



**T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ**

**AİRQ+ MODELLEMESİ İLE HATAY, OSMANİYE ve
KAHRAMANMARAŞ'TA HAVA KİRLİLİĞİNE BAĞLI
ÖLÜMLER 2015-2019**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Suat Mithat MAHŞER
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Tacettin İNANDI**

HATAY – 2023

**T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ**

**AİRQ+ MODELLEMESİ İLE HATAY, OSMANİYE ve
KAHRAMANMARAŞ'TA HAVA KİRLİLİĞİNE BAĞLI
ÖLÜMLER 2015-2019**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Suat Mithat MAHŞER
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Tacettin İNANDI**

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

**AİRQ+ MODELLEMESİ İLE HATAY, OSMANİYE ve
KAHRAMANMARAŞ'TA HAVA KİRLİLİĞİNE BAĞLI ÖLÜMLER
2015-2019**

Dr. Suat Mithat MAHŞER

Tıp Fakültesi Dekanlığı Onayı

(İmza).....
Prof. Dr. Yusuf ÖNLEN
Tıp Fakültesi Dekanı

Bu tez çalışmasının “Tıpta Uzmanlık” derecesine uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

(İmza).....
Prof. Dr. Tacettin İNANDI
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımdan okunmuş ve her yönü ile “Tıpta Uzmanlık” tezi olarak uygun ve yeterli bulunmuştur.

(İmza).....
Prof. Dr. Tacettin İNANDI
Tez Danışmanı

TEZ JÜRİSİ:

1. Prof. Dr. Tacettin İNANDI
2. Prof. Dr. Nazan SAVAŞ
3. Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ERDEM

III. İÇİNDEKİLER

III. İÇİNDEKİLER	iii
IV. TABLOLAR LİSTESİ.....	vi
V. GRAFİKLER LİSTESİ	viii
VI. ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
VII. KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	x
VIII. TEŞEKKÜR	xii
IX. ÖZET	xiii
X. ABSTRACT	xiv
1.GİRİŞ ve AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Hava Kirliliği Tarihçesi.....	4
2.1.1. Dünya’da Hava Kirliliği Tarihçesi	4
2.1.2. Türkiye’de Hava Kirliliği Tarihçesi.....	5
2.2. Hava Kirliliği ve Çeşitleri.....	6
2.2.1. Kapalı Ortam Hava Kirliliği.....	7
2.2.2. Dış Ortam Hava Kirliliği	7
2.2.2.3. Dış Ortam Hava Kirliliği Tipleri	8
2.3. Hava Kirleticileri.....	9
2.3.1. Partikül Madde (PM _{2,5} ve PM ₁₀)	11
2.3.2. Kükürt Dioksit (SO ₂).....	12
2.3.3. Karbon Monoksit (CO).....	13
2.3.4. Azot Dioksit (NO ₂).....	13
2.3.5. Ozon (O ₃).....	14
2.3.6. Diğer Hava Kirleticileri	14
2.4. Hava Kirliliği Parametreleri ve Sınır Değerleri	15
2.4.1. Hava Kalite İndeksi	17
2.5. Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri	21
2.5.1. Kardiyovasküler Sistem Hastalıkları	22
2.5.2. Solunum Sistemi Hastalıkları.....	23

2.5.3. Diğer Hastalıklar.....	24
2.6. Mortalite Kavramı ve Ölçütleri.....	24
2.6.1. Kaba Ölüm Hızı.....	25
2.6.2. Özel Ölüm Hızları	25
2.6.3. Fatalite Hızı	26
2.6.4. Orantılı Ölüm Hızları (Nedene-Özel, Yaşa-Özel).....	26
2.6.5. Bebek Ölüm Hızları (Erken, Geç Yeni doğan Dönemi, Yeni doğan Sonrası Dönem)	26
2.6.6. Perinatal Ölüm Hızı.....	26
2.6.7. Ana Ölüm Hızı/Oranı.....	27
2.7. Dünya ve Türkiye Hava Kirliliği Durumu.....	27
2.8. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye İllerinin Coğrafi, Demografik Yapısı ve Sanayileşme Durumu	28
2.8.1. Hatay	28
2.8.2. Kahramanmaraş	30
2.8.3. Osmaniye	31
2.9. AirQ+ Programı	32
2.9.1 AirQ+ Programı Kullanımı	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	38
3.1.Araştırmanın Tipi, Yeri ve Zamanı	38
3.2. Nüfus ve Ölüm Verilerinin Elde Edilmesi.....	38
3.3. Hava Kirliliği Verilerinin Elde Edilmesi	39
3.3.1. İstasyon Bilgileri.....	41
3.3.1.1. Hatay İli Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları	41
3.3.1.2. Kahramanmaraş Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları	42
3.3.1.3. Osmaniye Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları.....	44
3.4. AIRQ + Programı.....	44
3.5. Araştırmanın Kısıtlılıkları.....	45
4. BULGULAR	47
4.1. Hatay.....	47
4.2. Kahramanmaraş.....	60
4.3. Osmaniye	71

4.4. İllerin Tek Bölge Olarak Değerlendirilmesi.....	81
4.5 İllerin Değerlendirilmesi	83
5. TARTIŞMA.....	89
5.1. Yıllık PM ₁₀ Değerlerinin DSÖ Limit Değer ile Kıyaslanması.....	89
5.2. Yıllık Limit Aşımı Olan Gün Sayıları.....	90
5.3. İllerin PM ₁₀ Değerlerinin Mevsimsel Değişimi	90
5.4. Mevcut Verilerin Olası Kirlilik Nedenleri Açısından Değerlendirilmesi	91
5.5. Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş İllerindeki Kirli Havaya Atfedilen Ölümler.....	93
5.5.1. Atfedilebilir Ölüm Sayıları.....	93
5.5.2. Atfedilebilir Ölüm Yüzdesi	94
5.5.3. Atfedilebilir Yüz Binde Ölüm Sayısı	95
5.6. DSÖ 2021 Kılavuzuna göre İllerdeki Hava Kirliliğine Atfedilebilir Ölümler	96
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	98
6.1. Sonuçlar.....	98
6.2. Öneriler.....	99
7. KAYNAKLAR.....	101
8. ÖZGEÇMİŞ.....	117

IV. TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Hava kirleticilerini kimyasal yapısına göre sınıflandırılması, DSÖ	9
Tablo 2. DSÖ Hava Kirliliği Rehberi güncellemesi	16
Tablo 3. Türkiye, DSÖ ve Avrupa Birliği Sınır Değerleri	17
Tablo 4. Ulusal Hava Kalite İndeksi	20
Tablo 5. Çeşitli illerde 30 yaş üstü doğal ölümler içerisinde PM 2.5 kirliliğine atfedilen ölüm sayıları, ölüm oranları ve 100.000 kişi başına düşen ölüm sayıları, 2019.....	34
Tablo 6. Yıllara göre Hatay nüfus bilgileri ve ölüm verileri	47
Tablo 7. Hatay ölçüm istasyonlarındaki yıllık ölçüm sayıları	49
Tablo 8. Hatay ili ve ölçüm istasyonlarının 2015-2019 yılları arasında ölçülen PM ₁₀ için ortalama, en küçük ve en büyük değerler	51
Tablo 9. Hatay ili ve ölçüm istasyonlarının yıllık PM ₁₀ ortalamaları; 2015-2019	52
Tablo 10. Hatay ili aylık PM ₁₀ için ortalama, en küçük ve en büyük değerleri	55
Tablo 11. Hatay ilinin PM ₁₀ değerlerinin aylık ortalamaları ve DSÖ sınır değerini aşan gün sayıları,2015-2019	57
Tablo 12. Hatay 'daki 2015-2019 yılları AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı,100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları	59
Tablo 13. Hatay 'daki 2015-2019 yıllarının 2021 DSÖ limit değer güncellemesine göre AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı,100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları	60
Tablo 14. Yıllara göre Kahramanmaraş nüfus bilgileri ve ölüm verileri	61
Tablo 15. Kahramanmaraş ölçüm istasyonlarındaki yıllık ölçüm sayıları.....	61
Tablo 16. Kahramanmaraş ili ve ölçüm istasyonlarının 2015-2019 yılları arasında ölçülen PM ₁₀ için ortalama, en küçük ve en büyük değerler	62
Tablo 17. Kahramanmaraş ili ve ölçüm istasyonlarının yıllık PM ₁₀ ortalamaları; 2015-2019.	63
Tablo 18. Kahramanmaraş ili aylık PM ₁₀ için ortalama, en küçük ve en büyük değerleri	66
Tablo 19. Kahramanmaraş ilinin PM ₁₀ değerlerinin aylık ortalamaları ve DSÖ sınır değerini aşan gün sayıları,2015-2019	68

Tablo 20. Kahramanmaraş ilinin AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı,100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları 2015-2019	70
Tablo 21. Kahramanmaraş'taki 2015-2019 yıllarının 2021 DSÖ limit değer güncellemesine göre AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları.....	71
Tablo 22. Yıllara göre Osmaniye nüfus bilgileri ve ölüm verileri, 2015-2019	72
Tablo 23. Osmaniye Merkez ölçüm istasyonundaki yıllık ölçüm sayıları	72
Tablo 24. Osmaniye Merkez ölçüm istasyonunda 2015-2019 yılları arasında ölçülen PM ₁₀ için ortalama, en küçük ve en büyük değerler	73
Tablo 25. Osmaniye ilinin yıllık PM ₁₀ ortalamaları; 2015-2019.....	73
Tablo 26. Osmaniye ili aylık PM ₁₀ için ortalama, en küçük ve en büyük değerleri, 2015-2019	75
Tablo 27. Osmaniye ilinin PM ₁₀ değerlerinin aylık ortalamaları ve DSÖ sınır değerini aşan gün sayıları,2015-2019	78
Tablo 28. Osmaniye ilinin AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı,100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları 2015-2019	80
Tablo 29. Osmaniye'deki 2015-2019 yıllarının 2021 DSÖ limit değer güncellemesine göre AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı,100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları.....	81
Tablo 30. İllerin tek bölge olduğu varsayıldığında AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı,100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları 2015-2019	82
Tablo 31. İllerin tek bölge olduğu varsayıldığında 2015-2019 yıllarının 2021 DSÖ limit değer güncellemesine göre AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı,100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları	82

V. GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. Antakya istasyonu aylara göre ölçüm verileri (2015-2019)	53
Grafik 2. İskenderun istasyonu aylara göre ölçüm verileri (2015-2019)	53
Grafik 3. Hatay ili ölçüm istasyonlarının yıllık PM_{10} ölçümleri	58
Grafik 4. Onikişubat İstasyonu aylara göre PM_{10} ölçüm verileri, 2015-2019	63
Grafik 5. Elbistan İstasyonu aylara göre PM_{10} ölçüm verileri, 2015-2019.	64
Grafik 6. Kahramanmaraş ili ölçüm istasyonlarının yıllık PM_{10} ölçümleri, 2015- 2019	69
Grafik 7. Osmaniye Merkez Ölçüm İstasyonu aylara göre ölçüm verileri	74
Grafik 8. Osmaniye ili merkez ölçüm istasyonu yıllık PM_{10} verileri, 2015-2019	79
Grafik 9. İller tek bölge olarak değerlendirildiğinde yıllık PM_{10} verileri, 2015- 2019	83
Grafik 10. Hatay, Osmaniye, Kahramanmaraş illerinin yıllık PM_{10} verileri, 2015- 2019	84
Grafik 11. Hatay, Osmaniye, Kahramanmaraş İllerinin AIRQ+ Programı ile Hesaplanan Ölüm Oranları, 2015-2019	84
Grafik 12. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM_{10} Değerleri;2015	85
Grafik 13. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM_{10} Değerleri;2016	86
Grafik 14. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM_{10} Değerleri;2017	87
Grafik 15. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM_{10} Değerleri;2018	87
Grafik 16. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM_{10} Değerleri;2019	88

VI. ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Partiküler madde parçacıkları için boyut karşılaştırması (55)	11
Şekil 2. Hatay ilinin Türkiye haritasındaki yeri	29
Şekil 3. Kahramanmaraş ilinin Türkiye haritasındaki yeri (145).....	30
Şekil 4. Osmaniye ilinin Türkiye haritasındaki yeri (153).....	32
Şekil 5. AirQ+ Örnek Veri Setleri	35
Şekil 6. AirQ+ Programı Ana Ekranı	35
Şekil 7. AirQ+ Etki Değerlendirmesi Ekranı 1. Kısım	36
Şekil 8. AirQ+ Etki değerlendirme Ekranı 2. Kısım.....	37
Şekil 9. AirQ+ Etli Değerlendirme 3. Kısım	37
Şekil 10. Antakya İlçesi Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları Lokasyonları.....	41
Şekil 11. İskenderun İlçesi Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları Lokasyonları.....	42
Şekil 12. Kahramanmaraş ili merkez konumlu hava kalitesi ölçüm istasyonları	43
Şekil 13. Kahramanmaraş ili Elbistan hava kalitesi ölçüm istasyonu.....	43
Şekil 14. Osmaniye ili hava kalitesi ölçüm istasyonları	44
Şekil 15. AirQ+ programında dönüşüm katsayısı	45

VII. KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AHA	:	Amerikan Kalp Derneği
AQGs	:	Hava Kalitesi Yönergeleri
BC	:	Siyah Karbon
BaP	:	Benzo[a]piren
CFC-X	:	Kloroflorokarbon gazı X
CH₄	:	Metan
CO	:	Karbon monoksit
CO₂	:	Karbon dioksit
DAGS	:	Değerlendirmeye Alınan Gün Sayısı
DSÖ	:	Dünya Sağlık Örgütü
Dr. Öğr. Üyesi:	:	Doktor Öğretim Üyesi
EPA	:	Amerika Çevre Koruma Ajansı
EPDK	:	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
HKİ	:	Hava Kalite İndeksi
IARC	:	Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı
KOAH	:	Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
KVH	:	Kardiyovasküler Hastalıklar
NASA	:	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NH₃	:	Amonyak
NO₂	:	Nitrojen dioksit
OAGS	:	Ortalamaya Aşan Gün Sayısı

O3	:	Ozon
Pb	:	Kurşun
PM	:	Partiküler Madde
PM_{2,5}	:	2,5 mikrometreden küçük Partiküler Madde
PM₁₀	:	10 mikrometreden küçük Partiküler Madde
Prof. Dr.	:	Profesör Doktor
RR	:	Rölatif Risk
SO₂	:	Kükürt dioksit
SS	:	Standart Sapma
SSH	:	Solunum sistemi hastalıkları
SPSS	:	Statistical Package for the Social Sciences
SVO	:	Serebrovasküler Olay
VOC	:	Uçucu Organik Bileşiklerin
TUİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu

VIII. TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimime katkısından ve tez yazım sürecinde sabrı ve önerileriyle bana destek olan tez danışmanım Prof. Dr. Tacettin İnandı'ya, ayrıca uzmanlık eğitimime olan katkılarından dolayı, Prof. Dr. Nazan Savaş'a, Dr. Öğr. Üyesi Evrim Aslan'a ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Erdem'e çok teşekkür ederim.

Eğitim süresi boyunca beraber çalışma fırsatı bulduğum için kendimi çok şanslı gördüğüm adeta ikinci ailem olan asistan arkadaşlarıma hep yanımda oldukları için çok teşekkür ederim.

