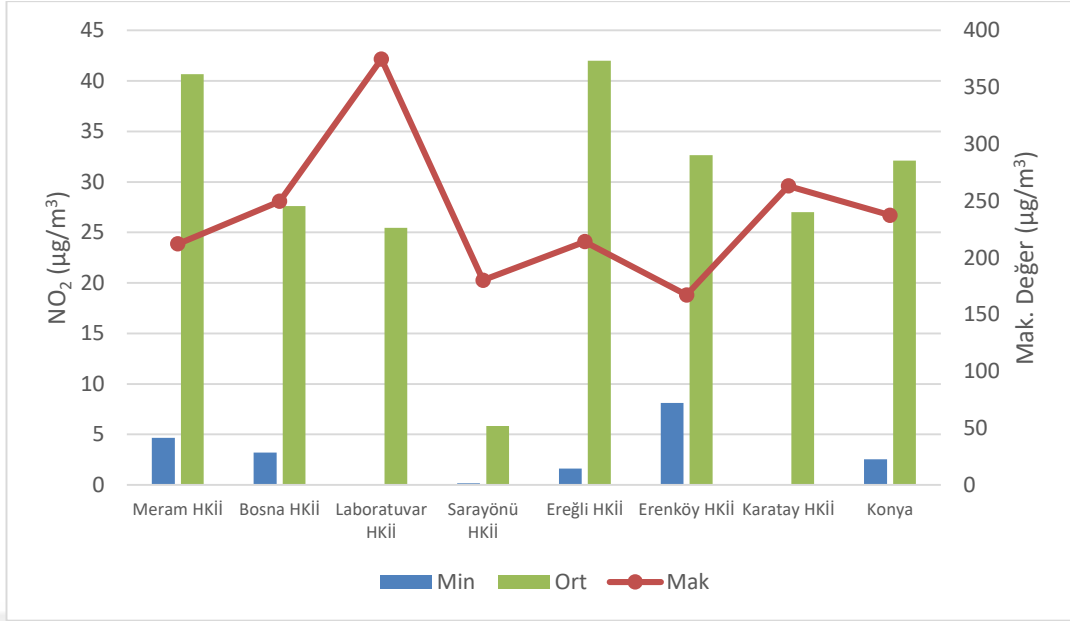


Şekil 4.104. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO₂ değerleri değişimi.

Çizelge 4.48'de 01.01.2021- 31.12.2021 arası Azotdioksit (NO₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.105 oluşturulmuştur.

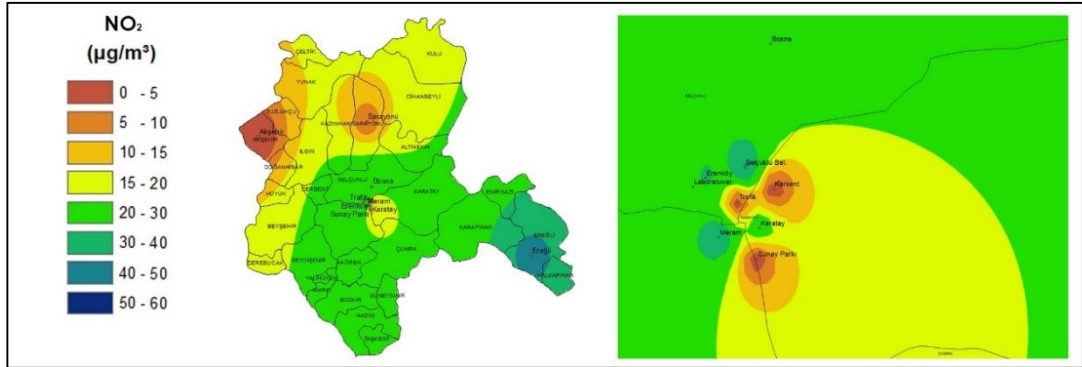
Çizelge 4.48. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası azotdioksit (NO₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO ₂ (µg/m ³)	Meram HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Sarayönü HKİİ	Ereğli HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Min	4,66	3,21	0,00	0,16	1,63	8,11	0,00	2,54
Mak	212,10	249,53	374,90	180,16	214,14	167,24	263,09	237,31
Ort	40,69	27,61	25,46	5,83	42,02	32,64	27,00	32,11



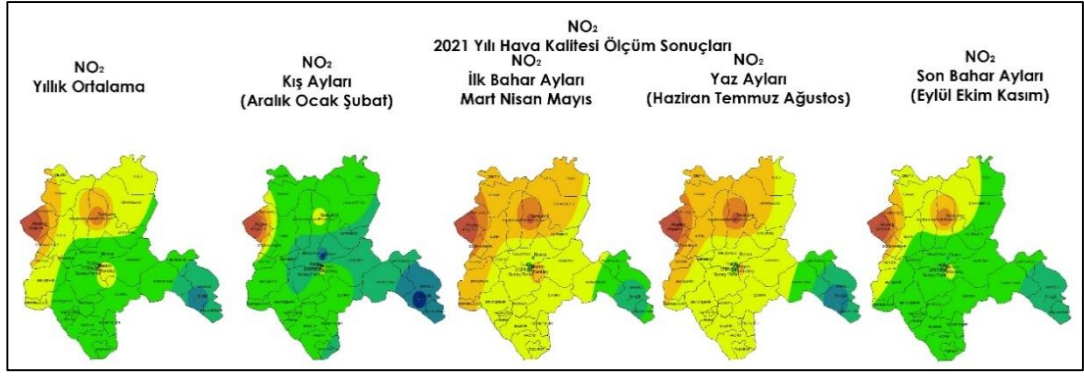
Şekil 4.105. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2021- 31.12.2021 arası yıllık Azotdioksit (NO₂) verileri ile Şekil 4.106'da verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



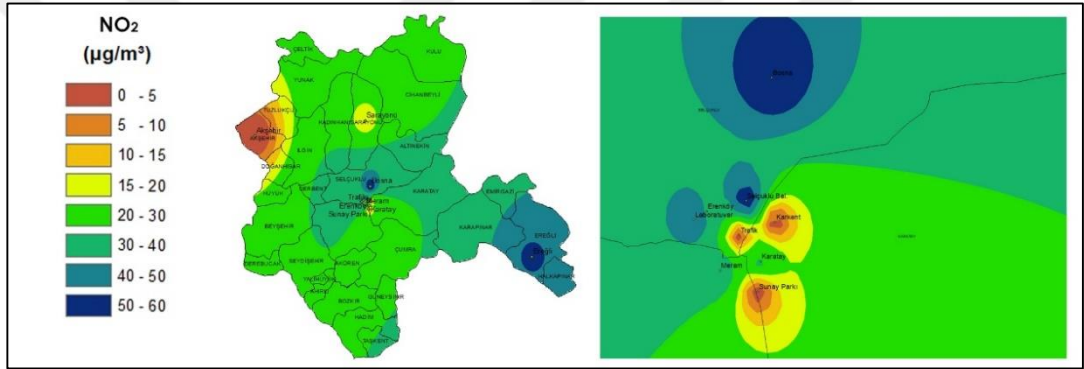
Şekil 4.106. Konya ili yıllık NO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

Meram, Ereğli ve Selçuklu Belediyesi istasyonlarının bulunduğu bölgelerde limit değerin aşıldığı haritada da görülmektedir. Mevsim haritaları incelendiğinde kış aylarının dağılım haritası diğer aylardan daha çok NO₂ maruziyetini göstermektedir. 2021 yılı NO₂ verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.107'de verilmiştir.



Şekil 4.107. Konya ili mevsimsel NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

NO₂ mekânsal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.108’de verilmiştir.



Şekil 4.108. Konya ili kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

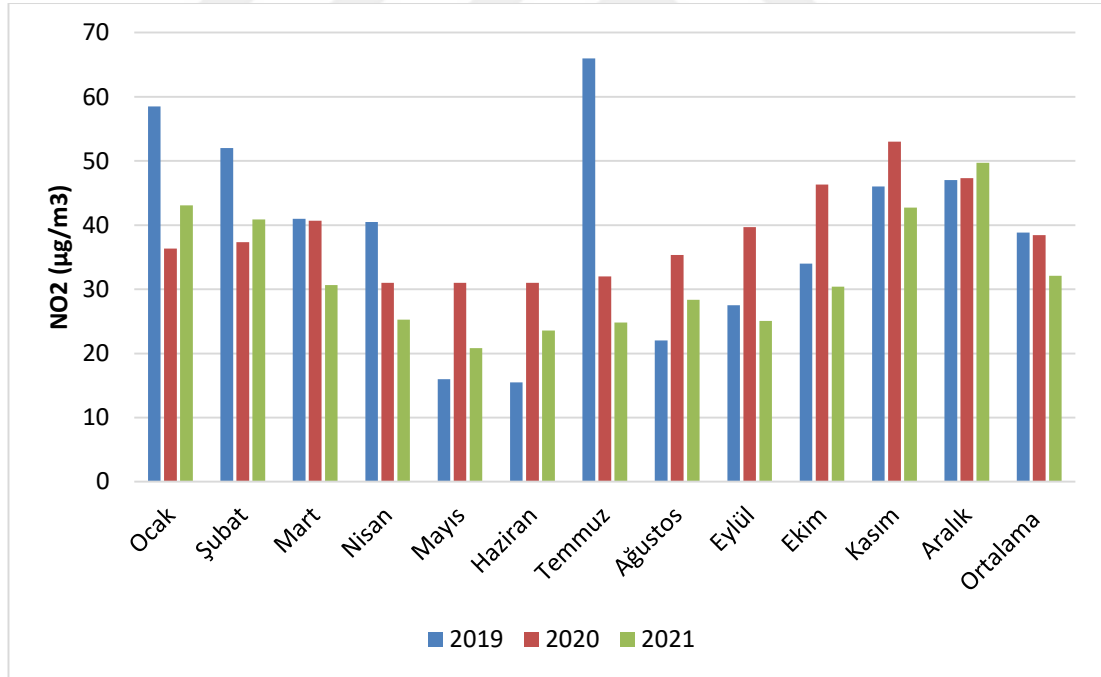
4.7.4 2019-2021 yılları NO₂ üç yıllık değişimi

Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2019- 2021 arası yıllık Azotdioksit (NO₂) verileri Çizelge 4.49’da verilmiştir.