Her koşulda yanımda olan, destek ve sevgilerini hiç eksik etmeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

SUAT MİTHAT MAHŞER

Hatay/2023

IX. ÖZET

Amaç: Dünya’da ve ülkemizde önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelen hava kirliliği ile ilgili planlanmış olduğumuz araştırmayla, Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinin PM₁₀ ortalamalarını değerlendirmek ve AIRQ+ programıyla hava kirliliğine bağlı önlenebilir ölüm sayılarını hesaplamak amaçlanmıştır.

Yöntem: Araştırma ekolojik tiptedir. Araştırmada Hatay, Kahramanmaraş ve Osmaniye illerindeki ölçüm istasyonlarının 2015-2019 yılları arasındaki PM₁₀ ölçümleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın Hava Kalitesi İzleme Ağı [Web Sitesi’nden](#) alınmıştır. İllerin nüfus ve ölüm verileri Türkiye İstatistik Kurumu’ndan temin edilmiştir. Araştırmaya PM₁₀ doluluk oranı %75 olan 5 istasyon dahil edilmiştir. Hava kirliliğine atfedilebilir ölüm sonuçları, AIRQ+ programı kullanılarak hesaplanmıştır. PM₁₀ verileri PM_{2,5}’a, dönüşüm katsayısı olan 0,67 ile çarpılarak çevrilmiştir.

Bulgular: İllerin 2015-2019 yılları arasında hava kirliliğine atfedilebilir toplam ölüm sayıları 10022 ölüm olarak bulundu. Ölümlerin dağılımı, Hatay için 3357 ölüm, Osmaniye için 1992 ölüm, Kahramanmaraş için 4668 ölüm olarak bulundu. Tüm yıllar için hava kirliliğine atfedilebilir ölüm oranları ise; Hatay ilinde %10,96, Osmaniye ilinde %18,85 ve Kahramanmaraş ilinde %22,68 olarak hesaplandı. Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinde tüm yıllarda limit değerin üzerinde PM₁₀ ölçümleri yapılırken, Hatay ilinde son yılda ölçülen değerin limit değerin altına doğru düştüğü bulundu.

Sonuç ve Öneriler: Çalışmanın yapıldığı illerde 5 yıllık sürede illerin PM₁₀ ölçümleri limit değerin 2-4 katı üzerindeydi ve 30 yaş üzeri nüfusta gerçekleşen her 20 ölümden 3’ü hava kirliliğine atfedilmekteydi. İlk yıl tüm illerde yaklaşık beş ölümden biri hava kirliliğine atfedilebilir ölümdü. Çalışmaya alınan iller arasında, Kahramanmaraş ili havası en kirli il olup, hava kirliliğine atfedilebilir ölüm oranı ve mortalite hızı en yüksek il olarak bulundu. Hatay ve Osmaniye illerinin hava kirliliğine atfedilebilir ölüm oranları düşüş eğilimindeydi. Çalışmaya alınan illerin 2015 PM₁₀ ortalaması DSÖ limit değerin 3-4 katı üstündeydi. Aralık ve Ocak ayları en kirli aylar olarak bulundu. DSÖ’nün hava kalitesi standartlarında tanımladığı kirleticilerin hepsi tüm istasyonlarda düzenli olarak ölçülebilmeli, hava kirleticilerinin sınır değerleri DSÖ ile tamamen uyumlu hale getirilmeli ve PM_{2,5} için limit değeri belirlenmelidir.

Anahtar kelimeler: Hava kirliliği, AIRQ+ programı, Ölüm, PM₁₀

X. ABSTRACT

ESTIMATION OF AIR POLLUTION-RELATED MORTALITY IN HATAY, OSMANIYE AND KAHRAMANMARAS USING AIRQ+ MODEL, 2015-2019

Aim: With the research we have planned regarding air pollution, which has become an important public health issue in the world and in our country, the aim is to evaluate the PM₁₀ averages of Hatay, Osmaniye and Kahramanmaraş provinces and to calculate preventable death numbers related to air pollution using the AIRQ+ program.

Methods: The study is of ecological type. PM₁₀ measurements of measurement stations in Hatay, Kahramanmaraş and Osmaniye provinces between 2015-2019 were obtained from the Ministry of Environment and Urbanization's Air Quality Monitoring Network Website. Population and death data for the provinces were obtained from the Turkish Statistical Institute. Five stations with a PM₁₀ occupancy rate of 75% were included in the study. Air pollution attributable deaths were calculated using the AIRQ+ program. PM₁₀ data was converted to PM_{2.5} using a conversion coefficient of 0.67.

Results: The total number of air pollution attributable deaths between 2015-2019 in the provinces was found to be 10,022 deaths. The distribution of deaths was found to be 3,357 for Hatay, 1,992 for Osmaniye, and 4,668 for Kahramanmaraş. Air pollution attributable mortality rates for all years were calculated as 10.96% for Hatay, 18.85% for Osmaniye, and 22.68% for Kahramanmaraş. While measurements above the limit value were recorded in Osmaniye and Kahramanmaraş provinces for all years, it was found that the value decreased below the limit value in Hatay province in the last year.

Conclusion and Recommendations: In the provinces where the study was conducted, PM₁₀ measurements of the provinces were 2-4 times above the limit value in a 5-year period, and 3 out of every 20 deaths in the population over 30 were attributable to air pollution. In the first year, approximately one out of five deaths in all provinces was attributable to air pollution. Among the provinces included in the study, Kahramanmaraş province had the most polluted air and had the highest air pollution attributable mortality rate and mortality rate. The air pollution attributable mortality rates for Hatay and Osmaniye provinces were decreasing. The 2015 PM₁₀ average of the provinces included in the study was 3-4 times above the WHO limit value. December and January were found to be the most polluted months. All of the pollutants defined in WHO's air quality standards should be regularly measured at all stations, the limit values of air pollutants should be fully harmonized with WHO, and the limit value for PM_{2.5} should be determined.

Keywords: Air pollution, AIRQ+ program, Mortality, PM₁₀.

1.GİRİŞ ve AMAÇ

Atmosfer, hava akımları aracılığıyla tüm dünyada koruyucu ve düzenleyici bir işleve sahiptir ve yaşamın devam etmesine katkıda bulunur. Hava ise atmosferde mevcut olan farklı gazların bir karışımıdır ve doğal yapısında azot, oksijen, karbondioksit gibi gazların yanı sıra partiküller ve su buharı bulunur (1). Dünya üzerindeki bitkiler dahil tüm canlıların paylaştığı, yaşamın devamı için gerekli olan ve çevreyi oluşturan en önemli maddelerden biridir (2). Temiz hava; %78.09 azot, %20.95 oksijen, %0.093 argon, %0.03 karbondioksit içerir. Duman, toz parçacıkları, kükürtlü, azotlu gazlar ya yoktur ya da eser miktardadır (3).

Hava kirliliği, doğal nedenlerle ortaya çıkabilse de çoğunlukla insan faaliyetleri sonucu oluşan, insan sağlığını tehdit eden ve ekosistemlere zarar veren, istenmeyen, genellikle tehlikeli maddelerin havada bulunmasıdır (4). Başka bir deyişle hava kirliliği, bir veya daha fazla zararlı maddenin, olumsuz bir etki meydana getirme potansiyeli olan bir konsantrasyonda veya normal seviyelerinin üzerinde bir süre boyunca, soluduğumuz havada mevcut olmasıdır (5). Volkanik faaliyetler, toz taşınımı, deniz tuzu serpintisi gibi doğa olayları nedeniyle hava kirliliği ortaya çıkabileceği gibi insan faaliyetlerinden de kaynaklanabilir. Isınma, trafik, elektrik üretimi, sanayi, madencilik, inşaat, endüstriyel tarım ve orman yangınları gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlar kirliliğin başlıca nedenleridir fakat alınacak önlemlerle engellenebilir (6–8).

Hava kirliliğinin sağlık riski, dünya çapında başta gelen ölümcül sağlık riskleri arasında metabolik hastalık riskleri, beslenmeye bağlı riskler ve sigaradan sonra dördüncü sıradadır (9). Uzun süreli olarak hava kirliliğine maruz kalmak, çeşitli olumsuz sağlık sonuçlarına neden olabilir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre küresel olarak; kalp ve dolaşım hastalıkları, stroke, kronik obstrüktif akciğer hastalığı,

akciğer kanseri ve akut solunum yolu enfeksiyonları gibi hava kirliliği kaynaklı nedenlere bağlı her yıl yaklaşık 4,2 milyon insan ölmektedir. Bu ölümlerin %38'i iskemik kalp hastalığına, %20'si inmeye, %18'i kronik obstrüktif akciğer hastalığına (KOAH), %18'i akut alt solunum yolu enfeksiyonlarına ve %6'sı akciğer kanserine bağlı olmaktadır. Ortaya çıkan yeni kanıtlar, ortam hava kirliliğine maruz kalmanın ayrıca serebrovasküler, nörogelişimsel ve nöropsikiyatrik bozukluklara, erkek ve dişi üreme sistemi, doğurganlık, gebelik ve doğum sorunlarına ve tip 2 diyabete neden olabileceğini düşündürmektedir. Hava kirliliği maruziyeti daha duyarlı olan yoksul ve yaşlıları, çocukları ve hali hazırda hasta olan kişileri daha şiddetli etkilemektedir (10,11).

Dünya Sağlık Örgütü'nün yeni verileri, her 10 kişiden 9'unun yüksek düzeyde kirlenici içeren hava soluduğunu göstermekte ve dünya nüfusunun yaklaşık %99'u, hava kalitesi seviyelerinin sınırlarını aştığı yerlerde yaşamaktadır (11). Hava kirliliği hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeleri etkilerken, DSÖ Batı Pasifik ve Güneydoğu Asya bölgelerindeki düşük ve orta gelirli ülkeler en yüksek hastalık yükünü yaşamakta ve en büyük zararı görmektedir (11). Hava kirliliğine bağlı ölümlerin %90'ından fazlası, başta Asya ve Afrika olmak üzere düşük ve orta gelirli ülkelerde meydana gelmekte, bunu Doğu Akdeniz bölgesi, Avrupa ve Amerika'daki düşük ve orta gelirli ülkeler izlemektedir (11). 2021 dünya hava kalitesi raporunda nüfus ağırlıklı PM 2.5 ortalaması en yüksek ülke 76.9 µg/m³ ile Bangladeş'tir. Türkiye ise 20 µg/m³ ortalama ile 46. sırada yer almaktadır (12).

Türkiye'de 1950'li yıllarda başlayan sanayileşme eğilimleri ve hızlı kentleşme nedeniyle hava kirliliği bir sorun haline gelmiştir. Türkiye'deki hava kirliliğinin daha çok evsel ısınma için kullanılan yakıtlar ve motorlu taşıtlarla ilgili olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu kaynaklara endüstri emisyonlarından kaynaklanan kirlleticiler de eklenmektedir (13). Özellikle son yıllarda Türkiye'de hava kalitesi endişe verici seviyelere ulaşmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın açıkladığı resmi ölçüm değerlerine göre ülke genelinde solunan havanın sağlığa zararlı olduğu görünmektedir (14). Türk Toraks Derneği'ne göre Türkiye'de hava kirliliği nedeniyle her yıl 32 bin kişi ölmekte, ülkemizin 81 ilinin 80'inde hava kalitesi Dünya Sağlık Örgütü kriterlerinin çok üzerindedir (15). 2019 yılında yapılan bir çalışmada Türkiye'de 30 yaş üstü toplam 396.670 ölümün içinde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı 31.476

ve ölüm yüzdesi %7,9'dır (6). Türkiye'de 2017 yılından beri her yıl hava kirliliğine bağlı yaşanan ölümler, trafik kazalarının 6 katından fazladır ve hava kirliliği DSÖ kılavuz değerine indirilebilseydi; 2019 yılında tüm ölümlerin %7,9'u ve 2018 yılındaki tüm ölümlerin %12,1'i önlenebilirdi (6).

Türkiye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2019 yılında yayınladığı Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme raporuna göre 2017 yılı ocak ayı PM₁₀ ortalaması en yüksek 11 il arasında Hatay ve Osmaniye illeri bulunmaktadır. Aynı raporda hava kirliliği Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinde birinci öncelikli çevre sorununu, Hatay ilinde ise ikinci öncelikli çevre sorunudur (16). Hatay'da 2007 ile 2017 yılları arasında yapılan bir çalışmada tüm yılların PM₁₀ ortalama değerleri DSÖ standartlarının 3 katı olarak bulunmuştur (17). Temiz Hava Hakkı Platformunun 2020 yılında yayınladığı rapora göre eğer hava kirliliği DSÖ standartlarına indirilebilseydi; Hatay'da 2017 yılındaki tüm ölümlerin % 15,5'i, Kahramanmaraş'ta 2017 yılında %25,1'i, 2018 yılında %26,42'si, Osmaniye ilinde 2017 yılında %20,4'ü, 2018 yılında %19,47'si önlenebilecekti (6).

Dünya'da ve ülkemizde önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelen hava kirliliği ile ilgili planlamış olduğumuz araştırmayla, Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinin PM₁₀ ortalamalarını değerlendirmek ve DSÖ Avrupa ofisinin geliştirmiş olduğu AIRQ+ programıyla hava kirliliğine bağlı önlenebilir ölüm sayılarını hesaplamak amaçlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Hava Kirliliği Tarihçesi

2.1.1. Dünya’da Hava Kirliliği Tarihçesi

Tarihte hava kirliliği kayıtları 12. yy.’a kadar dayanmakla birlikte, kaydedilen ilk ciddi hava kirliliği olayı, 1909’da Glaskow şehrinde yaşanmıştır. 1 Aralık 1930’da, Belçika’nın önemli sanayi bölgelerinden biri olan Meuse Vadisi’nde 5 gün süren yoğun sis nedeniyle 60 kişi hayatını kaybetmiş ve birçok kişi solunum sistemi ile ilgili sorunlar yaşamıştır (18). 1931 Ocak ayında İngiltere’nin Manchester ve Salford bölgelerinde 9 gün süren yoğun sisi takiben 592 kişi ölmüştür. Ekim 1948 yılında Pensilvenya’da üretim fabrikaları olan küçük bir kasabada sıcaklık inversiyonu sonucu oluşan hava kirliliğine bağlı ölümler gerçekleşmiştir (19). 1952 yılında Londra’da gözlemlenen hava kirliliği nedeniyle 4000 ölüm olmuştur. 1953 yılında ise New York şehrinde ve 1960-1970 yılları arasında Tokyo, Yokohoma, New Orleans ve Los Angeles şehirlerinde yoğun hava kirliliği olayları bildirilmiştir (20–22).

Los Angeles hava kirliliği olayından sonra Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.)’inde kirlilik sorununa verilen önem artmış ve California eyaleti 1947 yılında Temiz Hava Yasası’nı ilk kabul eden eyalet olmuştur. 1955 yılında ise federal hükümet tarafından “Hava Kirliliği Kontrol Yasası” kabul edilmiş, 1970’te “Temiz Hava Yasası” yürürlüğe girmiştir (23).

Hava kirliliğinin sebep olduğu sorunlar neticesinde İngiltere’de 1956 yılında ‘Temiz Hava Yasası’ yürürlüğe girmiştir (24). İngiltere ve A.B.D’ de yasanın kabul edilmesiyle önce Avrupa ülkeleri olmak üzere birçok ülkede hava kirliliğini önlemeye yönelik yasaların kabul edilmesini sağlamıştır. Bulgaristan 1963’te, Belçika 1964, Japonya 1968 ve Hindistan 1981 yılında hava kirliliği ile ilgili yasaları yürürlüğe geçirmiştir (25). Bu gelişmelerle birlikte hava kirliliği düzeyinde hafif düzelmeler

olmuştur. Fakat, gelişmiş ülkelerde doğal gaz, petrol vb. ürünlerin kullanımının artmasıyla atmosferdeki hidrokarbonlar, azot oksitler ve PM₁₀ miktarlarının yükselmesinden dolayı yeni bir hava kirliliği çeşidi ortaya çıkmaya başlamıştır (26–28).

2.1.2. Türkiye’de Hava Kirliliği Tarihçesi

Hava kirliliği sorunu daha çok endüstrileşmiş ülke ve kentlerde görüldüğünden, uzun yıllar Türkiye’de bir problem olarak görülmemiştir. Batı ülkelerinin hava kirliliği ile yoğun ve sık bir şekilde yüzleştiği 19.yy ikinci yarısı, İstanbul ilindeki kömür dumanındaki artışa bağlı olarak şikayetlerin artması ile Osmanlı Devletinin yeni tanıştığı bir sorun haline gelmiştir (25).

Cumhuriyetle birlikte ekonomik kalkınma amacıyla devlet tarafından açılmaya başlanan fabrikalar ve sanayileşme ile birlikte çevre kirliliği sorunları da baş göstermiştir. Türkiye’deki ilk hava kirliliğine örnek olarak 1951’de açılan Murgul Bakır Fabrikası’nın gazlarının 1961 yılına kadar önlem alınmadan atmosfere verilmesi gösterilebilir. Endüstrileşme başlamadan önce, yaklaşık nüfusun %80’i kırsal kesimde yaşarken, günümüzde nüfusun %60’ından fazlası şehir merkezlerinde yaşamaktadır. 1950’li yıllarda hızla yükselen nüfus ile artan enerji ihtiyacı, genellikle petrol ve kömür gibi fosil yakıtlarla giderilmeye çalışılmıştır. Özellikle düşük kaliteli fosil yakıtların aşırı kullanımı ve hızlı kentleşmeye bağlı nüfus artışı İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyük şehirlerde şiddetli hava kirliliğine yol açmıştır. Ankara’da 1972 ve 1975 yıllarında havadaki karbondioksit artışına bağlı pek çok kişi rahatsızlanmış ve günlük yaşam önemli ölçüde etkilenmiştir. Fosil yakıt kullanımına bağlı hava kirliliğine verilebilecek örneklerden biri de Erzurum’dur. 1979 yılında ısınma amaçlı kullanılan fosil yakıtlar nedeniyle ciddi hava kirliliği yaşanmıştır. Bu kirlilikler üzerine “Temiz Hava Antlaşması” yürürlüğe girmiş ve kirli havanın etkilerinin azaltılması amaçlanmıştır (25,29–32).

Hava kirliliğinin önlenmesi ile ilgili olarak; 1983 Tarihli, 2872 Sayılı Çevre Kanunu, 2003 tarihli 4856 Sayılı Çevre ve Orman Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile 2008 tarihli Hava Kalitesini Değerlendirme Ve Yönetimi

Yönetmeliği önemli düzenlemelerdendir (30–32). Ülkemizde yasalar, yönetmelikler ve belirlenen hedefler açısından olumlu gelişmeler olsa da hala $PM_{2,5}$ için bir limit değeri belirlenmemiş, PM_{10} limit değeri DSÖ'nün belirlediği limit değerlere indirilmemiştir. Aynı zamanda yıllık hava kirliliği bültenleri incelendiğinde 2011 yılında günümüze kadar limit değerler sürekli değişkenlik göstermektedir (33). Bu durum bültenlerin karşılaştırılmasını engellemektedir.

2.2. Hava Kirliliği ve Çeşitleri

Hava, atmosferi oluşturan gazların bir karışımıdır, su ve besinler gibi canlılar için hayati önem taşır (34,35). Hava karışımı yüzde 78 nitrojen (azot), yüzde 21 oksijen, yüzde 3 karbondioksitten ve argon, neon, helyum gibi yüzde 1'den az gazlardan oluşmaktadır (36). Duman, toz parçacıkları, kükürtlü, azotlu gazlar ya yoktur ya da çok az miktardadır (37). Temiz hava, insan ve çevre sağlığı için çok önemli bir unsurdur. Ancak hava kirliliği her geçen gün artan ve tüm dünya için; gelişmiş, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerdeki herkes için bir tehdit unsurudur (38,39).

Hava kirliliği; havanın bileşiminde doğal olarak bulunmayan maddelerin havada bulunması veya normal şartlar altında çok az miktarlarda bulunan maddelerin miktarının artması ve canlıların sağlığını tehlikeye atacak düzeye ulaşmasıdır (36). Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA- United States Environmental Protection Agency) hava kirliliğini “kirletici maddelerin insan sağlığına zarar verecek ya da olumsuz çevresel etkiler üretecek şekilde havada bulunması” olarak tanımlamıştır (40). Kirletici maddelerin zararsız olduğu bir sınır değeri olup olmadığı bilinmemekle birlikte sınır değerler, DSÖ tarafından geçmişten günümüze hava kirliliği ile ilgili yapılan çalışmalar değerlendirilerek sürekli güncellenmekte ve zarar en aza indirilmeye çalışılmaktadır (41).

2.2.1. Kapalı Ortam Hava Kirliliği

Konut ve diğer kapalı yapıların iç havasında; insan sağlığını olumsuz etkileyen karbon monoksit, kükürt dioksit, nitrojen oksitler, formaldehit, sigara dumanı, radon, asbest, kurşun, uçucu organik moleküller, çeşitli mikroorganizmalar ve alerjenler gibi biyolojik, fiziksel ve kimyasal zararlı faktörlerin varlığı “kapalı ortam hava kirliliği” olarak tanımlanmaktadır. Bu kirleticilerin iç ortam havasında görülme sıklığı; binanın özelliklerine, yapımında kullanılan malzemeye, ısıtma sistemine, havalandırma durumuna, içinde yapılan işe (konut, işyeri vb.), içinde yaşayan insanların davranışlarına (sigara içilmesi gibi) bağlıdır. İç ortam hava kirliliği, binanın iç koşullarına bağlı olduğu gibi; dış koşulların etkisiyle de oluşabilir. Özellikle yanma sonucu oluşan kirleticiler ve radon dış ortamdan iç ortama girebilmektedir (42–44,21,45,46).

DSÖ 2022 yılı verilerine göre, yaklaşık 2.6 milyar insan ki çoğu düşük-orta gelirli ülkelerde yaşamakta, evlerinde ısınmak ve yemek pişirmek için katı yakıtları (odun, kömür, gübre gibi) kullanmakta ve bu da iç ortam hava kirliliğinin yüksek olmasına katkıda bulunmaktadır (47).

2.2.2. Dış Ortam Hava Kirliliği

Dış ortam hava kirliliği, çeşitli kimyasal işlemlerle atmosfere salınan gaz veya partikül maddelerin, özellikle yakıt kalıntılarının canlıların yaşamına zarar verecek miktarlarda birikmesi olarak tanımlanmaktadır. Volkanlar, orman yangınları, çürüyen hayvan ve bitki artıkları bir dereceye kadar doğal hava kirleticileridir. Doğa bu kirleticileri atmosferde dağıtarak, yağışla yıkayarak ve topraktan süzerek arındırır. Ancak doğal hava kirliliği yaratan bu faktörler, insanların neden olduğu kirlilikle karşılaştırıldığında çok önemsiz düzeydedir (48). Antropojenik kaynaklar ulaşım için kullanılan araçlardan çıkan gazlar, uçak ve gemilerde yakılan petrol ve dizel yakıtlar; sanayi faaliyetleri ve hammadde üretimi veya elektrik üretimi sırasında kömür ve doğal gaz kullanımı sonucu oluşan gazlar; bazı petrol ürünlerinden elde edilen

plastiklerin yanması sonucu oluşan gazlar; hanelerin ısınmak için yaktığı fosil yakıtlar, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan gazlar ve partikül maddelerdir (49).

2.2.2.3. Dış Ortam Hava Kirliliği Tipleri

Londra Tipi Hava Kirliliği : Bu tip hava kirliliğinde fazla miktarda fosil yakıt tüketimi nedeniyle hava salınan duman ve kükürt dioksit gazı sis ile birleşir. Bunun sonucunda kirli hava şehrin üzerinde bir tabaka oluşturur, çöker ve nefes almak güçleşir. Duman ile sisin birleşmesine ‘‘smog’’ ismi verilmiştir. Bu tip kirlilik 1952 yılında yaklaşık 4000 kişinin ölümüne neden olduğu için Londra tipi kirlilik adını almıştır. Bu tip kirlilikte kardiyak ve pulmoner hastalıklar ön plana çıkar (36,48,50).

Los Angeles Tipi Hava Kirliliği : Bu tip kirlilikte duman yerine gazlar ön plandadır. Motorlu taşıtlardan çıkan gazların sis ile birleşmesi sonucu oluşur. Şehrin topografik konumu ve trafik yoğunluğu sonucu oluşmaktadır.

Los Angeles şehri okyanusu kenarında ve etrafı dağlarla çevrili çanak şeklinde konumlanmıştır. Motorlu taşıt sayısı fazla ve yoğun bir trafiği vardır. Okyanustan gelen sis ile egzoz gazlarının karışması sonucu ‘‘smog’’ oluşur. Güneş ışığının etkisiyle oluşan fotokimyasal değişimler hidrokarbonların ve nitrojen oksitinin oluşmasına neden olur. Oluşan maddeler gözlerde yanma, iltihaplanma ve solunum sıkıntılarına neden olur. Ayrıca, bitkiler kurur, boyalar aşınır, lastikler çürür. Los Angeles tipi hava kirliliği, Londra tipinden farklı olarak, genellikle nemin düşük, sıcaklığın yüksek ve havanın açık olduğu günlerde ve özellikle çanak biçimindeki yerleşim yerlerinde görülür (36,48,50).

Sıcaklık İncersiyonu : Günlük hayatta bütün hava olayları troposfer tabakasında gerçekleşir. Düşük basınç şartlarında hava yükseldikçe her 100 metrede 0,65 °C sıcaklık düşer. Hava yükselirken soğur ve genişler. Bu durumlarda kirli hava hızlıca yükselir ve troposfer tabakasında dağılır, kirlilik oluşmaz. Ancak yüksek basınç şartlarında, açık hava ve sakin rüzgârlı günlerde yer kabuğu çok infra-kızıl radyasyon yayarak hızla soğur. Böylece yer ve yere yakın yüzey troposferdeki yüzeyden daha soğuk olur ve hava daha soğuk olan yere yakın kalma eğilimindedir. Havaya atılan baca gazları, taşıt emisyonları yer yüzeyine yakın kalır, birikir ve hava kirliliği meydana gelir (36,51).

2.3. Hava Kirleticileri

Hava kirleticileri sağlık etkilerine, kaynaklarına ve yapılarına bağlı olarak farklı şekillerde sınıflandırılırlar. Kaynaklarına göre değerlendirildiğinde dış ortam hava kirliliği doğal ve antropojenik olarak ikiye ayrılır. Doğal kirletici kaynaklara; volkanik patlamalar ve orman yangınları sonucu ortaya çıkan kirleticiler, toz fırtınalarıyla taşınan partikül maddeler, bitkilerden atmosfere dağılan polenler gibi organik maddeler ve okyanuslardan atmosfere karışan aerosoller örnek verilebilir (52).

Dış ortam hava kirliliğinin en önemli nedeni insan faaliyetleri sonucu oluşan antropojenik kaynaklardır. Antropojenik kaynaklar;

- Ulaşım araçlarının yaktığı yakıtlar,
- Termik santral gibi enerji ve ısı üretimi,
- Fabrikalar, madenler gibi endüstriyel tesisler,
- Belediye ve tarımsal atık yönetimi,
- Isınma ve aydınlatma için kullanılan yakıtlar olarak gruplandırılmaktadır (53).

DSÖ ‘nün 2015 yılında yayınladığı, “Uzman Konsültasyonu: DSÖ Küresel Hava Kalitesi Yönergelerinin Güncellemesi için Mevcut Kanıtlar” adlı raporda hava kirleticileri kimyasal yapılarına göre klasik, organik ve inorganik kirleticiler olarak üç grupta değerlendirilmiştir(Tablo 1) (39).

Tablo 1. Hava kirleticilerini kimyasal yapısına göre sınıflandırılması, DSÖ

Klasik Kirleticiler	Nitrojen dioksit (NO ₂), Partikül Madde (PM), Kükürt dioksit (SO ₂), Ozon
Organik Kirleticiler	Karbon monoksit, Akrilonitril, Benzen, Formaldehit Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), Bütadien, Karbon disülfid, 1,2-Dikloroetan, Diklorometan Poliklorlu bifeniller, Vinil klorür, Stiren, Toluen, Trikloroeten, Tetrakloroeten, Poliklorlu dibenzodioksinler/ Poliklorlu dibenzofuranlar
İnorganik Kirleticiler	Arsenik, Asbest, Kadmiyum, Krom, Florür, Hidrojen, Sülfür, Çinko, Manganez, Cıva, Nikel, Platin, Vanadyum

Başka bir sınıflamada, kaynağından direkt olarak atmosfere salınan kirleticiler birincil, atmosferde çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan kirleticiler ikincil

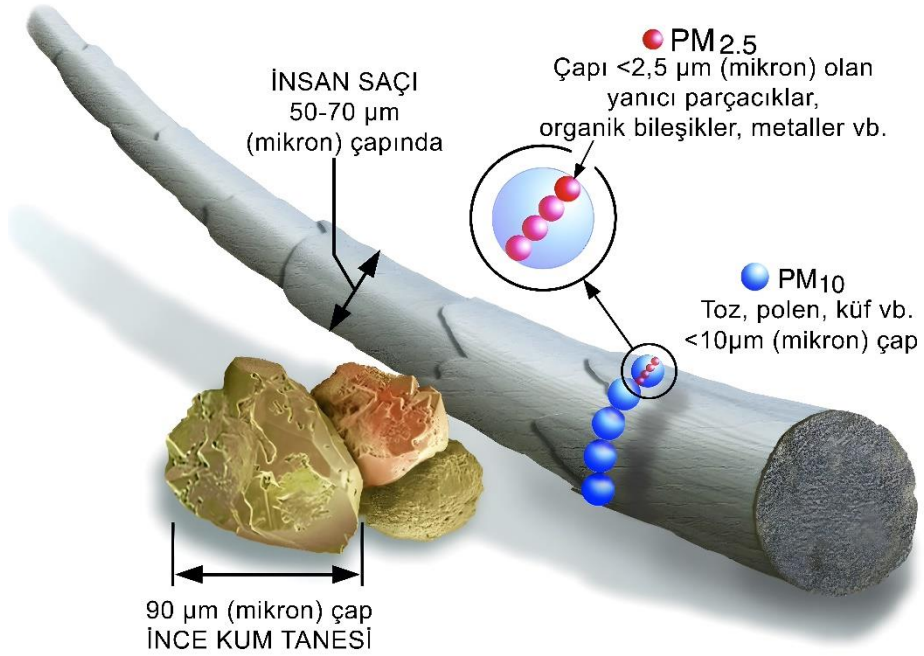
kirletici olarak adlandırılmaktadır. Başlıca birincil hava kirleticileri arasında partikül madde (PM), siyah karbon (BC), kükürt oksitler (SO_2), azot oksitler (NOX) (azot monoksit ve azot dioksit, NO_2 dahil), amonyak (NH_3), karbon monoksit (CO), metan (CH_4), benzen dahil metan olmayan uçucu organik bileşikler (NMVOC'ler) ve benzo[a]piren (BaP) dahil olmak üzere belirli metaller ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar bulunur (39,49).