Çizelge 4.49. Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO₂ yıllık ortalama değerleri (2019-2021).

NO ₂ (µg/m ³)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2019	58,5	52	41	40,5	16	15,5	66	22	27,5	34	46	47	38,83
2020	36,33	37,33	40,67	31	31	31	32	35,33	39,67	46,33	53	47,33	38,42
2021	43,08	40,89	30,63	25,29	20,8	23,55	24,81	28,37	25,04	30,39	42,73	49,71	32,11

2019 yılında ölçülen ortalama yıllık NO₂ değerleri 2020 ve 2021 yıllarında ölçülen yıllık ortalama değerden daha fazla olmuştur. En düşük ortalama değer 2021 yılında gerçekleşmiştir. Üç yılda da yıllık ortalama limit değer 40 µg/m³ değerini aşmamıştır.

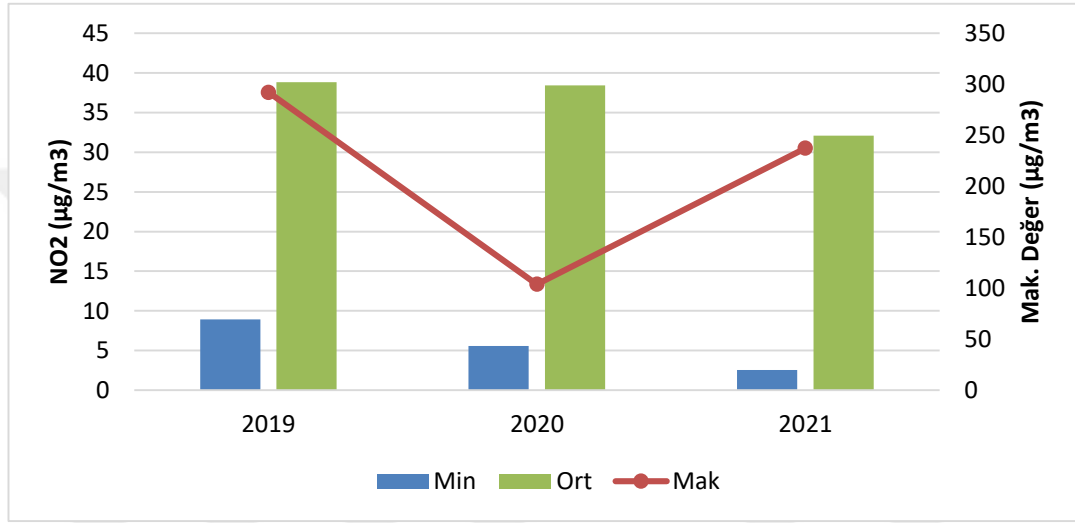


Şekil 4.109. 2019-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO₂ değerleri değişimi.

Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019 ve 2021 yılları arası Azotdioksit (NO₂) maksimum, minimum ortalama değerleri Çizelge 4.50’de verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.110 oluşturulmuştur.

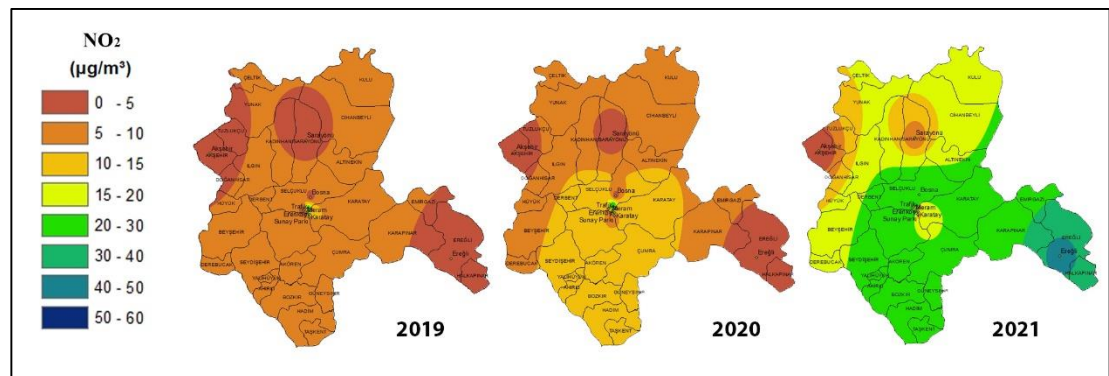
Çizelge 4.50. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2019-2021 arası azotdioksit (NO₂) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO ₂ (µg/m ³)	2019	2020	2021
Min	8,90	5,58	2,54
Mak	292,13	103,87	237,31
Ort	38,83	38,42	32,11



Şekil 4.110. 2019 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO₂ maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2019- 2021 arası yıllık Azotdioksit (NO₂) verileri ile Şekil 4.111’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırmak için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.111. Konya ili yıllık NO₂ (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2019- 2021).

2019 yılı ortalaması diğer yıllardan yüksek olmasına karşı, 2019 ve 2020 yıllarında iki istasyonda ölçüm yapılırken, 2021 yılında 6 ve daha geniş bir bölgede ölçüm yapılmıştır. Yıllar içinde değişimin nedeni bu şekilde açıklanabilir.

4.8 NO_x (Azotoksit) Zamansal ve Mekânsal Değişimi

Azotoksit için yıllık limit değer HKDYY’de, AB Direktif 2008/50/EC’de ve DSÖ Hava kalitesi kılavuz değerlerine göre 30 µg/m³’tür.

4.8.1 2020 yılı NO_x değişimi

2020 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.51’de verilmiştir.

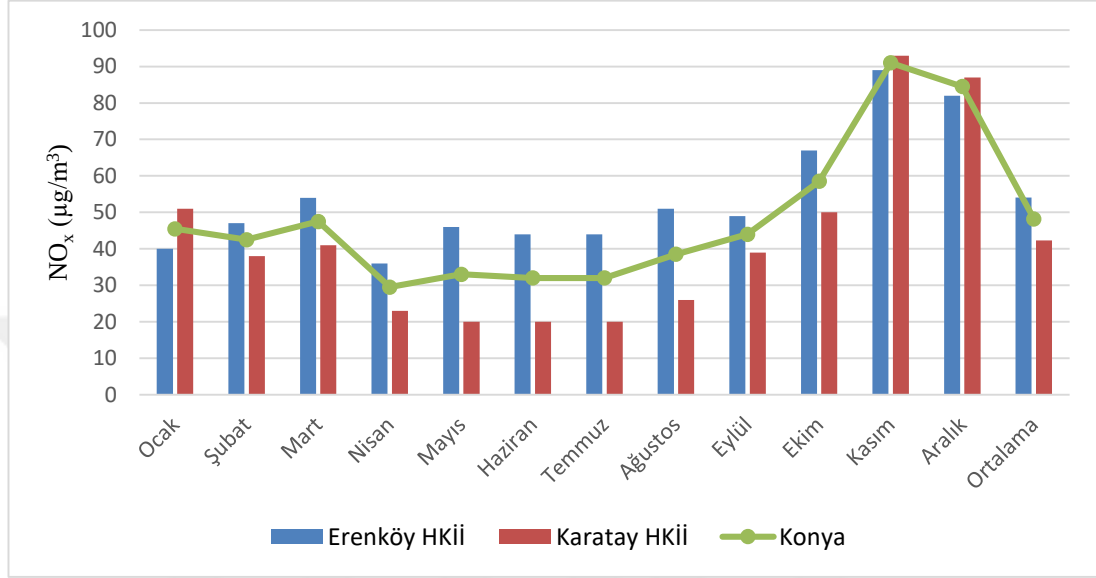
Çizelge 4.51. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası aylık ortalama azotoksit (NO_x) verileri.

NO _x (µg/m ³)	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Ocak	40	51	45,5
Şubat	47	38	42,5
Mart	54	41	47,5
Nisan	36	23	29,5
Mayıs	46	20	33
Haziran	44	20	32
Temmuz	44	20	32
Ağustos	51	26	38,5
Eylül	49	39	44
Ekim	67	50	58,5
Kasım	89	93	91
Aralık	82	87	84,5
Ortalama	54,08	42,33	48,21

Verilere göre Erenköy ve Karatay HKİİ’de ölçülen yıllık NO_x değerleri 30 µg/m³ limit değerinin üzerindedir. Özellikle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda yüksek

ölçümler ısınmadan, araç trafiğinin yoğun olduğu bir yerde kurulmuş olan istasyon olduğu içinde trafikten kaynaklandığını göstermektedir.

Çizelge 4.51'e göre 2020 yılı aylık NO_x değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.112'de gösterilmiştir.

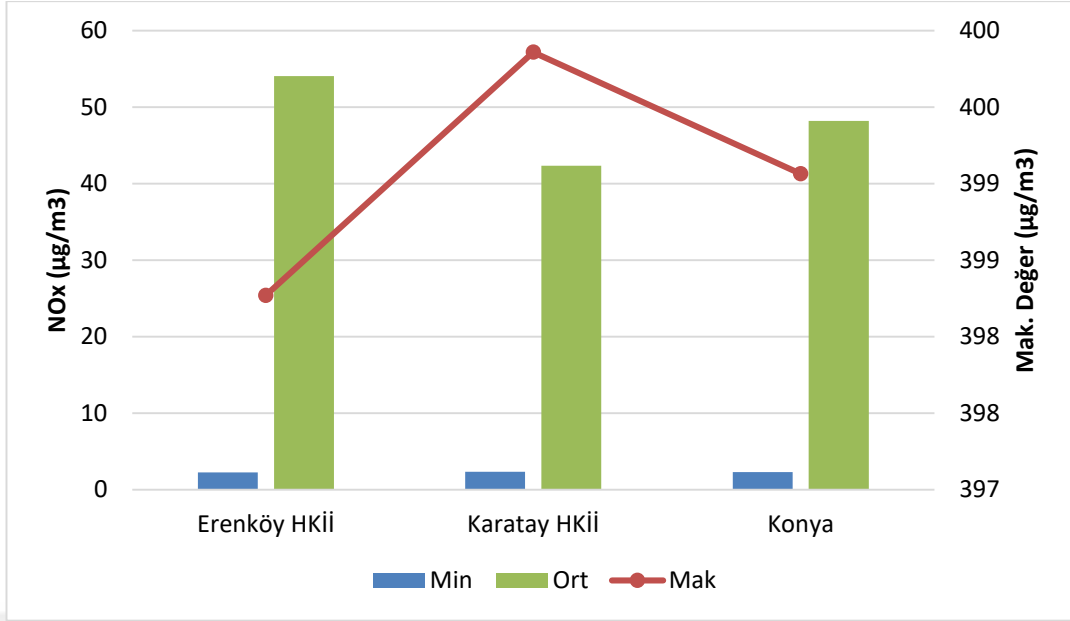


Şekil 4.112. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO_x değerleri değişimi.