Hava kirleticileri kısıtlamalarına göre kriter ve kriter dışı (toksik kirleticiler, tehlikeli kirleticiler) olarak iki gruba ayrılmıştır. Kriter kirleticiler; hava kirliliği olaylarının başlangıcından beri izlenen, konsantrasyon ve maruz kalma sürelerine bağlı olarak insan ve diğer varlıklar üzerindeki etkilerine dair yeterli bilginin mevcut olduğu ve dolayısıyla kesin kısıtlamaları olan kirleticilerdir. Bunlar azot dioksit (NO_2), kükürt dioksit (SO_2), karbon monoksit (CO), ozon (O_3), PM_{10} ve kurşun (Pb)'dur. Toksik hava kirleticileri çoğunlukla endüstriyel çalışma ortamlarında karşılaşılan kirleticilerdir. Bu nedenle çevre havasında işyeri ortamına göre beş on kat daha düşük konsantrasyonlarda bulunurlar. Bu tür kirleticiler için endüstriyel ortamlara yönelik kısıtlamalar sağlık etkilerine dayalı olarak konulmaktadır. EPA 'Temiz Hava Yasası ile belirlenen Ulusal Dış Ortam Hava Kalitesi Standartları' için altı kriter kirletici: Partikül Madde ($PM_{2,5-10}$), Yer seviyesindeki Ozon (O_3), Kükürt dioksit (SO_2), Karbon monoksit (CO), Kurşun (Pb), Azot dioksit (NO_2) şeklindedir (54–57).

Türkiye'de 2022 yılı itibariyle toplamda 365 adet ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlardan 340 adedinde Partikül Madde (PM_{10}), 305 adedinde Kükürt dioksit (SO_2), 302 adedinde Azot oksitler (NO_x), 206 adedinde Ozon (O_3), 190 adedinde Karbon monoksit (CO) ve 173 adedinde Partikül Madde ($PM_{2,5}$) parametreleri ölçülmektedir (33). Akdeniz temiz hava merkezinde günümüzde toplamda 32 istasyon bulunmaktadır. Bu istasyonların neredeyse hepsi 2022 yılı itibariyle $PM_{2,5}$ ölçümü yapmaya başlamış olsa da veri yüzdeleri çok düşüktür (58). Türkiye ölçüm istasyon sayıları hala yeterli değildir. İstasyonlar çok geniş alanları temsil etmektedir.

2.3.1. Partikül Madde (PM_{2,5} ve PM₁₀)

Partikül kirliliği olarak da adlandırılan partikül madde; doğal olaylar ve insan faaliyetleri sonucunda oluşan, havadaki sıvı damlacıklar ile katı partiküllerin karışımına verilen isimdir. Fabrikalar, enerji tesisleri, yakma tesisleri, inşaat faaliyetleri, yangınlar ve rüzgârlar partikül maddenin temel kaynaklarıdır. Partikül madde içerisinde ağırlıklı olarak sülfat, nitrat, amonyum, deniz tuzu, mineral tozu, organik bileşikler, siyah veya elemental karbon bulunur (52,53–55). Çoğunlukla atmosferdeki kirleticilerin kimyasal reaksiyonları ile ortaya çıkarlar. Büyüklükleri çıplak göz ile görülebilecek kadar olabileceği gibi, ancak elektron mikroskobu ile boyutlandırılacak kadar küçük olabilmektedir. Parçacıkların boyutları ile havada asılı kalma süreleri ters orantılıdır; küçüldükçe daha uzun süre havada asılı kalırlar. Aerodinamik çapları 10 µm ile 2,5 µm arasında olan kaba parçacıklar PM₁₀, 2,5 µm çapından küçük olan ince partiküller PM_{2,5}, boyutları 0,1µm'den küçük olan çok ince partiküller de PM_{0,1} olarak adlandırılmaktadır (57,59,63,64). İki buçuk mikrometre bir insanın tek bir saç telinin yaklaşık 1/30'u kadardır(Şekil 1) (59).



Şekil 1. Partiküler madde parçacıkları için boyut karşılaştırması (59)

PM₁₀'dan büyük partiküller vücudun savuma mekanizmaları tarafından elemine edilebilirken, PM₁₀'dan ve PM_{2,5}'ten küçük partiküller akciğerlerin derinliklerine kadar ilerleyebilir ve kan dolaşımına karışarak ileri derecede kalp damar, serebrovasküler ve solunum sistemi hastalıklarına sebep olabilirler (65).

Sağlık etkileri haricinde, çevresel etkileri de olan PM kirliliği bakı alanında azalma ve çevresel risklere neden olur. Amerika Birleşik Devletleri'nin değişik bölgelerinde PM_{2,5} bakı mesafesinin (sis) bozulmasının temel nedenidir. PM rüzgârlar ile yayılarak toprak ya da suları kirletebilir. Bu durum gıdalardaki besin kalitesini bozabilir, yağmurlar ile akarsuları asidik hale dönüştürebilir, topraktaki mineral ve besin dengesini değiştirebilir, ormanlara zarar verebilir ve ekosistem farklılıklarını etkileyebilir. Ayrıca, heykel gibi yapıların aşınmasına yol açarak, tarihi ve kültürel mirasa zarar verir (54).

2.3.2. Kükürt Dioksit (SO₂)

Kükürt dioksit (SO₂) renksiz gaz halinde bir maddedir. Havada asılı bulunan çeşitli katı partiküllerin yüzeyinde tepkimeye girebilir, suda çözünebilir ve havada bulunan su buharıyla okside olabilir (66–68). Kömür ve linyit gibi fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan bir gaz olup atmosferde 40 güne kadar kalabilmektedir. İnsan kökenli olan SO₂'nin %80'den fazlasının endüstriyel faaliyetler sonucunda açığa çıktığı tahmin edilmektedir (69). Ayrıca orman yangınları ve volkanik faaliyetler de doğal SO₂ kaynağı olabilmektedir (57,70). Kalitesiz kömürlerin hem ısınma amaçlı hem de endüstriyel faaliyetlerde kullanımının azaltılması sonucu SO₂ konsantrasyonları düşürülebilir. SO₂ ve diğer SO_x (Kükürt oksit)'ler havadaki su buharı ile birleşerek sülfirik asite dönüşerek asit yağmurlarına sebebiyet verebilir (65). Asit yağmurları hem toprağa zarar vererek bitkilerin gelişimini etkiler hem de nehir ve göllerde pH'ı düşürerek orda yaşayan su canlılarına zarar verebilir (54,71). SO₂'nin insan sağlığına etkileri ise solunum yollarını daraltması sebebiyledir. Pulmoner fonksiyonları etkileyerek solunum sistemi enfeksiyonlarına yatkınlığı artırarak hastane başvurularına ve hatta ölüme dolaylı olarak neden olabilir. Özellikle bu etkiler çocuk,

yaşlı ve astım gibi kronik solunum yolu hastalıklarına sahip kişilerde görülmektedir (54,65).

2.3.3. Karbon Monoksit (CO)

Karbon monoksit renksiz, kokusuz ve tatsız bir gaz olup karbon içeren yakıtların tam yanmaması sonucu açığa çıkar. Karbon monoksit atmosferde tepkimeye girmeden 2 ay boyunca kalabilmektedir. Zamanla diğer bileşiklerle tepkimeye girerek karbondioksit (CO_2) dönüşebilmektedir (72). Endüstriyel yakıtlarda ama özellikle motorlu taşıtlarda yanma işlemi tam olmadığında açığa çıkmaktadır. Bu nedenle trafiğin yoğun olduğu bölgelerde karbon monoksit konsantrasyonları daha fazla ölçülmektedir. Ayrıca doğal olarak orman yangınlarında ve volkanik patlamalar sonucu da açığa çıkabilmektedir (73). İnsan vücudunda, karbon monoksitin oksijene göre afinitesi fazla olduğundan hemoglobine bağlanmakta ve hücresel düzeyde oksijen yetersizliğine sebep olmaktadır. Özellikle kalp hastalarında solunum sistemi rahatsızlığı olan bireylerde karbon monoksitin insan sağlığına etkileri daha belirgin olmaktadır. Kısa süreli yüksek konsantrasyonlar aritmi, göğüs ağrısı, inme, miyokardiyal enfarktüs ve hatta ölüme yol açabilmektedir. Ayrıca uzun süreli düşük konsantrasyonlarda beyin ve kalbe geri dönüşümsüz hasarlar verebilmektedir (74).

2.3.4. Azot Dioksit (NO_2)

Azot dioksit renksiz, kokusuz bir gaz olup atmosferde en fazla bulunan gaz gruplarından biridir. Azot dioksit yüksek sıcaklıkta yanma işlemi sonucunda açığa çıkmaktadır. İnsan kaynaklı azot dioksit daha çok egzoz gazları, fosil yakıtlar, endüstriyel faaliyetler, evsel ısınma ve pişirme faaliyetleri ve sigara kullanımıdır (54). Doğal azot dioksit kaynağı olarak topraktaki organik çürümeler gösterilebilir (74). Atmosferde yaklaşık 1 gün kadar kalabilmektedir (75). DSÖ'nün belirlemiş olduğu limit değerlere göre saatlik ortalama değer $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, yıllık ortalama değer de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bildirilmiştir. İnsanlarda daha çok solunum sistemine zarar vererek

etkisini göstermekte bu yüzden astım, bronşit ve KOAH gibi hastalıklara sahip kişileri daha fazla etkilemektedir (53).

2.3.5. Ozon (O₃)

Reaktif bir gaz olan Ozon (O₃) üç oksijen atomunun birleşmesinden oluşur. Stratosferde oluşan ve güneşin zararlı ultraviyole ışınlarından tüm canlıları koruyan Ozon iyi ozon olarak bilinir. Ancak atmosferin troposfer tabakasında azot oksitler (NO_x) ve uçucu organik bileşiklerin bir takım kimyasal reaksiyonları sonucu oluşan Ozon (O₃) ise kötü Ozon olarak adlandırılmaktadır (54). Kötü Ozon özellikle güneş ışınlarının etkili olduğu ve havaların sıcak olduğu yaz aylarında artmaktadır (76). Azot oksitlerin kaynağı olan trafikteki egzoz gazları, endüstriyel faaliyetler ve solvent kullanımı dolaylı olarak Ozon gazının da kaynağını oluşturmaktadır (73,77). Ozon gazı bronşlarda daralmaya yol açarak akciğer fonksiyonlarını azalması sonucu insan sağlığına zararlı etkilerini gösterir. Çocuklar, yaşlılar başta olmak üzere kronik solunum yolu rahatsızlığı olan kişiler daha fazla zarar görmektedir (78).

2.3.6. Diğer Hava Kirleticileri

Kloroflorokarbon gazların başlıcaları CFC-11 ve CFC-12 'dir. Doğal kaynakları yoktur ve insan kaynaklı oluşurlar. Doğada tepkimeye girerek etkisinin azalması söz konusu olmayıp yalnızca bu maddenin hiçbir zaman kullanılmamasıyla zararlı etkilerinden korunulabilir. İnsan ürünü olan spreylere, soğutucu aletler, bilgisayar temizleyiciler, bu gazların başlıca yapay kaynaklarıdır. Cilt dokusunda kanserojenik etki göstererek ve iklim değişikliklerine yol açarak insan sağlığına zararlı etkileri olabileceği tahmin edilmektedir (74).

Karbon ve hidrojenden oluşan Uçucu Organik Bileşiklerin (VOC) çözünürlükleri ve toksisiteleri farklı olan binlerce türü bulunmaktadır. Daha çok insan kaynaklı olan motorlu taşıtlar, egzoz emisyonları, endüstriyel tesisler ve enerji santralleri, boyalar, çözücüler, ahşap koruyucuları, aerosol spreylere, otomobil ürünleri, printerler, temizleyiciler, kuru temizleme işlemleri bu gazların oluşumuna yol

açmaktadır (54). Benzen ve benzo-a-piren gibi uçucu organik bileşenlerin kanserojen etki gösterebileceği düşünülmektedir (71).

İnsan aktivitelerinden kaynaklanan CH₄ (Metan) gazı, organik artıkların oksijensiz ortamda ayrışması (anaerobik ayrışma) sonucunda meydana gelmektedir. Bazı canlıların doğal metabolizması sonucu açığa çıkabildiği gibi, özellikle pirinç tarlaları, çiftlik gübreleri, çöp yığınları, bataklıklar en önemli kaynaklarıdır (74).

2.4. Hava Kirliliği Parametreleri ve Sınır Değerleri

Hava kirliliği için en sık kullanılan göstergeler kükürt dioksit, partiküler madde, ozon, azot oksitler ve karbon monoksit olarak sayılabilir. Bu maddelerin belli değerlerin üzeri çıkması sonucu belirgin hava kirliliği oluşturmaktadır. Havaya karışan kirleticiler doğrudan ya da dolaylı olarak insan sağlığını etkilemektedir. Doğrudan etkileme daha çok bu kirleticilerin direkt olarak solunmasıyla olmaktadır. Dolaylı etki ise kirleticilerin havadan toprak, bitki, hayvan ve diğer çevresel ortamlara geçerek besin zinciri ve içme sularına karışmasıyla olmaktadır (53,79,80).

Kükürt dioksit fosil yakıtların yanması sonucu solunum yolu hastalıklarına sebep olmaktadır. Partikül maddeler sanayi, yakıt yanması, tarım ve ikincil kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşmakta kanser, kalp hastalıkları, solunum yolu hastalıkları başta olmak üzere birçok sağlık sorununa yol açmaktadır. Azot oksitler taşıt emisyonları ve yüksek sıcaklıkta yakma prosesleri sonucunda oluşmakta özellikle göz ve solunum yolu hastalıklarına sebep olmaktadır. Karbon monoksit eksik yanma ürünü olarak oluşmakta ve oksijen taşınma kapasitesinde azalma sonucu kardiyak ve solunumsal sağlık sorunlarına yol açabilmekte ve hatta direkt ölüm sebebi de olmaktadır. Ozon trafikten kaynaklanan azot oksitler ve uçucu organik bileşiklerin (VOC) güneş ışığıyla değişimi sonucu oluşmakta solunum yolu rahatsızlıklarına neden olmakta ayrıca göz ve burunda irritasyon oluşturmaktadır (53,79,80).

Dünya sağlık örgütü hava kirliliği 2005 rehberine göre PM_{2,5} yıllık sınır değeri 10 µg/m³, PM₁₀ için 20 µg/m³ olarak belirlenmiştir. DSÖ sınır değerleri 2021 yılında güncelleştirilmiştir(**Tablo2**) (41). Buna göre PM₁₀ yıllık sınır değeri 15 µg/m³, PM_{2.5} yıllık sınır değeri 5 µg/m³ olarak belirlenmiştir. NO₂ yıllık sınır değeri 10 µg/m³'e

düşürülmüştür. So₂ günlük limit değeri 20 µg/m³'ten 40 µg/m³'e yükseltilmiştir. Daha önceki yıllarda limit değeri belirlenmeyen Ozon için yoğun dönemlerde 60 µg/m³ kabul edilmiştir. DSÖ'nün 2005 yılında limit değeri belirlemediği bir diğer hava kirleticisi olan CO için günlük 4 µg/m³ belirlenmiştir (38). Ülkemizde PM₁₀ için 2009 ve önceki yıllarda günlük 300 µg/m³ ve yıllık 150 µg/m³ olan sınır değerler kademeli olarak düşürülerek Avrupa ülkelerinde kullanılan sınır değerler ile eşitlenmiştir. Ülkemizde 2019 yılından itibaren PM₁₀ sınır değerleri günlük 50 µg/m³ ve yıllık 40 µg/m³ olarak uygulanmaktadır. Ancak henüz PM_{2.5} için ülkemizde uygulanan bir limit değeri bulunmamaktadır. Ülkemizde SO₂ ve NO₂ için DSÖ'nün 2005 yılında belirlemiş olduğu limit değerleri halen kullanılmaktadır. Bu değerler sırasıyla 20 µg/m³ ve 40 µg/m³'tür. Günümüzde Ozon (O₃) için kullanılan limit değeri yoğun dönemlerde 120 µg/m³'tür. Karbon monoksit (CO) için ise limit değeri günlük 10 µg/m³ olarak kabul edilmiştir (79). Türkiye'nin, DSÖ'nün ve Avrupa Birliği'nin hava kirleticisi sınır değerleri Tablo 3'te verilmiştir (41,81,82).

Tablo 2. DSÖ Hava Kirliliği Rehberi güncellemesi

Kirleticisi	Ortalama Süre	2005 AQGs	2021 AQGs
PM _{2,5} µg/m ³	Yıllık	10	5
	24 saatlik	25	15
PM ₁₀ µg/m ³	Yıllık	20	15
	24 saatlik	50	45
O ₃ µg/m ³	En yoğun sezon	-	60
	8 saatlik	100	100
NO ₂ µg/m ³	Yıllık	40	10
	24 saatlik	-	25
SO ₂ µg/m ³	24 saatlik	20	40
CO mg/m ³	24 saatlik	-	5

Tablo 3. Türkiye, DSÖ ve Avrupa Birliği Sınır Değerleri

Kirletici	Ortalama Süre	Türkiye	2021 AQGs	Avrupa Birliği
PM _{2,5} µg/m ³	Yıllık	-	5	25
	24 saatlik	-	15	-
PM ₁₀ µg/m ³	Yıllık	40 _a	15	40 _a
	24 saatlik	50	45	50
O ₃ µg/m ³	En yoğun sezon	-	60	-
	8 saatlik	120 _b	100	120 _b
NO ₂ µg/m ³	Yıllık	40	10	40
	24 saatlik	200 _c	25	200 _c
SO ₂ µg/m ³	24 saatlik	125	40	125
	Saatlik	350 _d	-	350 _d
CO mg/m ³	24 saatlik	10 _e	5	10 _e

a: Bir yılda 35 defadan fazla aşılmaz. b: Bir yılda maksimum günlük 8 saatlik ortalama; üç yıllık ortalama alındığında bir yılda 25 günden daha fazla süre boyunca aşılmayacaktır. c: Bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz. d: Bir yılda 24 defadan fazla aşılmaz. e: maksimum günlük 8 saatlik ortalama(38,81,82)

2.4.1. Hava Kalite İndeksi

Halk sağlığı için çok önemli bir problem olduğundan dolayı tüm dünyada hava kalitesinin bölgelere göre karakterize edilmesi ihtiyacı doğmuştur ve bu nedenle ‘‘Hava Kalitesi İndeksi (HKİ)’’ kullanılmaktadır (79). HKİ, belirli bir bölgedeki hava kalitesinin seviyesini ölçmek için kullanılan bir ölçüttür ve çeşitli kirletici maddelerin havadaki konsantrasyonlarını ölçerek, insanlar ve çevre üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirir. HKİ hesaplama yöntemi, hava kalitesi izleme istasyonlarından alınan ölçüm verilerini kullanır. HKİ değeri, 5 farklı kirleticiden (PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂ ve O₃) her biri için ayrı ayrı hesaplanır ve sonuçta en yüksek HKİ değerine sahip kirleticiye karşılık gelen bir sağlık etkisi endeksi seviyesi belirlenir. Hesaplama her kirletici için ayrı ayrı yapılır (82–85).

Örneğin, PM₁₀ için hesaplama formülü şöyledir:

$$HKİ = [(İlgili\ saatlik\ PM_{10}\ ölçüm\ değeri) / (PM_{10}\ standardına\ göre\ izin\ verilen\ maksimum\ saatlik\ konsantrasyon)] \times 500$$

Benzer şekilde $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 ve O_3 için hesaplama formülleri de benzer şekilde yapılmaktadır. Bu hesaplamalar sonucunda her kirleticinin HKİ değeri elde edilir. Sonuçta elde edilen HKİ değerleri bir araya getirilerek toplu HKİ değeri elde edilir. Toplu HKİ değeri, en yüksek HKİ değerine karşılık gelen sağlık etkileri endeksi seviyesine göre belirlenir. Örneğin, eğer $PM_{2,5}$ için hesaplanan HKİ değeri 100 ve SO_2 için hesaplanan HKİ değeri 150 ise, toplu HKİ değeri 150 olarak belirlenir. Bu toplu HKİ değeri, insanlar ve çevre üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirmek için kullanılır. HKİ, genellikle 0 ila 500 arasında bir sayıda ifade edilir ve yüksek HKİ değerleri, insan sağlığı için potansiyel olarak zararlı hava koşullarını gösterir. HKİ değeri ne kadar yüksekse, hava kalitesi o kadar kötüdür ve insanlar için o kadar fazla sağlık riski taşır. Bazı durumlarda, hava kalitesi izleme istasyonlarında bazı kirleticilerin ölçümleri yapılmıyor olabilir veya ölçüm verileri eksik olabilir. Bu durumda, HKİ hesaplaması için eksik kirleticilerin yerine yakın benzerlikteki diğer kirleticilerin verileri kullanılır. Örneğin, eğer $PM_{2,5}$ ölçüm verileri eksikse, PM_{10} verileri kullanılarak bir tahmin yapılabilir ve HKİ hesaplaması bu tahmin verileri kullanılarak yapılabilir. Benzer şekilde, eğer NO_2 ölçüm verileri eksikse, SO_2 veya PM_{10} verileri kullanılarak bir tahmin yapılabilir ve hesaplama bu tahmin verileri kullanılarak yapılabilir. Ancak, tahmini verilerin gerçek ölçüm verilerinden farklı olabileceği ve hava kalitesi izleme istasyonlarında yapılan tam ölçümler kadar kesin olmayabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, eksik veri durumlarında hesaplama sonuçları, hava kalitesi hakkında bir tahmin sağlamak için kullanılabilir, ancak tam olarak doğru olmayabilir (84,86–89).

Türkiye’de AB sınır değerleri baz alınarak ‘‘Ulusal Hava Kalitesi İndeksi’’ hazırlanmıştır. En önemli 5 temel kirletici (PM_{10} , CO, SO_2 , NO_2 ve O_3) için HKİ hesaplanmaktadır. HKİ hesaplaması sonucu ortaya çıkan sınıflandırma ile kirleticilerin seviyelerine göre hava kalitesi ‘‘iyi, orta, hassas, sağlıksız, kötü, tehlikeli’’ şeklinde sınıflandırılarak daha anlaşılır hale getirilmiştir;

1. İyi; hava kirliliği risk teşkil etmiyor ve hava kalitesi memnun edici.
2. Orta; hava kirliliğine hassas olan bireylerde sağlık endişesi oluşabilir fakat hava kalitesi uygun.
3. Hassas; sadece hassas gruplarda sağlık etkileri oluşabilir.
4. Sağlıksız; tüm toplumda sağlık etkileri oluşabilir.

5. Kötü; nüfusun tamamının sağlığını etkiler hatta sağlık açısından acil durum oluşturabilir.
6. Tehlikeli; Sağlık alarmı: Herkes çok daha ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2005 yılında ‘‘Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı’’nı kurmuştur. Türkiye genelinde 365 izleme istasyonu kurulmuştur. Halkın hava kalitesi verisine erişim hakkı kapsamında ‘‘www.havaizleme.gov.tr’’ internet adresinde hava kalitesi izleme verisi saatlik olarak paylaşılmaktadır. Ölçüm istasyonlarında toplanan veriler ayrıca Bakanlık Çevre Referans Laboratuvarı Veri İşletim Merkezine aktarılarak takip edilmekte ve eşzamanlı olarak yayınlanmaktadır(**Tablo 4**) (79,79).

Tablo 4. Ulusal Hava Kalite İndeksi

Hava Kalitesi İndeksi (AQI) Değerler	Sağlık Endişe Seviyeleri	Renkler	Anlamı
0-50	İyi	Yeşil	Hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği az riskli veya hiç risk teşkil etmiyor.
51-100	Orta	Sarı	Hava kalitesi uygun fakat alışılmadık şekilde hava kirliliğine hassas olan çok az sayıdaki insanlar için bazı kirleticiler açısından orta düzeyde sağlık endişesi oluşabilir.
101-150	Hassas	Turuncu	Hassas gruplar için sağlık etkileri oluşabilir. Genel olarak kamunun etkilenmesi olası değildir.
151-200	Sağlıksız	Kırmızı	Herkes sağlık etkileri yaşamaya başlayabilir, hassas gruplar için ciddi sağlık etkileri söz konusu olabilir.
201-300	Kötü	Mor	Sağlık açısından acil durum oluşturabilir. Nüfusun tamamının etkilenme olasılığı yüksektir.
301-500	Tehlikeli	Kahverengi	Sağlık alarmı: Herkes daha ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir.

Kaynak: sim.csb.gov.tr

2.5. Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri

Hava kirliliğinin en önemli etkisi insan sağlığı üzerinde görülmekte ve düşük dozlarda bile insan sağlığını tehdit ettiği bilinmektedir. Hava kirliliğinin nüfus üzerindeki maruziyet sağlık ilişkisi, maruz kalınan kirleticilerin yüksek değerlerde ne sıklıkta kaldığı ve ne kadar yüksek değerlerde gözlendiği ile ilgilidir. Hava kirliliği tüm nüfusu etkilemekle birlikte akciğer ve kalp hastalığı olan kişileri daha fazla etkilemektedir. Özellikle uzun süre maruz kalma durumlarında nüfusun tamamı etkilenmektedir (73,90,91). Akciğer ve kalp hastalığına sahip olan hassas gruplarda hava kirliliği sonucu öksürük, nefes almakta zorluk gibi semptomlar görülmekte ve var olan hastalık şiddetlenmektedir. Dünya genelinde hastalık ve ölümlerin ana sebeplerinden biri olan hava kirliliğinin sağlık üzerine olan etkileri öksürük ve bronşitten, kalp hastalığı ve akciğer kanserine kadar değişmekte artan morbidite ve mortaliteyle ilişkilendirilmektedir (27,39,92,93).

Günümüzde 10 kişiden 9'u kirli ve tehlikeli hava solumakta DSÖ'ye göre her 8 ölümden 1'i hava kirliliği nedeniyle gerçekleşmektedir (27). DSÖ "Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı" (IARC) 2013 yılında hava kirliliğini de sigara gibi akciğer kanserinin bilinen sebepleri arasında kabul etmiş ve insanlar için direkt karsinojen olan grup 1 kanserojen sınıflamasına dâhil etmiştir (28). Her 10 µg/m³'lük PM₁₀ artışı toplam mortalitede %4, akciğer kanseri mortalitesinde %8 ve kardiyopulmoner mortalitesinde %6 artışa neden olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Ayrıca bu artış kanser ölümlerinde de %15-%27 oranında artışa neden olmaktadır (94–99).

Son yıllarda yapılan birçok çalışmada hava kirliliğinin sağlık üzerine etkileri ortaya konulmuştur. İstanbul'da 2013-15 yılları arasında yapılan bir çalışmada, kirleticilere maruziyet ile hastane başvuru sayısının arttığı, kadın cinsiyetin ve yaşlıların kirleticilere karşı daha duyarlı olduğu ve PM_{2,5} değeri ile başvuru arasındaki ilişkinin diğer kirleticilere göre daha güçlü ilişkisi olduğu bulunmuştur (100). İtalya'da 6 şehirde gerçekleştirilen bir çalışmada kirletici seviyesi ve solunum sebepli hastane başvuruları arasında PM₁₀'nun NO₂'e göre etkisinin yaklaşık iki kat daha fazla ilişkili olduğu ortaya konulmuştur. Güney Avrupa'da yapılan başka bir çalışmada yer alan 8 Akdeniz şehrinde PM artışının hastane başvurularındaki artış ile ilişkisini belirlemiş,

10 µg/m³ artışın %1,15-1,35 başvuru sayısını artırdığı görülmüştür. Uzun dönem sağlık etkileri arasında yer alan akciğer kanseri ile PM içeriğinde yer alan elementler bazında yapılan değerlendirmede, PM_{2,5} boyutundaki kirleticilerin akciğer kanseri ile ilişkisinin yüksek olduğu tespit edilmiş ve PM'nin sağlık ile yakından ilişkisine vurgu yapılmıştır (101–103).

Dünyanın birçok yerinde hava kirleticileri miktarıyla hastane başvurusu ilişkisi ispatlanmıştır. Hava kirliliğine neden olan kirleticilerin sağlık üzerine olumsuz etkileri epidemiyolojik çalışmalar ve karşılaşılan vakalar ile tespit edilerek ortaya konulmuştur (73,91,104).

2.5.1. Kardiyovasküler Sistem Hastalıkları

Kardiyovasküler hastalıklar (KVH), dünyada ölüm nedenleri arasında ilk sırada yer almaktadır. 2015 yılında 6 milyon insan hava kirliliği nedeni ile ölmüş, bunun yarısından fazlası KVH nedeniyle gerçekleşmiştir. Dünyada 2016 yılında tüm küresel ölümlerin yaklaşık üçte birini kapsayan 17,9 milyon insan KVH nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Bunların çoğu düşük gelirli, gelişmekte olan ülkelerdedir ve miyokard enfarktüsü (MI), serebrovasküler olay (SVO) sorumlu olmuştur. KVH'ların görülme sıklığı daha fazla, gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere son 10 yılda iki katına çıkmıştır. Hava kirliliği, Amerikan Kalp Derneği (AHA), Avrupa Kardiyoloji Derneği ve DSÖ tarafından KVH risk faktörü olarak kabul edilmiştir (11,26,105,106).

Hava kirleticilerinin birçoğunun kardiyovasküler sistemi etkilemesine karşın, en çok PM etkili olmaktadır. PM_{2,5} alveoller ve damar duvarları arasında doğrudan yer değiştirme yoluyla veya akciğer-damar bariyerini geçebilen makrofajlar aracılığıyla dolaşıma karışabilir. Damarlarda vazokontrüksiyona, damar direncinin artmasına ve beyin kan akımının yavaşlamasına neden olabildiği gibi pıhtılaşma oranını da artırabilir. Hava kirliliğine kısa- uzun süreli maruziyetin araştırıldığı meta-analiz çalışmalarında, hipertansiyonun hava kirliliği ile ilişkili olduğu ve PM'nin geceleri hipotansiyona neden olduğu saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada hava kirliliği parametreleri ve inme ile arasındaki ilişkiyi anlamak için altı milyondan fazla inme hastası incelenmiş, inme nedeni ile hastane gelişleri ve ölümler arasında çok güçlü doğrusallık olduğu saptanmıştır. PM_{2,5}'e maruziyet sonrası kısa süre içinde akut

miyokard enfarktüsü, inme, kalp yetmezliği atakları ve ani kardiyak arrest durumlarının arttığı gözlemlenmiştir (105,107).