Çizelge 4.52'de 01.01.2020- 31.12.2020 arası Azotoksit (NO_x) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.113 oluşturulmuştur.

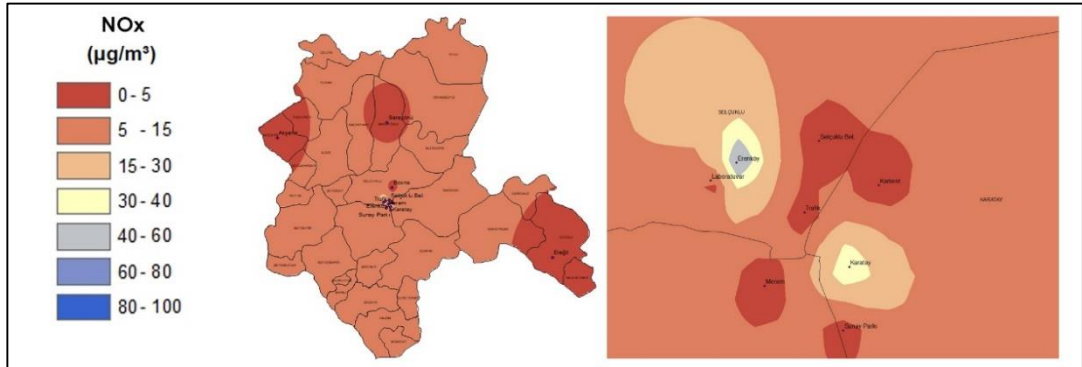
Çizelge 4.52. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2020- 31.12.2020 arası azotoksit (NO_x) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO _x (µg/m³)	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Min	2,25	2,33	2,29
Mak	398,27	399,86	399,07
Ort	54,08	42,33	48,21



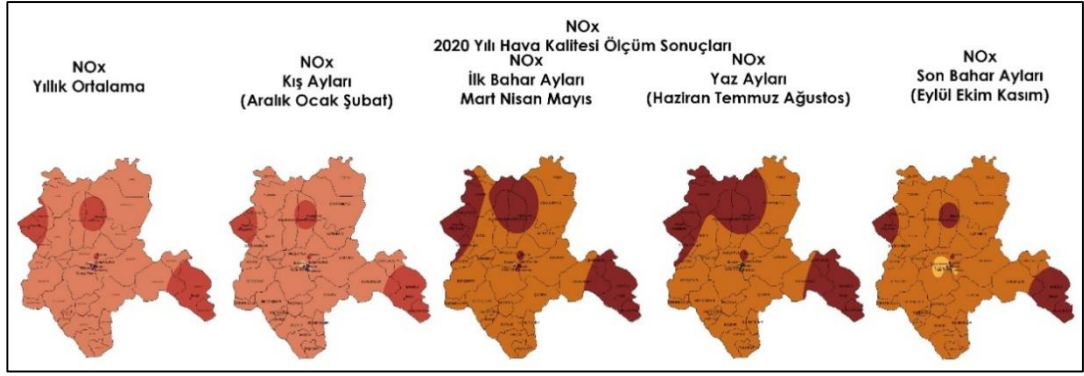
Şekil 4.113. 2020 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO_x maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2020- 31.12.2020 arası yıllık Azotoksit (NO_x) verileri ile Şekil 4.114'de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



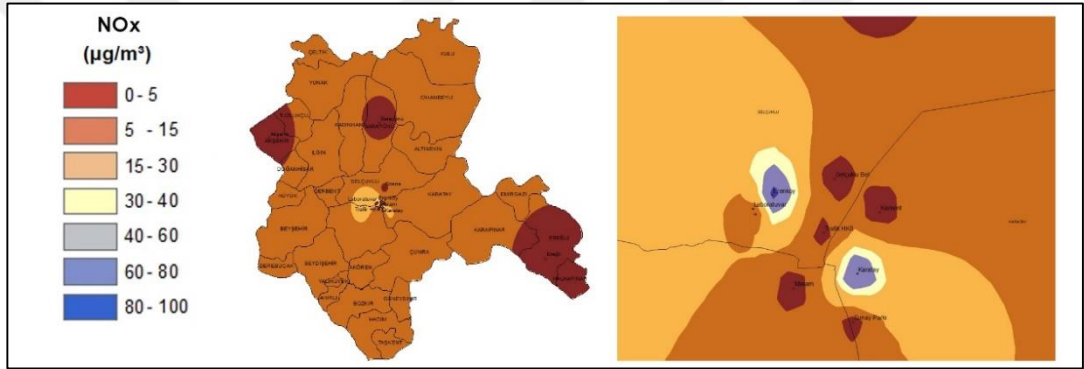
Şekil 4.114. Konya ili yıllık NO_x (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020).

Erenköy ve Karatay istasyonlarındaki yıllık ortalamanın limit değerinin üstünde gerçekleştiği ve haritadaki dağılımı görülmektedir. Sadece iki istasyonda ölçüm yapılmış olması ve o istasyonlarında şehir merkezinde olması benzer haritaların oluşmasına neden olmuştur. 2020 yılı NO_x verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.115'de verilmiştir.



Şekil 4.115. Konya ili mevsimsel NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).

NO_x mekânsal değişimin görülmesi için sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) haritası Şekil 4.116’da verilmiştir.



Şekil 4.116. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2020).

4.8.2 2021 yılı NO_x değişimi

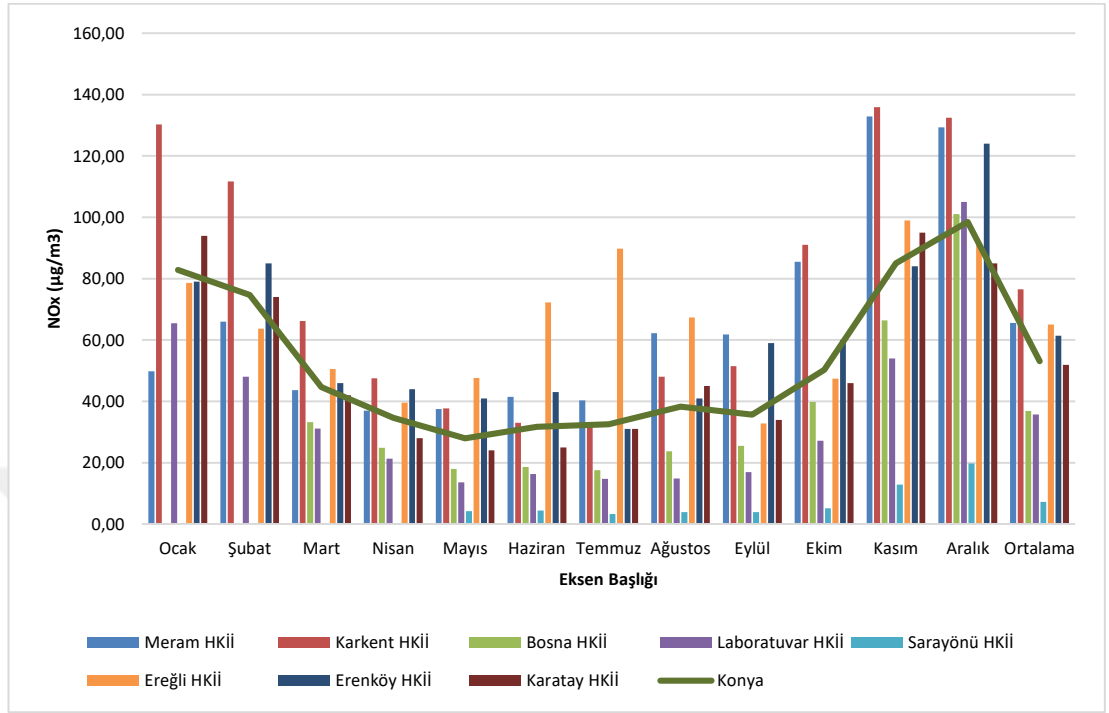
2021 yılında Hava kalitesi izleme istasyonlarından yapılan ölçümler Çizelge 4.53’de verilmiştir.

Çizelge 4.53. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası aylık ortalama azotoksit (NO_x) verileri.

NO _x (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Sarayönü HKİİ	Ereğli HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Ocak	49,83	130,27	-	65,48	-	78,67	79,00	94,00	82,88
şubat	65,97	111,73	-	48,03	-	63,72	85,00	74,00	74,74
Mart	43,62	66,21	33,21	31,18	-	50,54	46,00	42,00	44,68
Nisan	36,99	47,57	24,84	21,31	-	39,61	44,00	28,00	34,62
Mayıs	37,51	37,70	18,01	13,63	4,20	47,59	41,00	24,00	27,96
Haziran	41,45	32,97	18,63	16,28	4,47	72,30	43,00	25,00	31,76
Temmuz	40,35	32,79	17,59	14,72	3,29	89,75	31,00	31,00	32,56
Ağustos	62,22	48,05	23,77	14,82	3,96	67,33	41,00	45,00	38,27
Eylül	61,84	51,46	25,52	16,92	3,88	32,83	59,00	34,00	35,68
Ekim	85,55	91,04	39,78	27,14	5,13	47,41	60,00	46,00	50,26
Kasım	132,89	135,94	66,41	53,98	12,88	99,02	84,00	95,00	85,02
Aralık	129,32	132,46	101,05	105,04	19,80	91,35	124,00	85,00	98,50
Ortalama	65,63	76,52	36,88	35,71	7,20	65,01	61,42	51,92	53,08

Verilere göre arka plan hava kirliliğini ölçmek için kurulan Sarayönü HKİİ dışında tüm istasyonlarda ölçülen yıllık NO_x değerleri 30 µg/m³ limit değerin üzerindedir. Özellikle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda yüksek ölçümler ısınmadan, araç trafiğinin yoğun olduğu bir yerde kurulmuş olan istasyon olduğu içinde trafikten kaynaklandığını göstermektedir.

Çizelge 4.53'e göre 2021 yılı aylık NO_x değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.117'de gösterilmiştir.

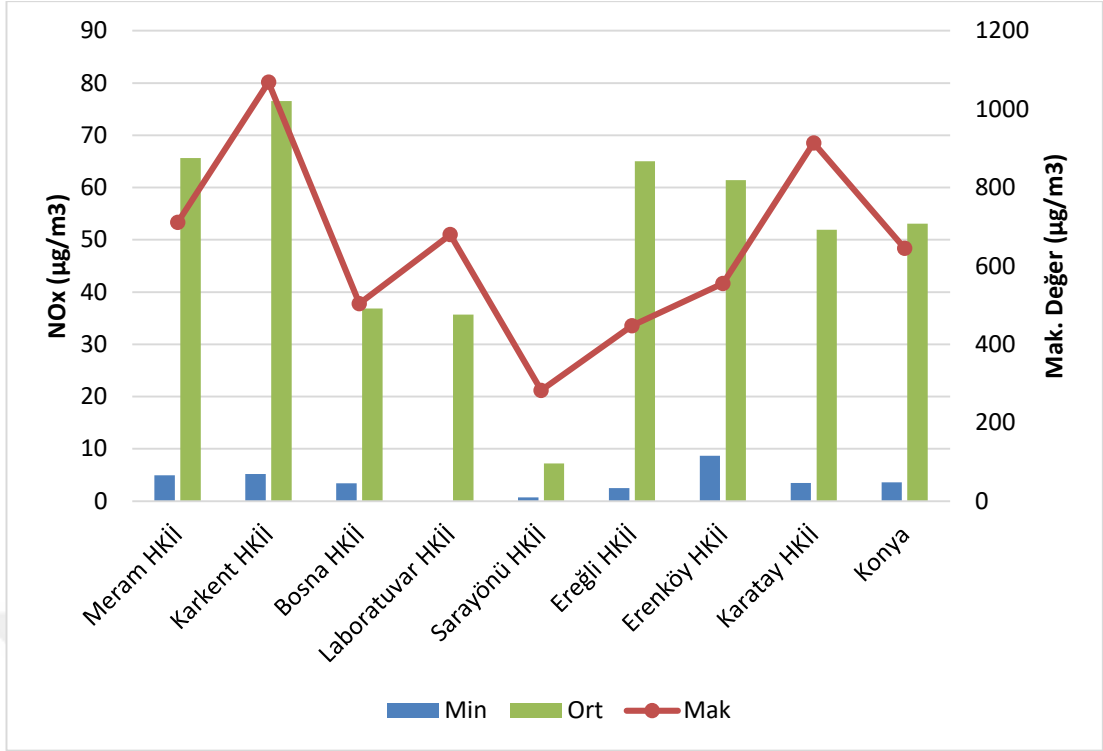


Şekil 4.117. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO_x değerleri değişimi.

Çizelge 4.54'de 01.01.2021- 31.12.2021 arası Azotoksit (NO_x) maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.118 oluşturulmuştur.

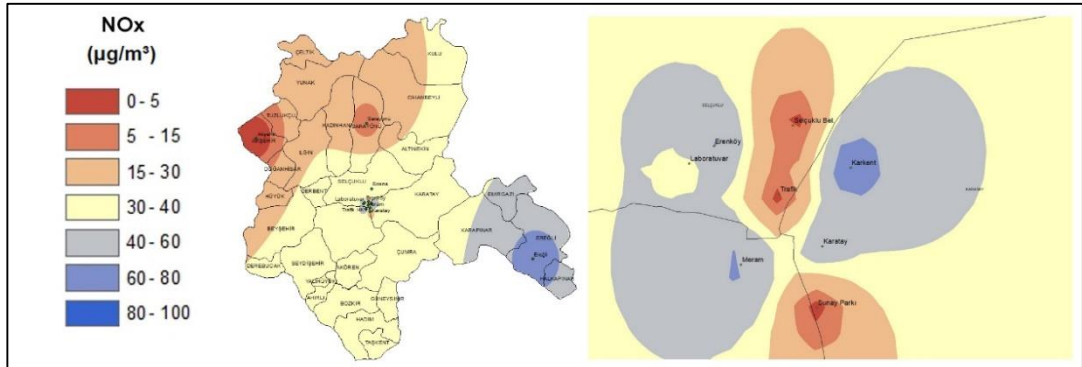
Çizelge 4.54. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.01.2021- 31.12.2021 arası azotoksit (NO_x) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO _x (µg/m ³)	Meram HKİİ	Karkent HKİİ	Bosna HKİİ	Laboratuvar HKİİ	Sarayönü HKİİ	Ereğli HKİİ	Erenköy HKİİ	Karatay HKİİ	Konya
Min	4,92	5,19	3,42	0,00	0,70	2,48	8,69	3,49	3,61
Mak	710,76	1068,56	503,77	679,79	282,49	447,48	555,46	913,86	645,27
Ort	65,63	76,52	36,88	35,71	7,20	65,01	61,42	51,92	53,08



Şekil 4.118. 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO_x maksimum, minimum, ortalama değerleri.

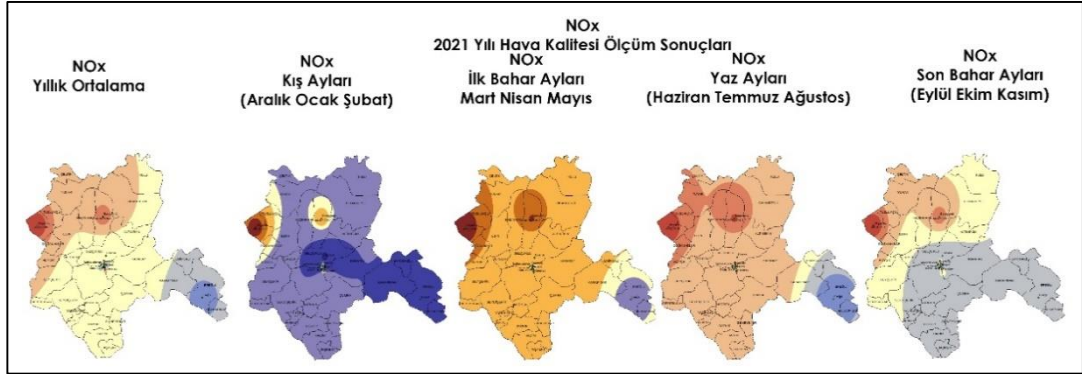
ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 01.01.2021- 31.12.2021 arası yıllık Azotoksit (NO_x) verileri ile Şekil 4.119'da verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.119. Konya ili yıllık NO_x (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2021).

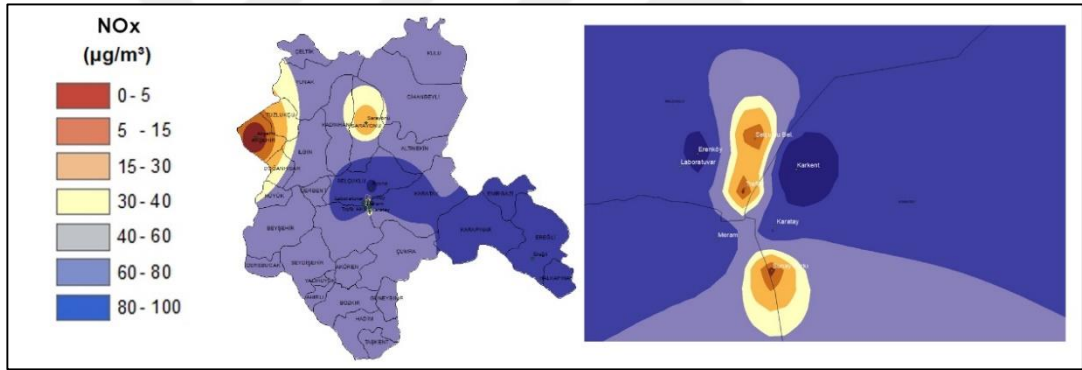
8 istasyonda ölçüm yapılmış olması, bu istasyonlarının çoğunun da limit değer üzerinde ortalamalara sahip olması bu yıllık ortalama haritasının oluşmasına neden olmuştur. Mevsim haritaları incelendiğinde kış aylarında yükseklik görülmektedir. Kış aylarının haritasında NO_x' in neden olduğu kirlilik dağılımı daha fazla haritaya

yansımıştır. 2021 yılı NO_x verilerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 4.120’de verilmiştir.



Şekil 4.120. Konya ili mevsimsel NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

NO_x mekânsal değişimin görülmesi için kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) haritası Şekil 4.121’de verilmiştir.



Şekil 4.121. Konya ili sonbahar aylarının (Eylül, Ekim, Kasım) NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerinin mekânsal değişimi (2021).