Birçok çalışma, PM'ye yüksek seviyede ve uzun süre maruziyetin, KVH ile ilgili ölümlerle bağlantılı olan arteriyel hipertansiyona katkıda bulunduğu; akut KVH sebebi olan plak rüptürü, sistemik oksidatif stres ve inflamasyon risklerini yükselterek, miyokard enfarktüsüne ve iskemik ataklara neden olabildiği tespit edilmiştir (108–111).

2.5.2. Solunum Sistemi Hastalıkları

Solunum sistemi hastalıkları (SSH) hava kirliliğinden en çok etkilenen hastalık grubudur. KOAH, astım, pulmoner hipertansiyon, amfizem, pnömoni ve akciğer kanseri hava kirliliği ile yakından ilişkilendirilmiştir. KOAH nedeni ile 2016 yılında 3 milyon kişi ölmüştür ve 1.7 milyon kişinin ölümünden de akciğer kanseri sorumlu olmuştur. Dünyada akciğer kanserinden, akut alt solunum yolu enfeksiyonundan, KOAH'dan gerçekleşen ölümlerin ve hastalıkların büyük bir kısmı hava kirliliği nedeniyledir (99,112).

Astım, nefes darlığı ve tekrarlayan ataklarla karakterize, şiddeti ve atak sıklığı kişiden kişiye ve ortama göre değişen kronik bir hastalıktır. Astımın oluşumu için genetiğin dışında akciğerin alerjik reaksiyonlara neden olabilecek parçacıklara maruz kalmak önemli risk faktörüdür. DSÖ'ye göre, yaklaşık iki yüz milyon insan astım hastası ve astım çocuklar arasında en sık görülen kronik hastalıktır. Astım nedeniyle gerçekleşen 10 ölümden 8'inden fazlası düşük ve orta gelirli ülkelerde görülmekte ancak astım, gelişim düzeyinden bağımsız olarak her ülkede ortaya çıkabilmektedir (112). Partiküler madde, NO₂ ve O₃ hava yolu iltihaplarına, alerjik reaksiyonlara ve dolayısıyla astım ataklarında artışa neden olmaktadır. NO₂, PM_{2,5} ve O₃ düzeyinde artışın astıma bağlı ölümleri %7 ile %11 arası oranlarda artırdığı görülmüştür. Amerika'da özellikle aktif ve trafiğin yoğun olduğu şehirlerde astımlı çocukların, astım ataklarının arttığı ve kirliliğin astım gelişimine yol açtığı bildirilmiştir (113–116).

Özellikle yaşlılar, mevcut bir solunum sistemi hastalığı bulunanlar hava kirliliğinin olumsuz etkilerinden daha fazla etkilenmektedir. Bunun dışında, çocukluk

dönemlerinde hava kirliliği maruziyeti sonucunda azalmış akciğer fonksiyonları yetişkin yaşlarda kardiyovasküler ve solunum sistemi hastalıklarına yakalanma riskinin ve mortalitesinin artmasına sebep olmaktadır (117–119).

2.5.3. Diğer Hastalıklar

Hava kirliliği, nörogelişimsel ve nörodejeneratif hastalıklar için muhtemel bir risk faktörü olarak bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada PM maruziyetinin erkek cinsiyette daha çok olmak üzere nörotoksositeye neden olduğunu; şizofreni, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozuklukları ve otizm spektrum bozukluklarına sebep olabileceğini bildirmiştir (120,121). Bir başka çalışmada PM kirliliğinin çocuklarda hafıza ve dikkat eksikliği problemlerine neden olduğu, ayrıca düşük doğum ağırlığı, prematür doğum ve yeni doğan ölümlerini artırdığı, fetusta gelişim bozukluklarının dışında bilişsel bozukluklara da sebebiyet verdiği belirtilmiştir (122–124). Birçok çalışmada, kadınlarda gebelik esnasında hipertansif hastalık riskini artırdığı, erkeklerde de sperm kalitesinin düştüğü belirtilmiştir (125–127). Hava kirliliğine neden olan maddelerin birçok kanserin riskinin artırdığı bilinmektedir. Bir sistematik derlemede hava kirliliği ile akciğer kanseri ilişkisi incelenmiş, kirliliğe maruz kalmanın kanser gelişimi üzerine etkisini net bir şekilde ortaya konmuştur. Birbirinden bağımsız olarak yapılan iki farklı çalışmada hava kirliliği maruziyeti ile akciğer ve prostat kanseri arasında pozitif ilişki ortaya konmuştur (128–130). Ayrıca kirlilik maruziyetinin yetişkin kişilerde lösemiye, birçok deri kanseri ve göz hastalıklarına neden olduğu tespit edilmiştir. Hava kirliliği ayrıca diyabete ve metabolik sendroma da neden olmaktadır (6).

2.6. Mortalite Kavramı ve Ölçütleri

Latince mors yani "ölüm" sözcüğü kökenli mortalite kavramı genellikle mortalite oranı olarak ifade edilir. Mortalite oranı belirli bir nüfusta belirli bir süre içerisinde ölüm sayılarını ifade etmek için kullanılır. Mortalite düzeyini belirleyen ölçütler toplumdaki ölümlerin ne boyutta olduğunu açıklamaya yarayan ölçütlerdir. Çeşitli kaynaklarda farklı sınıflandırmalar olsa da kabaca şu şekilde sınıflandırılabilir (131–133).

1. Kaba ölüm hızı

2. Özel Ölüm Hızı (Yaşa-Özel, Cinsiyete-Özel, Yerleşim Yerine-Özel, Nedene-Özel)
3. Fatalite Hızı
4. Orantılı Ölüm Hızları (Nedene-Özel, Yaşa-Özel)
5. Bebek Ölüm Hızları (Erken, Geç Yeni doğan Dönemi, Yeni doğan Sonrası Dönem)
6. Perinatal Ölüm Hızı
7. Ana Ölüm Hızı

2.6.1. Kaba Ölüm Hızı

En sık kullanılan ölüm ölçütü olan kaba ölüm hızı belirli bir süre içinde ölüm riski ile karşılaşan toplumda meydana gelen ölümlerin sayısı olarak tanımlanır. Genellikle bin kişi de diye ifade edilir. Toplumların sağlık düzeyini belirlemek için duyarlı bir ölçüt değildir. Hesaplanmasında 3 temel noktaya dikkat edilmelidir (130).

1. Toplumda risk altındaki nüfus
2. Ölümlerin gerçekleştiği zaman aralığı
3. Meydana gelen ölümlerin sayısı

2.6.2. Özel Ölüm Hızları

Belirli bir nüfusta gerçekleşen ölümlerin boyutunu daha hassas bir şekilde belirleyebilmek için kullanılır. Yaşa, cinsiyete, yerleşim yerine vb. gruplarda ölümlerin ne düzeyde olduğunu gösterir.

- a) **Yaşa özel ölüm hızı:** Belli bir yaş grubunda, 5-10 yıllık yaş grupları veya 5 yaş altı, 30 yaş üstü, 65 yaş altı vb. özellik taşıyan yaşlar için hesaplama yapılabilmektedir (134).
- b) **Prematür ölüm hızı:** Belirli bir zamanda altmış beş, yetmiş veya 75 yaş altındaki ölümlerin, aynı zamanda yıl ortası nüfusa bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Erken ölümler sebebiyle kaybedilen yaşam sürelerinin toplam sayısı ‘potansiyel yaşam yılı kayıpları’ olarak belirtilir.

Ölümlerle ilgili detaylı veri sağlayan bir ölçüttür. Çevresel faktörler Prematür ölümlere etkisi olan belirleyicilerdir (135).

- c) **Cinsiyete özel ölüm hızı:** Cinsiyete göre ölüm seviyelerini belirlemede kullanılır.
- d) **Nedene özel ölüm hızı:** Belirli bir nedene bağlı ölümlerin, aynı zamanda aynı nüfusa bölünmesiyle bulunur.

2.6.3. Fatalite Hızı

Belirli bir hastalığa yakalananlar içinden ne kadarının öldüğünü belirten bir ölçüttür (134).

2.6.4. Orantılı Ölüm Hızları (Nedene-Özel, Yaşa-Özel)

Bir nedene bağlı ölümlerin tüm ölümlerin içindeki payını gösterir. En çok ölüme yol açan hastalıkların tüm ölümler içinde önem sırasını saptamada kullanılır. Genel sağlık düzeyini gösteren anlamlı bir ölçüttür (134).

2.6.5. Bebek Ölüm Hızları (Erken, Geç Yeni doğan Dönemi, Yeni doğan Sonrası Dönem)

Özellikle çocuk sağlığının düzeyini gösteren önemli bir ölçüttür. Ayrıca toplumların gelişmişlik düzeyi hakkında da bilgi verir. Bir toplumda belirli bir sürede meydana gelen canlı doğumlar içerisindeki canlı doğup bir yaşını tamamlayamadan ölenlerin oranını verir. Erken yeni doğan 0-7 günlük, geç yeni doğan ise 8-28 günler arasını, yeni doğan sonrası ise 29-365 günlük dönemi kapsar (134).

2.6.6. Perinatal Ölüm Hızı

Bir toplumda canlı ve ölü doğumların hepsinin içerisindeki gebeliğin 20. haftasından sonra ölü doğan veya canlı doğup 0-7 günlük iken ölen bebeklerin oranını

verir. Anne sağlık düzeyini, doğum öncesi bakım, doğum sonrası bakım hizmetlerinin durumunu gösteren önemli bir ölçüttür (134).

2.6.7. Ana Ölüm Hızı/Oranı

Bir toplumda belli bir sürede gebelik döneminde, doğum sırasında veya doğumdan sonra ilk 6 hafta içerisinde ölen kadın sayısının, aynı toplumda aynı sürede meydana gelen canlı doğumlara bölünmesi ile elde edilen ölçüt ana ölüm oranı; 15-49 yaş kadın sayısına bölünmesi ile elde edilen ölçüt ana ölüm hızı olarak adlandırılır. Ana sağlığını belirleyen ve bu konuda verilen hizmetlerin kalitesini değerlendirmesi açısından önemli bir ölçüttür. Aynı zamanda toplumun sosyoekonomik düzeyini göstermesi açısından önemlidir (134).

2.7. Dünya ve Türkiye Hava Kirliliği Durumu

Hava kirliliği toplum sağlığını olumsuz etkilemekte olup son yıllarda kirleticilerin takip edilmesi ve önlemler alınmasına karşın özellikle büyük şehirlerde olmak üzere sorun devam etmektedir. Hava kirliliğinden büyük ölçüde konutlarda ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar, endüstriyel faaliyetler ve egzoz gazları sorumlu tutulmaktadır. Dünyada 1.3 milyar kişinin 1980’li yıllara kadar kirli hava soluduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca 2030 yılına kadar kirletici emisyonlarında beş katlık bir artış beklenmektedir. Dünyada her yıl ortalama 7 milyon kişinin hava kirliliğinden dolayı öldüğu tahmin edilmektedir. Bulaşıcı hastalıklardan daha fazla olmak üzere hava kirliliğinden her yıl 4,2 milyon kişinin erken öldüğu tahmin edilmektedir. Ayrıca dünyada son 30 yılda hava kirliliğine bağlı ölümlerin %153 oranında arttığı tahmin edilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde enerji ihtiyacının artması ve hızlı kentleşme nedeniyle hava kirliliği daha fazla görülmektedir (136,137). Dünya’da son yıllarda yapılan çalışmalarda hava kirliliğinin Güneydoğu Asya ülkelerinde daha fazla görüldüğu bildirilmiş olup en düşük değerler Avrupa ve Batı Pasifik ülkelerinde gözlenmiştir. Avrupa Hava Kalitesi 2018 Raporu’nun verilerine göre Avrupa’da yıllık

PM₁₀ ortalama değerleri en yüksek lkeler Doğu Avrupa’da yer alırken, en düşük ülkeler ise Kuzey Avrupa’da yer almaktadır (138–140).

Türkiye’de özellikle doğalgaz kullanımının başladığı 1990’lı yıllara kadar hava kalitesinin daha kötü olduğu tahmin edilmektedir. Özellikle büyükşehirlerde bu yıllardan sonra ısınma amaçlı kullanılan yakıtların oluşturduğu hava kirliliği azalmakla birlikte endüstriyel faaliyetler ve trafik nedenli hava kirliliği ön plana geçmiştir. Türkiye’de 2020 yılında ölçüm yapılan istasyonların %97,7’sinde DSÖ kılavuzlarında belirtilen sınır değerlerin üzerinde ölçüm yapılmıştır. Ayrıca lçm yapılan istasyonların yaklaşık yarısında ulusal sınır değerlerin de üzerinde ölçüm yapılmıştır. Aynı yılda sadece iki ilde (Bitlis ve Hakkâri) DSÖ sınır değerlerin altında ölçüm yapılmıştır. En yüksek PM₁₀ ortalaması Muş ilinde olup yılın %83’nde sınır değerlerin üzerinde ölçüm yapılmıştır. Son beş yılda Türkiye’deki beş ilde (Kahramanmaraş, Iğdır, Manisa, Ağrı, Düzce) yüksek ölçümler gözlenmiş olup bu illerde hava kirliliği sorununun kronikleştiği söylenebilir (78,141).

Türkiye’de 2020 yılına kadar son beş yılda ölçüm yapılan istasyon sayısı artmış gibi görünse de 2019 yılında ölçüm yapılan istasyon oranı %53 oranında kalmıştır. Ayrıca yıllara göre ölçümler her istasyonda kararlı bir şekilde görülmemektedir. Yüksek değerler görülen bazı illerde bir sonraki yıl yeterli ölçüm yapılmadığı görülmüştür (141).

2.8. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye İllerinin Coğrafi, Demografik Yapısı ve Sanayileşme Durumu

2.8.1. Hatay

Akdeniz Bölgesinde yer alan Hatay İlinin yüzölçümü 5403 km²’dir ve il arazisi 35⁰ 52’ ile 37⁰ 04’ kuzey enlemleri, 35⁰ 40’ ile 36⁰ 35’ doğu boylamları arasında yer alır. Hatay ili doğusunda ve güneyinde Suriye, kuzeydoğusunda Gaziantep, kuzey ve kuzey batısında Osmaniye ve Adana, batısında ise Akdeniz ile çevrilmiştir (142). Hatay; Antakya, Altınözü, Arsuz, Belen, Defne, Dörtyol, Erzin, Hassa, İskenderun, Kırıkhan, Kumlu, Payas Reyhanlı, Samandağ ve Yayladağı olmak üzere 15 ilçeden

oluşmaktadır. En önemli dağlık alan, Amik ovasının içinde yer aldığı graben alanı ile Akdeniz arasında set oluşturan ve kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan Amanos Dağları'dır (143).



Şekil 2. Hatay ilinin Türkiye haritasındaki yeri

Hatay'da Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yazları sıcak ve kurak; kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Sıcaklık yıl içinde $-6,3^{\circ}\text{C}$ ile $+43^{\circ}\text{C}$ arasında seyreder. Dağların yüksek noktalarında sıcaklık, ovalara nazaran daha düşüktür. Senelik yağış miktarı 877-1.174 mm'dir. Arazinin %44'ü ekili-dikili alanlar,%38'i orman ve makilerle, % 14'ü çayır ve meralarla kaplıdır (142,144).