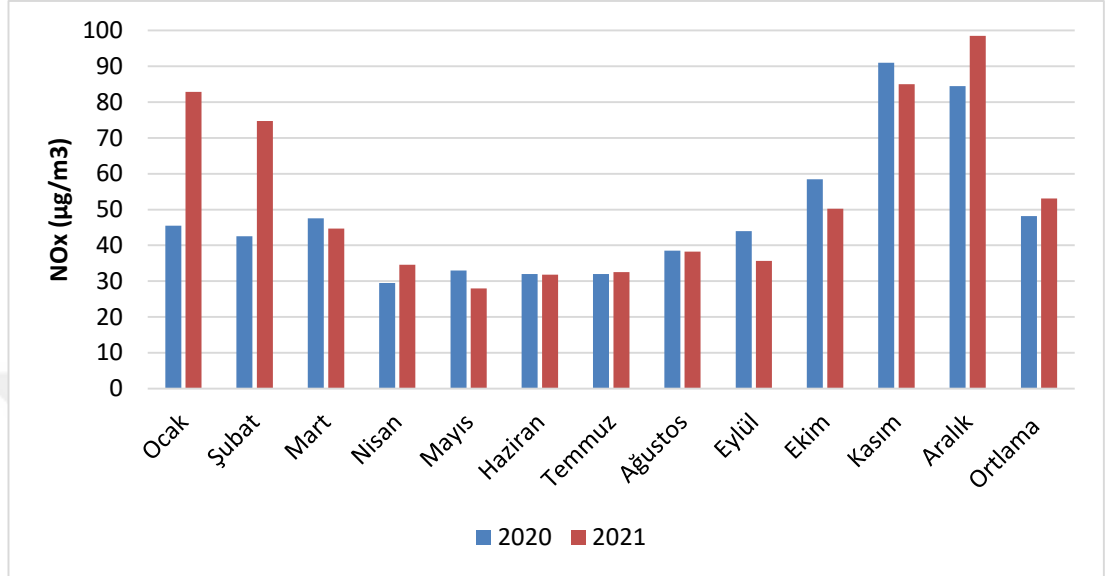
4.8.3 2020-2021 yılları NO_x değişimi

Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2020- 2021 arası yıllık Azotoksit (NO_x) verileri Çizelge 4.55’de verilmiştir.

Çizelge 4.55. Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO_x yıllık ortalama değerleri (2020-2021).

NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2020	45,5	42,5	47,5	29,5	33	32	32	38,5	44	58,5	91	84,5	48,21
2021	82,88	74,74	44,68	34,62	27,96	31,76	32,56	38,27	35,68	50,26	85,02	98,5	53,08

2021 yılında ölçülen ortalama yıllık NO_x miktarı 2020 yılında ölçülen yıllık ortalama değerden daha fazla olmuştur. 2020 ve 2021 yılları için Konya yıllık ortalama NO_x değerleri $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ limit değerinin üzerindedir.

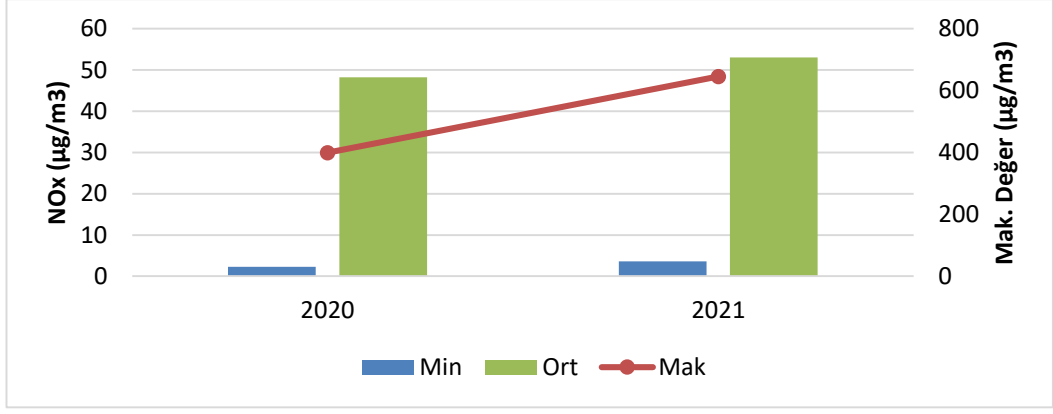


Şekil 4.122. 2020-2021 yılları Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO_x değerleri değişimi.

Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 ve 2021 yılları arası Azotoksit (NO_x) maksimum, minimum ve ortalama değerleri Çizelge 4.56’da verilmiştir. Verilere göre Şekil 4.123 oluşturulmuştur.

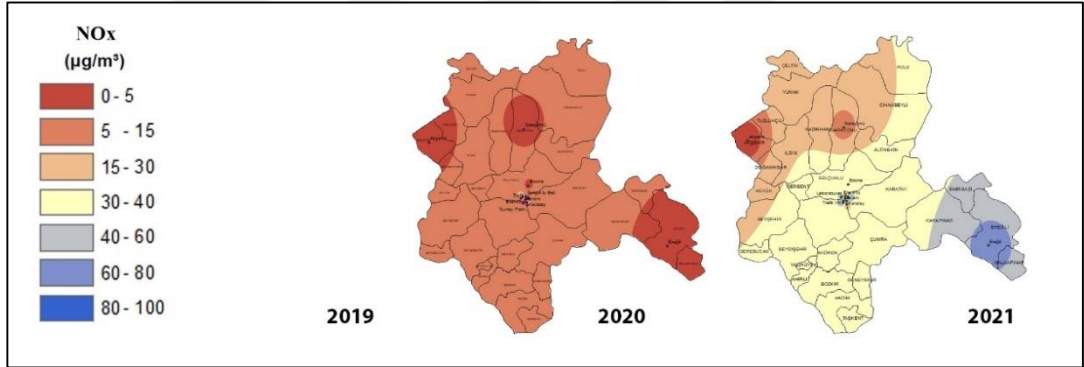
Çizelge 4.56. Konya hava kalitesi izleme istasyonlarının 2020 - 2021 arası azotoksit (NO_x) maksimum, minimum ve ortalama değerleri.

NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2020	2021
Min	2,29	3,61
Mak.	399,07	645,27
Ort	48,21	53,08



Şekil 4.123. 2019 ve 2021 yılı Konya hava kalitesi izleme istasyonları NO_x maksimum, minimum, ortalama değerleri.

ArcGIS 10.7 programı kullanılarak Konya Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından ölçülen 2020- 2021 arası yıllık Azotoksit (NO_x) verileri ile Şekil 4.124’de verilen harita elde edilmiştir. Diğer yıllarda ve aylardaki değişimi karşılaştırabilmek için lejant aynı değer aralıklarında oluşturulmuştur.



Şekil 4.124. Konya ili yıllık NO_x (µg/m³) değerinin mekânsal değişimi (2020- 2021).

2021 yılında 8 istasyon verisinin olması, 2 istasyon verisi olan 2020 yılından daha değişim bir harita oluşmasına neden olmuştur.

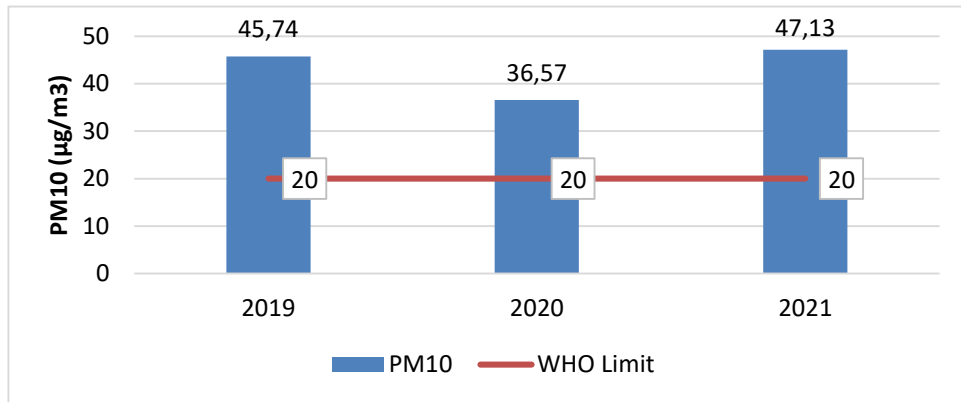
4.9 Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkilerinin AirQ+ ile Belirlenmesi

Bu araştırmanın temel amacı, partikül maddelerin (PM₁₀) kaynaklı hava kirliliğinin Konya'daki etkisini AirQ+ aracılığıyla detaylı bir şekilde araştırmaktır. Bu amaçla, Konya iline ait 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ilişkin nüfus ve 30 yaş üstü ölüm verileri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan temin edilmiştir. Hava kalitesi ölçüm istasyonlarından elde edilen PM₁₀ değerleri ise 01.01.2019 ile 31.12.2021 tarihleri arasında kapsayacak şekilde T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın resmi internet sitesinden sağlanmıştır. Bu veriler Çizelge 4.57'de verilmiştir ve PM₁₀'un yıllara göre değişimi, Şekil 4.125'de görsel olarak incelenmiştir.

Bu veri setleri, PM₁₀'un hava kirliliği düzeylerindeki zaman içindeki değişimlerini ve bu değişimlerin Konya'daki nüfus sağlığı üzerindeki olası etkilerini analiz etmek için kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarının, hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkilerini anlamak ve gelecekteki politika yapım süreçlerine rehberlik etmek için önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çizelge 4.57. Konya, nüfus, ölüm sayısı, 100000 de ölüm sayısı ve PM₁₀ verileri.

Yıllar	Nüfus	Ölüm sayısı (30 yaş üstü)	100000 de ölüm sayısı	PM ₁₀
2019	2232374	11243	494,1	45,74
2020	2250020	14596	648,7	36,57
2021	2277017	15548	682,8	47,13



Şekil 4.125. PM₁₀ yıllara göre değişimi ve DSÖ limit değeri.

AirQ+ yazılımının PM₁₀ için önerdiği rölatif risk değeri (1,04 (1,03–1,06) kullanılmıştır. Konya’ nın alanı 41001 km² olarak girilmiştir. PM₁₀ sınır değeri olarak Dünya Sağlık Örgütünün belirlediği yıllık limit değer olan 20 µg/m³ sınır değer kabul edilmiştir. Programın verilerle çalıştırılması sonucu aşağıdaki sonuçlar elde edilmiş ve değişim şekillerle gösterilmiştir.