Hatay 2015 nüfusu yaklaşık bir buçuk milyon iken 2019 yılına gelindiğinde yaklaşık bir milyon altı yüzlere ulaşmıştır (131). Otuz yaş üzeri nüfus 2015 yılında yedi yüz binlerden sekiz yüz binlere yükselmiştir ve erkek nüfus oranı ortalama %50,2'dir (131,144).

Sanayi sektörü 1960'lı yıllara kadar tarıma dayalı olan sonraki yıllarda birçok farklı iş kolunda açılan fabrikalar ile gelişmeye devam etmektedir. Tuğla, çimento gibi fabrikaların yanında Türkiye'nin en büyük demir çelik fabrikası olan İSDEMİR bu il sınırları içerisinde yer almaktadır (144). İldeki sanayi faaliyetlerinin büyük çoğunluğu, Antakya, İskenderun ve Payas olmak üzere 3 organize sanayi bölgesi ile Antakya,

İskenderun, Dört Yol, Payas, İskenderun 5 Temmuz, Antakya Deri Kösele olmak üzere 6 küçük sanayi sitesinden oluşmaktadır (143).

2.8.2. Kahramanmaraş

Kahramanmaraş ili 14.346 km²'lik yüzölçümüne sahiptir, 37⁰-38⁰ kuzey paralelleri ile 36⁰-37⁰ doğu meridyenleri arasında yer almaktadır. Merkez ilçe deniz seviyesinden 568 mt yüksekliktedir ve ilin kuzey kesimleri oldukça dağlıktır. Yeryüzü şekilleri genellikle Güneydoğu Torosların uzantıları olan dağlarla bunlar arasında kalan çöküntü alanlarından oluşmaktadır. Arazi yüksekliği 350 metreden 3000 metreye kadar çıkan ilde geniş ovalar mevcuttur. Kahramanmaraş, doğudan Malatya, Adıyaman, Gaziantep'in Yavuzeli ve Araban ilçeleriyle; Güneyden Gaziantep merkez ve Adana, batıdan yine Adana'nın Kozan, Saimbeyli ve Tufanbeyli ilçeleri; Osmaniye, Kayseri; Kuzeyden ise Sivas'ın Gürün ilçesi çevrilidir (145–148).



Şekil 3. Kahramanmaraş ilinin Türkiye haritasındaki yeri (149)

Kahramanmaraş ilinde, genel olarak denize uzaklık ve yükselti nedeniyle, değişikliğe uğramış karasallaşmış bir ‘‘Akdeniz iklim tipi’’ egemendir. İlde yazlar sıcak ve kışlar soğuk geçer. Kahramanmaraş'ta yıllık ortalama sıcaklık 16,5 °C'tır. Yıllık ortalama sıcaklıklar, güneyden kuzeye doğru karasallık etkisi nedeniyle azalır. Aynı zamanda yıllık ortalama sıcaklıklar batıdan doğuya doğru da azalmaktadır. İlde

en soğuk ay Ocak ayıdır. Sıcaklığın en fazla olduğu ay ise Ağustos ayıdır (146,148,150).

İlin 2015-2019 yılları arasında nüfusu bir milyon ile bir milyon yüz bin arasında değişmektedir. Otuz yaş üzeri nüfus beş yüz bin ile beş yüz elli bin arasında değişmektedir. Erkek nüfus oranı ortalama %50,7'lerdedir (131).

Kahramanmaraş ilinin ekonomik yapısı genel haliyle 1950'li yıllarda tarıma dayalıydı. Coğrafi durumu, arazi yapısı ve tarihi seyri içerisinde değerlendirildiğinde halkın gelir kaynağını tarım ve el sanatları oluşturmaktaydı. El sanatlarından oymacılık, bakırcılık ve kuyumculuk günümüzde de devam etmektedir. Özellikle 1968 yılında ‘‘Kalkınmada Öncelikli İller’’ kapsamına alınması ile sanayileşmenin yapısında bir değişim görülmüş, mevcut küçük çaplı sanayi kuruluşlarından farklı olarak büyük çaplı pamuklu dokuma sanayi, iplik fabrikaları, süt ürünleri, dondurma, zeytin ve ayçiçeği yağı fabrikaları kurulmuştur. Türkiye’de piyasa ekonomisinin ön plana alınmasıyla 1980’li yıllar ve sonrasında, yoğun iktisadi hareket ile sanayileşme ve çağdaş ticaret sürecine girmiştir. Ayrıca il sınırları içinde aktif olarak çalışan termik santraller istihdam sağlamaktadır (146,148,151–153).

2.8.3. Osmaniye

Osmaniye ili 3.767 km² yüz ölçümüne sahiptir. İl 35° 52’ – 36° 42’ Doğu boylamları ile 36° 57’ – 37° 45’ Kuzey enlemleri içinde bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesinde Çukurova’nın son bulduğu alandır. Osmaniye kuzeybatısında uzanan Orta Toroslar, doğusunda ve güneydoğusunda Amanos Dağları ile, Gaziantep, Hatay, Adana, Kahramanmaraş illeri tarafından çevrelenmiştir (144,154–156).



Şekil 4. Osmaniye ilinin Türkiye haritasındaki yeri (157)

İlin iklimi, dağlık ve ovalık bölgelere göre farklılık gösterebilmekte olup, “Akdeniz iklimi” ağır basmaktadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Ortalama sıcaklık $18,2^{\circ}\text{C}$ civarlarındadır, normal şartlarda 6°C ile 34°C arasında değişmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 767,6 mm’dir (158–160).

Osmaniye ilinin nüfusu 2015-2019 yılları arasında beş yüz bin ile beş yüz kırk bin arasında değişmektedir. Erkek nüfus oranı ortalama %50,5’tir. Otuz yaş üzeri nüfus iki yüz elli bin ile iki yüz yetmiş beş bin arasında değişmektedir (131).

Osmaniye ilinde iki adet organize sanayi bölgesi (OSB), beş adette küçük sanayi bölgesi bulunmaktadır. Yassı mamul ve çelik ve çelik boru (özellikle doğalgaz tesisat borusu) alanında özel sektör Demir-Çelik Fabrikası mevcuttur. İldeki OSB’ler sayesinde sanayi hızla gelişmektedir (154,159,161–163).

2.9. AirQ+ Programı

DSÖ Avrupa Bölge Ofisi tarafından geliştirilen AirQ+ programı, hava kirliliğinin etkilerini, hastalık yükünü ve risk analizini hesaplamak amacıyla kullanılan bir yazılımdır. Siyah karbon (BC), $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} , NO_2 ve O_3 kirleticileri açısından hava kirliliğine kısa ve uzun süreli maruziyetin etkilerini değerlendirmektedir. Bu program kullanılarak $\text{PM}_{2,5}$ ortalamaları ile bir bölgede hava kirliliğine atfedilebilecek 30 yaş

üstü toplam ölüm sayıları başta olmak üzere, 30 yaş üstü erişkinlerde akciğer kanseri ve KOAH'a, 25 yaş üstü erişkinlerde iskemik kalp hastalıkları ve inmeye, 5 yaş altı çocuklarda alt solunum yolu hastalıklarına atfedilecek ölüm sayıları hesaplanabilir. Ayrıca PM₁₀ ortalamaları ile hava kirliliğine atfedilebilecek, çocuklarda bronşit prevalansı, erişkinlerde kronik bronşit insidansı ve postneonatal infant mortalite sayıları hesaplanabilmektedir (164).

Program ile yapılan tüm işlemler epidemiyolojik çalışmalarla oluşturulan metodolojilere ve doz-cevap ilişkilerine dayanmaktadır. Kullanılan doz-cevap ilişkisi literatürde yer alan tüm çalışmaların sistematik olarak değerlendirilmesi ve meta-analizleri ile oluşturulmuştur. Programa; seçilen kirletici sağlığı son nokta çiftleri için rölatif riskler (RR'ler), Dünya'daki tüm ülkelerin Ulusal düzeyde PM_{2.5} ve PM₁₀ arasındaki dönüşüm faktörleri önceden yüklenmiştir (165).

Dış ortam PM kirliliğinin uzun süreli etkilerini elde etmek için araştırmacının programa girmesi gereken veriler şunlardır:

- Hava kalitesi verileri: Kirletici ortalama değerleri (Saatlik, günlük, yıllık vb.)
- Risk altındaki kişi nüfusu: 30 yaş üstü nüfus gibi
- Toplum sağlık verileri: İnsidans vb.

Program ile hava kirliliğine atfedilebilecek ölüm sayıları ve kirletici düzeyi önerilen limit değerlere düşürülebilirse önlenebilecek ölüm sayı ve oranlarının hesaplandığı birçok çalışma yapılmıştır. Ülkemizde yapılmış olan "Kara Rapor 2020" isimli bir çalışmada bazı illerdeki hava kirliliğine atfedilen ölüm sayı ve oranları Tablo 5'da verilmiştir (62).

Tablo 5. Çeşitli illerde 30 yaş üstü doğal ölümler içerisinde PM 2.5 kirliliğine atfedilen ölüm sayıları, ölüm oranları ve 100.000 kişi başına düşen ölüm sayıları, 2019

İl	Yıllık PM _{2,5} ortalaması (µg/m ³)	Ölüm Sayısı (Ort.)	Ölüm Oranı (%)	Mortalite Hızı (100.000’de)
İstanbul	28	3761	6,4	38,9
Ankara	26	1552	6,4	43,3
İzmir	28	2075	8,0	70,8
Antalya	34	932	9,1	57,4
Adana	37	1417	15,0	106,3
Konya	47	1271	11,8	94,6
Manisa	44	1680	18,5	177,6
Kayseri	39	1004	16,01	116,6

2.9.1 AirQ+ Programı Kullanımı

Program, DSÖ’nün kendisine ait site üzerinden herkesin erişimine açıktır(166). Program site üzerinden bilgisayara indirilmesi yeterlidir, kurulum işlemi yoktur. Program içinde hazır olarak örnek veri setleri mevcuttur (Şekil 5). Program çalıştırıldığında açılan ekranda programın ne olduğu ile ilgili bilgi, kullanmaya başlarken ne yapılması gerektiği ile ilgili ve şu an ki versiyon ile eski versiyon hakkında açılır pencere şeklinde başlıklar mevcuttur (Şekil 6, Altı çizili). Bunların altında da yine üç adet başlık mevcuttur (Şekil 6, ok ile gösterilmiş).

Bu başlıklar;

- “ CREATE NEW IMPACT ASSESSMENT”, yeni bir etki değerlendirme butonu,
- “ CREATE NEW BURDEN OF DİSEASE”, yeni bir hastalık yükü hesaplama butonu,
- “ CREATE NEW RISK ANALYSIS”, yeni bir risk analizi butonudur.

Ad	Değiştirme tarihi	Tür	Boyut
dist	31.03.2022 14:31	Dosya klasörü	
resources	31.03.2022 14:31	Dosya klasörü	
testData	31.03.2022 14:31	Dosya klasörü	
AirQPlus	20.04.2021 12:20	Uygulama	11.719 KB
README	23.02.2021 16:22	Metin Belgesi	2 KB

Şekil 5. AirQ+ Örnek Veri Setleri

Welcome to AirQ+

Start new analysis or select an existing analysis from the projects overview list on the left.

What is AirQ+?

Getting started

Acknowledgments

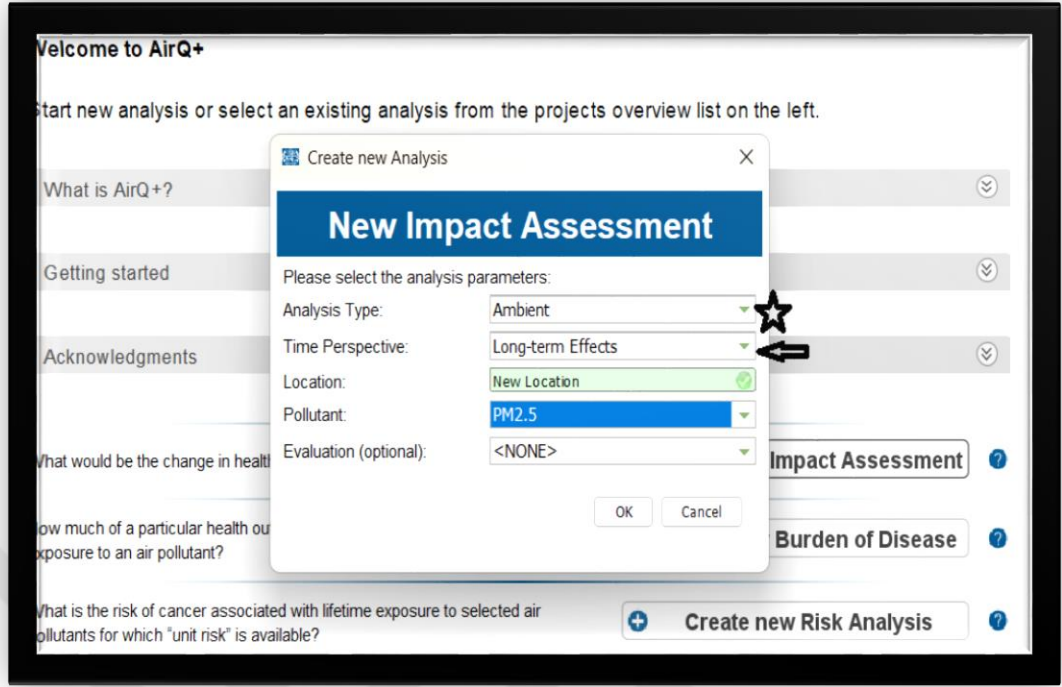
What would be the change in health if air pollution levels decrease or increase? [+ Create new Impact Assessment](#)

How much of a particular health outcome (e.g. mortality) is attributable to current exposure to an air pollutant? [+ Create new Burden of Disease](#)

What is the risk of cancer associated with lifetime exposure to selected air pollutants for which "unit risk" is available? [+ Create new Risk Analysis](#)

Şekil 6. AirQ+ Programı Ana Ekranı

Etki değerlendirme butonuna tıklandığında, program üzerinde bir pencere açılmakta, o pencere üzerinde analiz tipi seçili gelmektedir (Şekil 7-yıldız ile işaretli). Analiz tipinin hemen altında uzun ve kısa dönem seçenekleri bulunmaktadır (Şekil 7-ok ile işaretli). Sonrasında isteğe bağlı olarak hesaplamaların yapıldığı lokasyon bilgisinin girilmesi için kutucuk bulunmakta, onun altında da altı adet kirleticisi seçenekleri (PM_{2,5-10}, Siyah Karbon, Nitrik Oksit, Ozon ve diğer kirleticiler olmak üzere) bulunmaktadır. Son olarak da etki gelişimi ve yaşam tablosu seçenekleri vardır.



Şekil 7. AirQ+ Etki Değerlendirmesi Ekranı 1. Kısım

Yapılacak işlem seçenekleri belirlendikten sonra gelen ekran üzerinde direkt olarak ortalama değer girilebildiği gibi araştırmacının elindeki veriyi yükleyebileceği bir seçenek de bulunmaktadır. Araştırmacı ayrıca toplam nüfusu ve alan genişliğini (km^2) girmelidir. Son olarak sağ alt köşeden etki değerlendirme ya da yaşam tablosu seçeneklerini seçmesi gerekmektedir (Şekil 8).