Çizelge 4.58. Konya İli 2019 yılı AirQ+ sağlık etki değerlendirmesi.

2019	Ortalama	Min.	Mak
Tahmini Atfedilebilir Oran (%)	9.6	7.33	13.93
Tahmini Atfedilebilir Vaka Sayısı	1080	824	1566
Risk altındaki 100.000 nüfusa düşen tahmini atfedilebilir vaka sayısı	48	37	70

2019 yılı verileri ile AirQ+ programı çalıştırıldığında; 2019 yılında gerçekleşen ölümlerin %9,6’sı havadaki PM₁₀ kirleticisine maruziyetle neden olarak kabul edilebilir veya ilişkilendirilebilir olarak görülmektedir. Diğer bir ifadeyle 2019 yılında gerçekleşen ölümlerden 1080 vaka PM₁₀’a bağlanabilir. Bu da 100000 nüfusta 47 kişi olarak belirtilebilir.

Çizelge 4.59. Konya ili 2020 yılı AirQ+ sağlık etki değerlendirmesi.

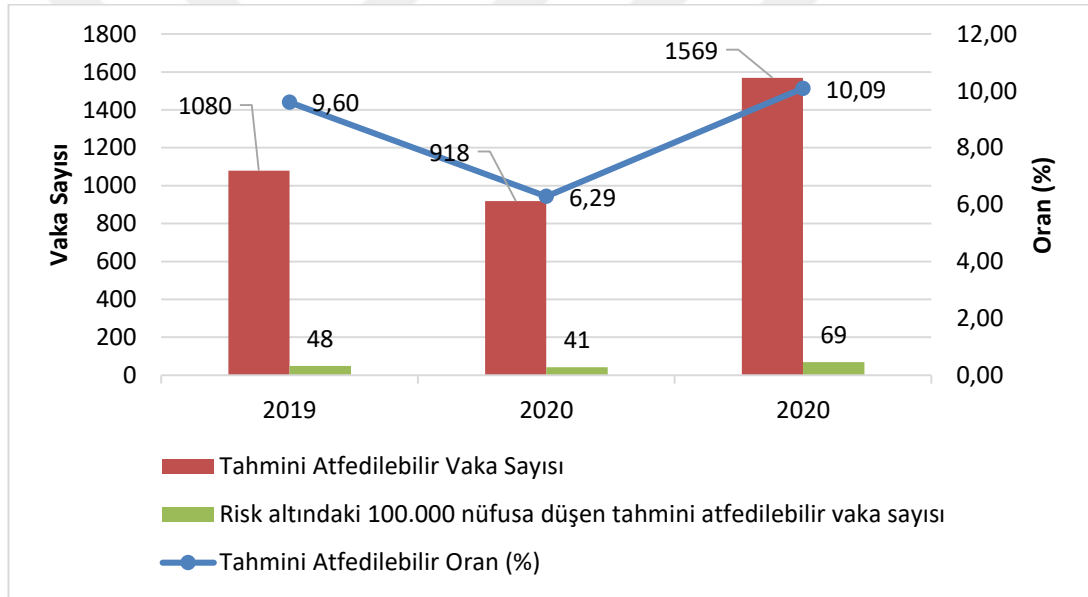
2020	Ortalama	Min.	Mak.
Tahmini Atfedilebilir Oran (%)	6.29	4.78	9.2
Tahmini Atfedilebilir Vaka Sayısı	918	698	1343
Risk altındaki 100.000 nüfusa düşen tahmini atfedilebilir vaka sayısı	41	31	60

2020 yılı verileri ile AirQ+ programı çalıştırıldığında; 2020 yılında gerçekleşen ölümlerin %6,29’u havadaki PM₁₀ kirleticisine maruziyetle neden olarak kabul edilebilir veya ilişkilendirilebilir olarak görülmektedir. Diğer bir ifadeyle 2020 yılında gerçekleşen ölümlerden 918 vaka PM₁₀’a bağlanabilir. Bu da 100000 nüfusta 41 kişi olarak belirtilebilir.

Çizelge 4.60. Konya ili 2021 yılı AirQ+ sağlık etki değerlendirmesi.

2021	Ortalama	Min.	Mak
Tahmini Atfedilebilir Oran (%)	10.09	7.71	14.62
Tahmini Atfedilebilir Vaka Sayısı	1569	1198	2273
Risk altındaki 100.000 nüfusa düşen tahmini atfedilebilir vaka sayısı	69	53	100

2021 yılı verileri ile AirQ+ programı çalıştırıldığında; 2021 yılında gerçekleşen ölümlerin %10,09'u havadaki PM₁₀ kirleticisine maruziyetle neden olarak kabul edilebilir veya ilişkilendirilebilir olarak görülmektedir. Diğer bir ifadeyle 2021 yılında gerçekleşen ölümlerden 1569 vaka PM₁₀'a bağlanabilir. Bu da 100000 nüfusta 53 kişi olarak belirtilebilir.



Şekil 4.126. PM₁₀ AirQ+ tahmini atfedilebilir oran ve vaka sayısı, risk altındaki 100.000 nüfusa düşen tahmini atfedilebilir vaka sayısı.

Sonuç olarak hava kirliliği maruziyeti nedeniyle sağlık sonuçlarını ölçmek için Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) AirQ+ modeli ile yapılan değerlendirmede PM₁₀ değerleri 2019-2021 yılları arasında dünya sağlık örgütü sınır değerlerinin üzerinde gerçekleşmiştir. PM₁₀ değerleri arttıkça ölümler üzerine etkisi de artmıştır. Bu nedenle, hava kirliliğini kontrol altına almak için stratejiler ve önlemler tasarlayıp uygulayarak hem sağlık etkilerini hem de ekonomik kayıpları azaltılabileceği, politika yapıcılar ve uzmanların hava kirliliğini azaltmaya odaklanmaları gerekmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Konya İlindeki Ocak 2019- Aralık 2021 tarihleri arasında hava kirliliği ölçüm istasyonlarında kaydedilen haka kirletici parametrelerinin zamansal, makansal olarak değişimi incelendiğinde,

2021 yılı PM_{10} ortalaması AB ve HKDYY limit değerlerine göre üstünde gerçekleşmiştir. 2019 ve 2020 yılı her iki limit değer için altında kalsa da her üç yıl için dünya sağlık örgütünün belirlediği limit değerinin üstündedir. PM_{10} kirliliği için ana kaynak ısınma ve sanayi işletmeleridir. Ayrıca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 2023 yılında yayınladıkları; "Türkiye ve Çevresi Aerosol (Toz Taşınımı) Analizleri 2003-2022" raporunda ve Oğuz ve Pekin (2016) yaptıkları çalışmada Konya'nın toz taşımından en çok etkilenen illerden biri olduğu, bu nedenle PM_{10} konsantrasyonunun artmasında Afrika ve Orta Doğu kaynaklı çöl tozları da etkili olmaktadır.

2020 ve 2021 yılında ölçülen değerlere göre yıllık $PM_{2.5}$ ortalaması AB ve DSÖ limit değerlerine göre üstünde gerçekleşmiştir. Özellikle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda limit değer üzerinde değerler gerçekleşmiştir. Bu da $PM_{2.5}$ için ısınma kaynaklı kirliliği göstermektedir.

2019, 2020 ve 2021 yıllarında yıllık SO_2 ortalaması limit değerlerine altında gerçekleşmiştir. 2020 yılı 2019 ve 2021 yıllarına göre ortalama değer olarak en düşük olanıdır. En yüksek ortalama 2021 yılında ölçülmüştür. 2021 yılının Aralık ayı limit değer olan $20 \mu g/m^3$ 'e gelmiştir.

Üç yıllık ortalama CO miktarı yüksekten düşüğe doğru 2021, 2020 ve 2019 yıllarında gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama sonuçlarının hava sıcaklığının düştüğü aylarda daha fazla gerçekleşmiştir.

2021 yılında ölçülen ortalama yıllık O_3 miktarı 2020 yılında ölçülen yıllık ortalama değerden daha fazla olmuştur. Ölçüm sonuçlarının hava sıcaklığının yükseldiği aylarda daha fazla olduğunu göstermektedir.

2021 yılında ölçülen ortalama yıllık NO miktarı 2020 yılında ölçülen yıllık ortalama değerden daha fazla olmuştur.

2019 yılında ölçülen ortalama yıllık NO₂ değerleri 2020 ve 2021 yıllarında ölçülen yıllık ortalama değerden daha fazla olmuştur. En düşük ortalama değer 2021 yılında gerçekleşmiştir. Üç yılda da yıllık ortalama limit değer 40 µg/m³ değerini aşmamıştır.

2021 yılında ölçülen ortalama yıllık NO_x miktarı 2020 yılında ölçülen yıllık ortalama değerden daha fazla olmuştur. 2020 ve 2021 yılları için Konya yıllık ortalama NO_x değerleri 30 µg/m³ limit değerinin üzerindedir.

Özellikle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda yüksek ölçümler alınan NO_x ile hava sıcaklıklarının yüksek olduğu, güneşli havalarda yüksek değerler ölçülen yer seviyesindeki O₃ arasında ters orantılı bir ilişki görülmüştür. Semple vd. (2012) New Jersey'in kuzeydoğu metropolünde ortam azot oksitlerinin ve yer seviyesindeki ozonun mevsim özellikleri çalışmasında da bu ters ilişkiden bahsetmektedir. Bu araştırmanın bulgularında; NO_x ve O₃ konsantrasyonları aynı zamanda karmaşık emisyon, üretim ve tüketim mekanizmaları yoluyla kimyasal işlemedeki farklılıklardan da etkilenmiş ve bu da onları birbirine bağımlı hale getirmiştir. Yoğun güneş radyasyonunda O₃, NO_x'e bağımlıyken, O₃ seviyeleri düşük sıcaklıklar tarafından engellendiğinde NO_x konsantrasyonu arttığı belirtilmektedir.

Sıcaklıkların arttığı zamanlar da yüksek ölçülen O₃ dışında ki kirleticiler genellikle hava sıcaklıklarının düşük olduğu aylarda limit değerlerin aşıldığı zamanlar olmuştur. Değerleri yüksek ölçülen kirliliğin ısınma kaynaklı olduğu ve ayrıca kullanılan yakıtın kalitesi, türü ve miktarıyla da yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Ayrıca sanayi yerleşkelerine yakın yerler, nüfus ve trafik yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde kurulan istasyonlar daha çok kirleticinin limit değerleri aştığı yerler olmuştur.

Hava kirliliğinin mekânsal değişimini tespit etmek için hesaplanan yıllık ve mevsimlik ortalamalar ArcGIS 10.7 programında IDW (Inverse Distance Weighting - Ters Mesafe Ağırlıklı) enterpolasyon yöntemiyle haritalandırılmıştır. Böylece izleme istasyonlarının sınırlı verilerinden yola çıkarak, izleme istasyonları arasındaki alanlarda kirlilik seviyelerini tahmin ederek, kirliliğin mekânsal dağılımını gösteren haritalar oluşturulmuştur. Böylece kirliliğin yoğun olduğu yerler ve dağılımla nereleri

etkileyebileceği belirlenmeye çalışmıştır. Kirliliğin insan sağlığı ve ekosistem üzerindeki potansiyel etkilerin görülmüştür. Elde edilen analiz sonuçları, kirlilik azaltma stratejileri geliştirmek, çevresel planlama ve politika yapma süreçlerinde karar vericilere destek olmak için kullanılabilir.

Kirleticilerin sağlık üzerine etkisi belirlenerek için PM₁₀ verileri kullanılmıştır. Konya iline ait 2019, 2020 ve 2021 yılı nüfus ve 30 yaş üstü ölüm verileri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan elde edilmiştir. PM₁₀ değerleri 2019-2021 yılları arasında dünya sağlık örgütü sınır değerlerinin üzerinde gerçekleşmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) AirQ+ modeli ile yapılan değerlendirmede 2019 yılında gerçekleşen ölümlerin % 9,6' sı havadaki PM₁₀ kirleticisine maruziyetle neden olarak kabul edilebilir veya ilişkilendirilebilir olarak görülmektedir. Diğer bir ifadeyle 2019 yılında gerçekleşen ölümlerden 1080 vaka PM₁₀'a bağlanabilir. Bu da 100000 nüfusta 47 kişi olarak belirtilebilir. 2020 yılında gerçekleşen ölümlerin % 6,29' u havadaki PM₁₀ kirleticisine maruziyetle neden olarak kabul edilebilir veya ilişkilendirilebilir olarak görülmektedir. Diğer bir ifadeyle 2020 yılında gerçekleşen ölümlerden 918 vaka PM₁₀'a bağlanabilir. Bu da 100000 nüfusta 41 kişi olarak belirtilebilir. 2021 yılında gerçekleşen ölümlerin % 10,09' u havadaki PM₁₀ kirleticisine maruziyetle neden olarak kabul edilebilir veya ilişkilendirilebilir olarak görülmektedir. Diğer bir ifadeyle 2021 yılında gerçekleşen ölümlerden 1569 vaka PM₁₀'a bağlanabilir. Bu da 100000 nüfusta 53 kişi olarak belirtilebilir.

PM₁₀ değerleri arttıkça ölümler üzerine etkisi de artmıştır. Bu nedenle İnsan sağlığı, açısından hava kirliliğini kontrol altına almak için stratejiler ve önlemler tasarlayıp uygulayarak hem sağlık etkilerini hem de ekonomik kayıpları azaltılabileceği, politika yapıcılar ve uzmanların hava kirliliğini azaltmaya odaklanmaları gerekmektedir.

Katı yakıt kullanılarak yapılan evsel ısınmanın azaltılması, doğalgaz ile ısınmaya geçiş için destekler verilmeli. Evlerde ısı yalıtım önlemlerinin alınması yakıt kullanımını dolayısıyla ısınma kaynaklı kirliliği azaltacaktır. Sanayi sektöründe IPPC direktifleri uygulanmaktadır ve uygulanmasına da devam edilmelidir. Konya sanayisinin büyümesi, göç alması nedeniyle konut sayısı artmakta ısınma ihtiyacı ve trafik artmaktadır. Şehir merkezinde trafik yoğunluğunu ve trafik kaynaklı kirliliği azaltmak

için alternatif yolların yapılması, toplu ulaşım alternatiflerinin arttırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

Ölçüm yapılan istasyon sayısının arttırılması, istasyonların veri alım oranlarının yüksek olması ile ölçüm sonuçları ve değerlendirmesi daha verimli olacaktır.

Hava kirliliği, özellikle çocuklar, yaşılar gibi hassas gruplar için sağlık sorunlarına ve ölümlere neden olmaktadır. Hava kirliliği ile ilgili daha ciddi yaptırımların uygulanması gerekmektedir. Alınan önlemlerle kirlilik arasındaki değişimin takip edilmesi faydalı olacaktır.



KAYNAKLAR

- Analitis, A., Katsouyanni, K., Dimakopoulou, K., Samoli, E., Nikolouloupoulos, A. K., Petasakis, Y., Touloumi, G., Schwartz, J., Anderson, H. R., Cambra, K., Forastiere, F., Zmirou, D., Vonk, J. M., Clancy, L., Kriz, B., Bobvos, J. ve Pekkanen, J., 2006. Short-term effects of ambient particles on cardiovascular and respiratory mortality, *Epidemiology*, 17, 2, 230-233.
- Aguilera, M., 2022. Konya, Kosova mahallesin de ki PM kirlilik dağılımının CBS ile modellenmesi ve değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Arslan, H., 2020. Türkiye'nin batısındaki PM₁₀ konsantrasyonlarının atmosferik mekanizmaları ile solunum yolu hastalıkları üzerindeki etkilerinin incelenmesi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aydın, H. ve İlkılıç, C., 2017. Air pollution, pollutant emissions and harmful effects, *Journal of Engineering and Technology*, 1, 8-15.
- Aydoğan, M., 2019. İstanbul'un hava kalitesinin zamansal ve alansal değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Barnett, A. G., Williams, G.M., Schwartz, J., Neller, A. H., Best, T. L., Petroschevsky, A. L. ve Simpson, R. W., 2005. Air pollution and child respiratory health a case-crossover study in australia and New Zealand, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 171, 11.
- Çapraz, Ö., 2013. İstanbul'da 2007-2012 yılları arasında hava kirliliğinin ölümler üzerindeki etkilerinin modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2023. Türkiye ve Çevresi Aerosol (Toz Taşınımı) Analizleri 2003-2022.
- Çıldır, İ., 2021. Balıkesir'de hava kirliliği seviyelerinin meteorolojik parametrelere bağlı olarak solunum yolu hastalıkları üzerindeki etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Çiftçi, Ç. ve Levent, S., 2012. Konya ili hava kalitesi ve sürdürülebilir ekolojik kentsel tasarım ilkeleri, *Asya Kimya Dergisi*, 24, 3, 1381-1392.
- Domingo, J. L. ve Rovira, J., 2020. Effects of air pollutants on the transmission and severity of respiratory viral infections, *National library of medicine*, 187, 109650.
- Erdoğan, Ş., 2019. Organize sanayi bölgesi dış ortam PM₁₀ konsantrasyonunun coğrafi bilgi sistemi ile değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Fallahizadeh, S., Kermani, M., Esrafil, A. ve Asadgol, Z., 2021. The effects of meteorological parameters on PM₁₀: Health impacts assessment using AirQ+ model and prediction by an artificial neural network (ANN). *Urban Climate*, 38, 100905.
- Grahame, T. ve Schlesinger, R., 2005. Evaluating the health risk from secondary sulfates in eastern North American regional ambient air particulate matter. *Inhalation toxicology*, 17(1), 15-27.
- Gauderman, W. J., Avol, E., Gilliland, F., Vora, H., Thomas, D., Berhane, K., McConnell, R., Kuenzli, N., Lurmann, F., Rappaport, E., Margolis, H., Bates, D. ve Peters, J., 2004. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age, *The new england journal of medicine*, 351, 1057-1067.
- Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü, 2020. Konya İli 2019 Yılı Hava Kalitesi değerlendirme Raporu, Konya.
- Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü, 2021. Konya İli 2020 Yılı Hava Kalitesi değerlendirme Raporu, Konya.
- Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü, 2022. Konya İli 2021 Yılı Hava Kalitesi değerlendirme Raporu, Konya.
- Güzel, Ş. ve Özer, P., 2022. Türkiye’de hava kirliliği ve sağlık harcamaları, *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 2, 186-202.
- Hadei, M., Hopke, P. K., Shahsavani, A., Jahanmehr, N., Rahmatinia, M., Farhadi, M., Yarahmadi, M. ve Kermani, M., 2020. Mortality and morbidity economic burden due to PM_{2.5} and ozone: An AirQ+ modelling in Iran, *Journal of Air Pollution and Health*, 5(1), 1-10.
- Jaferi, A. J., Charkhloo, E. ve Pasalari, H., 2021. Urban air pollution control policies and strategies: a systematic review, *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 19, 1911–1940.
- Kalıpcı, E. ve Başer, V., 2019. Coğrafi bilgi sistemi (CBS) ve hava kalitesi verileri kullanılarak Türkiye’nin hava kirliliğinin değerlendirilmesi, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 377-389.
- Kampa, M. ve Castanas, E., 2007. Human health effects of air pollution, *Environmental Pollution*, 151(2), 362-367.
- Kara, G., Yalçinkaya, B. ve Özdil, B., 2018. Konya ilinin hava kirliliğine bazı meteorolojik faktörlerin etkisi, *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 104-109.
- Kelen, F., 2014. Motorlu taşıt emisyonlarının insan sağlığı ve çevre üzerine etkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi/ Journal of The Institute of Natural & Applied Sciences*, 19 (1-2), 80-87.

- Koçak, E., 2018. Aksaray kentinin PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonlarının zamansal değişimi: koşullu iki değişkenli olasılık fonksiyonu ve k-means kümeleme, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(3), 471-478.
- Konya evre, şehircilik ve İklım Değişikliği İl Müdürlüğü, 2020. Konya İli 2021 Yılı evre Durum Raporu, Konya.
- Konya evre, şehircilik ve İklım Değişikliği İl Müdürlüğü, 2021. Konya İli 2021 Yılı evre Durum Raporu, Konya.
- Konya evre, şehircilik ve İklım Değişikliği İl Müdürlüğü, 2022. Konya İli 2021 Yılı evre Durum Raporu, Konya.
- Kunt, F. ve Dursun, ř., 2018. Konya merkezinde hava kirliliğine bazı meteorolojik faktörlerin etkisi, Ulusal evre Bilimleri Araştırma Dergisi, 1(1), 54-61.
- Kurt, ., Zhang, J., ve Pinkerton, K. E., 2016. Pulmonary health effects of air pollution, Curr Opin Pulm Med., 22(2), 138-143.
- Latzin, P., Rsli, M., Huss, A., Kuehni, C. E. ve Frey, U., 2009. Air pollution during pregnancy and lung function in newborns: a birth cohort study, European Respiratory Journal, 33, 594-603.
- Leili, M., Farshad, B. A., Reza, J. ve Dehhar, A., 2023. Mortality and morbidity due to exposure to ambient air PM₁₀ in Zahedan city, Iran: The AirQ+ model approach, Urban Climate , 49, 101493.
- Li, C., Hsu, N. C. ve Tsay, S. C., 2011. A study on the potential applications of satellite data in air quality monitoring and forecasting, Atmospheric Environment, 45, 3663-3675.
- Li, H., Shijun, Y., Huan, Z., Wandong, Z. ve Lanjun, Z., 2019. Analysis of the impacts of heating emissions on the environment and human health in North China, Journal of Cleaner Production, 207, 728-742.
- Miri, M., Derakhshan, Z., Allahabadi, A., Ahmadi, E., Conti, O. G., Ferrante, M. ve Aval, H. E., 2016. Mortality and morbidity due to exposure to outdoor air pollution in Mashhad metropolis, Iran. The AirQ+ model approach, Environmental research, 151, 451-457.
- Murray, C. J. L., 2020. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019, Lancet, 396, 1204-1222.
- Naghan, D. J., Neisi, A., Goudarzi, G., Dastoorpoor, M., Fadaei, A. ve Angali, K. A., 2022. Estimation of the effects PM_{2.5}, NO₂, O₃ pollutants on the health of Shahrekord residents based on AirQ+ software during (2012–2018), Toxicology Reports, 9, 842-847.

- Ntourou, K., Moustris, K., Spyropoulos, G., Fameli, K. M. ve Manousakis, N., 2023. Adverse health effects (bronchitis cases) due to particulate matter exposure: a twenty-year scenario analysis for the greater athens area (Greece) using the AirQ+ model, *Atmosphere*, 4, 389.
- Oğuz, K. ve Pekin, M. A., 2016. Türkiye’de toz emisyon alanlarının belirlenmesi, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 31, 4, 933-940.
- Özkan, Z., 2021. Hava kalitesinin çocuk yaş grubundaki solunum sistemi hastalıkları ile ilişkisi, *Tıpta Uzmanlık Tezi*, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Zonguldak.
- Öztürk, B., 2019. Göğüs hastalıkları acil başvurularının hava kirliliği ile ilişkisinin değerlendirilmesi, *Tıpta Uzmanlık Tezi*, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ankara.
- Öztürk, E. N., Uyar, M. ve Öztürk, M., 2022. Konya ilinde 2016-2019 yılları arasında NO₂ kaynaklı hava kirliliğinin mortaliteye etkisinin AirQ+ yazılımı aracılığıyla değerlendirilmesi, *Bozok Tıp Dergisi*, 12(1), 11-16.
- Riggs, D. W., Zafar, N., Krishnasamy, S., Yeager, R., Rai, S. N., Bhatnagar, A. ve O'Toole, T. E., 2021. Exposure to airborne fine particulate matter is associated with impaired endothelial function and biomarkers of oxidative stress and inflammation, *Environ Res.*, 180, 108890.
- Rivers, K. J., Paassen, C. W. C., Booth, M. ve Marriott, J. M., 1993. Future diesel fuel quality-balancing requirements. in worldwide engine emission standards and how to meet them. Papers presented at a seminar at institution of mechanical engineers, MEP, 209-225.
- Robert-Semple, D., Song F., ve Gao, Y., 2012. Seasonal characteristic of ambient nitrogen oxides and ground-level ozone in metropolitan northwestern New Jersey, *Atmospheric Pollution Research*, 3, 2, 247-257.
- Rovira, J., Domingo, J. L. ve Schuhmacher, M., 2020. Air quality, health impacts and burden of disease due to air pollution (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ and O₃): Application of AirQ+ model to the Camp de Tarragona County (Catalonia, Spain), *Science of the Total Environment*, 703, 135538.
- T.C. Resmî Gazete, Hava kalitesi değerlendirme ve yönetimi yönetmeliği. (26898), 06.06.2008, 5-14.
- TÜİK, Türkiye istatistik Kurumu, 2019. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları.
- TÜİK, Türkiye istatistik Kurumu, 2020. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları.

- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, 2021. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları.
- Sağlar, E., 2019. İzmir ili hava kirliliğinin alansal ve zamansal olarak analizi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL-Health and Environment Alliance). (Ocak 2021). Türkiye’de kronik kömür kirliliği. Kömürün sağlık yükü ve kömür bağımlılığını sonlandırmak, S:9.
- Santus, P., Russo, A., Madonini, E., Allegra, L., Blasi, F., Centanni, S., Miadonna, A., Schiraldi, G. ve Amaducci, S., 2012. How air pollution influences clinical management of respiratory diseases. A case-crossover study in Milan, Respiratory Research, 13, 95, 2-12.
- Saygın, M., Gonca, T., Öztürk, Ö., Has, M., Çalışkan, S., Has, Z. G. ve Akkaya, A., 2017. To investigate the effects of air pollution (PM₁₀ and SO₂) on the respiratory diseases asthma and chronic obstructive pulmonary disease, Turk Thorac Journal, 18, 33-39.
- Singh, D., Dahiya, M., Kumar, R. ve Nanda, C., 2021. Sensors and systems for air quality assessment monitoring and management: A review, Journal of Environmental Management, 289, 112510.
- Stafoggia, M., Forastiere, F., Faustini, A., Biggeri, A., Bisanti, L., Cadum, E., Cernigliaro, A., Mallone, S., Pandolfi, P., Serinelli, M., Tessari, R., Vigotti, M. A.ve Perucci, C. A., 2010. Susceptibility factors to ozone-related mortality-a population-based case- crossover analysis, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 182, 293-437.
- Vural, E., 2021. Güneydoğu anadolu bölgesi illerinin CBS kullanarak hava kalitesinin mekânsal değişiminin incelenmesi (2007-2019), Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 7(1), 124-135.
- WHO, International Agency for Research on Cancer (IARC), (2013) Publication no. 161, Air Pollution and Cancer, France.
- Zhu, J., Zhang, Y., Xu, X., Yan, Y. ve Zhu, X., 2022. Air pollution and health impacts of atmospheric PM: application of AirQ+ model to Jiangsu province in China, Int J Environ Res, 16, 74.
- URL-1 <[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)>, Erişim tarihi: 26.03.2024.
- URL-2 <HAVA KİRLİLİĞİ (ttb.org.tr)>, Erişim tarihi: 26.03.2024.
- URL-3 <<https://l24.im/FeJSk>>, Erişim tarihi: 26.03.2024.

URL-4 <<https://l24.im/7Jlbg>>, Erişim Tarihi: 04.04.2024.

URL-5 <<https://l24.im/UyfoMgq>>, Erişim tarihi: 04.04.2024.

URL-6 <<https://l24.im/zFd2t>>, Erişim Tarihi: 04.04.2024.

URL-7 <<https://www.unep.org/interactives/air-pollution-note/>>, Erişim Tarihi: 04.04.2024.

URL-8 <<https://sim.csb.gov.tr/>>, Erişim Tarihi: 04.04.2024.

URL-9 <<https://www.iqair.com/newsroom/2021-who-air-quality-guidelines>>, Erişim tarihi: 11.05.2024.

URL-10 <<https://www.temizhavahakki.org/kararapor2020/>>, Erişim Tarihi: 26.03.2024.

URL-11 <<https://www.temizhavahakki.org/kararapor2021/>>, Erişim Tarihi: 26.03.2024.

URL-12 <<https://www.temizhavahakki.org/kararapor2022/>>, Erişim Tarihi: 26.03.2024.

URL-13 <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8179653/>>, Erişim Tarihi: 26.03.2024.

URL-14 <<https://l24.im/ZoQK6>>, Erişim tarihi: 22.04.2024.

URL-15 <<https://l24.im/0Awp>>, Erişim tarihi: 18.05.2024.

URL-16 <https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2>, Erişim Tarihi: 15.11.2022.

URL-17 <<https://www.env-health.org/issues/air-quality/#reports>>, Erişim Tarihi: 16.11.2022.

URL-18 <<https://webdosya.csb.gov.tr/db/konya/icerikbelge/icerikbelge1500.pdf>>, Erişim Tarihi: 26.03.2024.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Halil Aydın

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Selçuk Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
1994-1998

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim
Dalı, 2021-

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. DSİ 4. Bölge Müdürlüğü, Su Analizi Laboratuvarı / Yaz Stajı
2. Konya Büyükşehir Belediyesi, Kanalizasyon Dairesi / Yaz Stajı
3. Kombassan Holding, Yatırım Takip Direktörlüğü/ Çevre Mühendisi
4. Milli Eğitim Bakanlığı / Çevre Sağlığı Öğretmenliği

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Kongrelerde Sunulan Makaleler

1. Aydın, H., Koçak E., 2022. Spatial and temporal distribution of air pollution and health risk assessment: a case study for Konya, First International Workshop on Atmospheric Chemistry: Sources and Impacts, 13-15 October, Bolu, Türkiye.