Şekil 8. AirQ+ Etki değerlendirme Ekranı 2. Kısım

Programın bir sonraki aşamasında, araştırmak istenilen sağlık etkisi seçilmekte, insidans verisi ve risk altındaki nüfus sayısı girildikten sonra hesaplama butonu ile sonuç alınmaktadır (Şekil 9).

Şekil 9. AirQ+ Etki Değerlendirme 3. Kısım

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Araştırmanın Tipi, Yeri ve Zamanı

Araştırma ekolojik tiptedir. Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinde 10.08.2021-04.04.2023 tarihleri arasında yapılmıştır.

3.2. Nüfus ve Ölüm Verilerinin Elde Edilmesi

Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TUIK) Hatay, Osmaniye, Kahramanmaraş illerindeki 2015-2019 yılları arasındaki yıllık ölüm sayıları, ölüm sayılarının nedenlere ve yaş gruplarına göre dağılımı, bu illerin nüfus bilgileri temin edilmiştir. TUIK' in istatistik verilerini paylaştığı data.tuik.gov.tr/ isimli internet sitesi üzerinden erişime açık olan nüfus ve yıllık ölüm sayıları verileri 20.12.2020 tarihinde alınmıştır. Veri tabanından ulaşılamayan yıllık ölüm sayılarının yaş gruplarına ve ölüm nedenlerine göre dağılım verileri <https://www.tuik.gov.tr/> adresindeki bilgi talebi linki (ty.tuik.gov.tr) ile e-devlet üzerinden 28.12.2021-13.04.2022 tarihleri arasında temin edilmiştir.

İllerin yıllara göre kaba ölüm hızları :
$$\frac{\text{Belirli bir süre içinde meydana gelen ölüm sayısı}}{\text{Yıl ortası nüfus}} \times 1000$$
 formülü ile hesaplanmıştır (167).

Yıl ortası nüfus: $P_1 + \frac{1}{2}(P_2 - P_1)$ formülü ile hesaplanmıştır.

P₁: Bir yıl önceki yıl nüfusu

P₂: O yıla ait nüfus sayısı

Hesaplamalarda sıklıkla kullanılan 30 yaş üstü için doğal ölüm hızı; 30 yaşın üstünde yaralanma, kaza, cinayet gibi dışsal nedenler haricinde meydana gelen ölümlerin 30 yaş üstü nüfusa bölünmesiyle hesaplanmıştır.

3.3. Hava Kirliliği Verilerinin Elde Edilmesi

Çalışmada hava kirleticisi olarak tanımlanan PM_{10} verileri kullanılmıştır. Hatay ilindeki İskenderun ve Antakya, Osmaniye ilindeki merkez istasyonu, Kahramanmaraş ilindeki Elbistan ve Onikişubat hava kalitesi izleme istasyonlarında ölçülen veriler kullanılmıştır. Ölçüm istasyonlarından toplanan ölçüm verileri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Hava Kalitesi İzleme Ağı Web Sitesi'nden (<http://www.havaizleme.gov.tr>) 19.11.2021-26.11.2021 tarihleri arasında elde edilmiştir.

Hatay ilindeki Antakya ve İskenderun istasyonları, Kahramanmaraş ilindeki Onikişubat ve Elbistan istasyonları ve Osmaniye ilindeki Merkez istasyon olmak üzere toplam beş istasyondaki saatlik PM_{10} ölçümleri alınmıştır. Hava Kalitesi İzleme Ağı aracılığıyla elde edilen verilerin "21 Mayıs 2008 tarihli 2008/50/EC Dış Ortam Hava Kalitesi ve Avrupa için Daha Temiz Hava Direktifi Ek I" de yer verilen veri kalitesi değerlendirme kriterlerine göre %75 ve üzerinde veri kalitesine sahip istasyonların ölçümleri çalışmaya dâhil edilmiştir (168). PM_{10} için belirlenmiş olan %100 doluluk oranı mevcut istasyonlara ait veriler açısından mümkün olmaması nedeniyle PM_{10} için de %75 veri kalitesine sahip istasyonların ölçümleri çalışmaya dâhil edilmiştir (168). Bu bilgiler ışığında analize alınacak PM_{10} verileri aşağıdaki kriterlere göre belirlenmiştir.

- Günlük ortalamalar için 24 saatin en az 18 saatinde,
- Aylık ortalamalar için 30 günün en az 23'ünde (Şubat ayı için en az 21),
- Yıllık ortalamalar için 365 günün en az 274'nde ölçüm yapılmış olması gerekmektedir. (Şubat ayının 29 gün çektiği 2016 yılı 366 gün üzerinden hesaplanmıştır)

Her istasyon için ayrı ayrı PM_{10} saatlik ölçüm değerlerinin veri setleri oluşturuldu. Oluşturulan veri setleri üzerinde istasyonların ve illerin PM_{10} değerleri

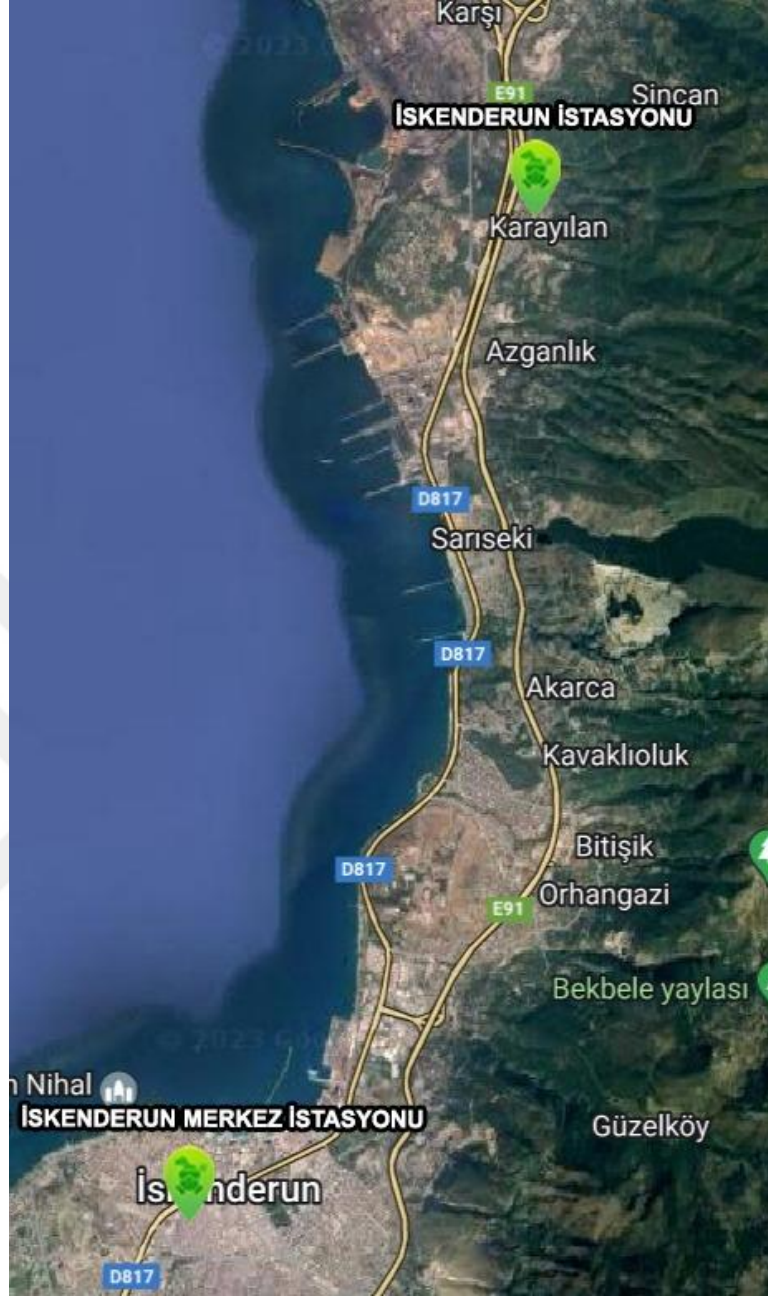
günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplandı. Hesaplamalar Excel 2016 programı üzerinden programı ile yapıldı. Ortalama değerler, standart sapma, ortanca değerler, en küçük ve en büyük değerler Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versiyon 26.0 istatistik programında oluşturulan veri setleri üzerinden hesaplandı.

Günlük PM₁₀ ortalamalarının hesaplanması: İstasyonların günlük ortalama ölçümleri hesaplanırken %75 ve üzeri ölçüm olan günler alındı. İllerin ortalama PM₁₀ değerleri, aynı şehire ait istasyonların günlük değerlerinin toplamının istasyon sayısına bölünmesi ile hesaplandı. İstasyonlardan kriterleri karşılamayan günler olduğunda aynı gün içinde geçerli ölçüm yapan istasyonun ölçüm değerinin ili temsil ettiği kabul edildi.

Aylık PM₁₀ ortalamalarının hesaplanması: Ayda en az 23 ölçüm yapılması şartı arandı. Şartları karşılayan istasyonlarda günlük ortalama değerleri toplanıp ölçüm sayısına bölünerek istasyonların aylık ortalama değerleri elde edildi. İllerin aylık ortalamaları hesaplanırken; elde edilen aylık istasyon ortalamaları toplamı istasyon sayısına bölündü. Aynı ay içinde yeterli ölçüm yapmayan istasyonlar analiz dışı bırakıldı ve yeterli sayıda ölçüm yapan istasyonların değerlerinin ortalamasının ili temsil ettiği kabul edildi.

Yıllık PM₁₀ ortalamalarının hesaplanması: Yılda en az 274 ölçüm yapmış olan istasyonların günlük ölçüm değerleri toplandı ve ölçüm sayısına bölünerek yıllık PM₁₀ ortalaması hesaplandı. İllerin yıllık ortalamaları istasyonların yıllık ortalama değerleri toplamının istasyon sayısına bölünmesi ile elde edildi. Koşulları sağlamayan istasyonlar analiz dışı bırakıldı ve kalan istasyonların yıllık PM₁₀ değerlerinin ili temsil ettiği kabul edildi.

İllerin tek bölge olarak analizi: İllerin PM₁₀ ortalamaları her gün için 3 ilin ortalaması alınarak hesaplandı. Günler arasında ölçüm yapılmayan şehir olduğunda, PM₁₀ ölçümü yapan illerin bölgeyi temsil ettiği kabul edildi.

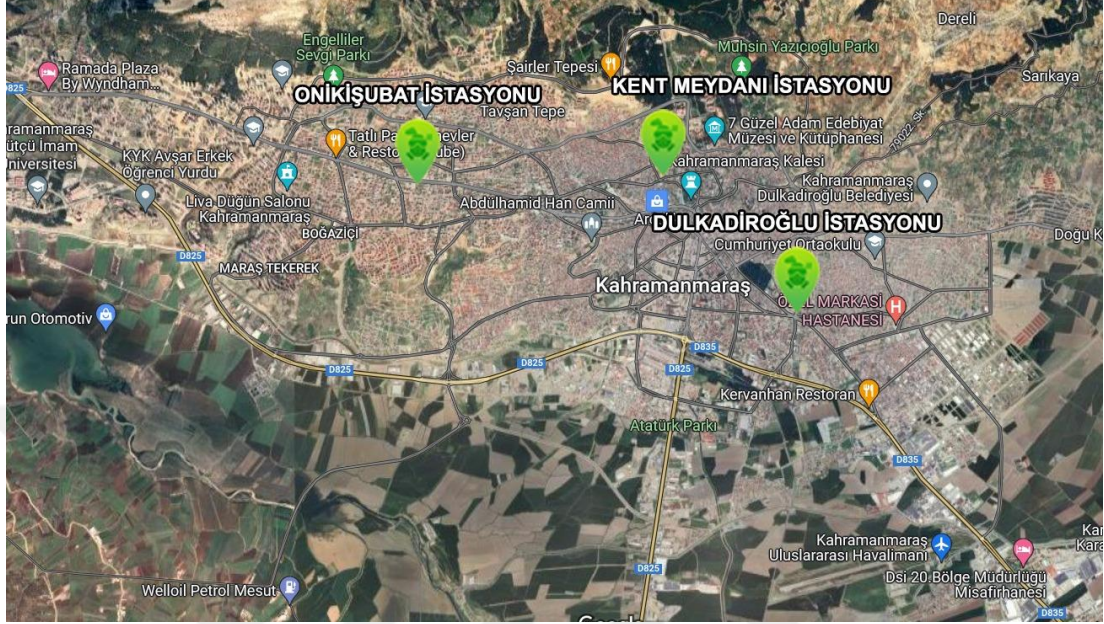


Şekil 11. İskenderun İlçesi Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları Lokasyonları

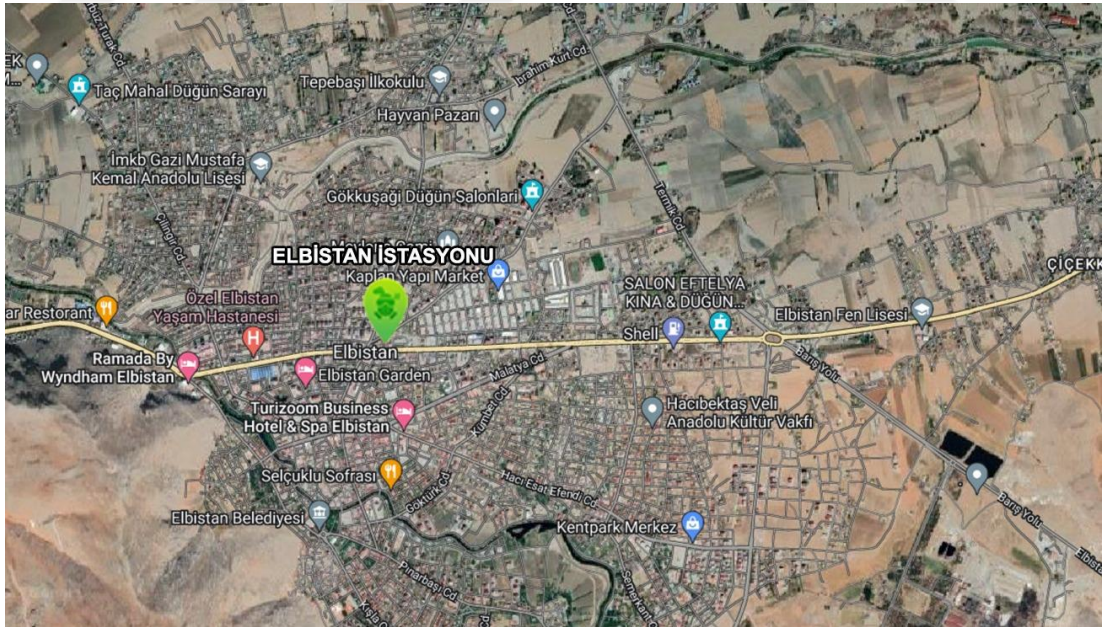
3.3.1.2. Kahramanmaraş Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları

Kahramanmaraş ilinde faal olan istasyon sayısı 4'tür. Bunlar Onikişubat, Dulkadiroğlu, Kent Meydanı ve Elbistan istasyonlarıdır (Şekil 12-13). Dulkadiroğlu ve Kent Meydanı istasyonları 2021 yılında faaliyete başlamıştır. Bu sebeple çalışmaya

Onikişubat ve Elbistan istasyonları dâhil edildi. Bu istasyonların PM₁₀ ortalamaları alınarak Kahramanmaraş ilini temsil ettiği kabul edildi.



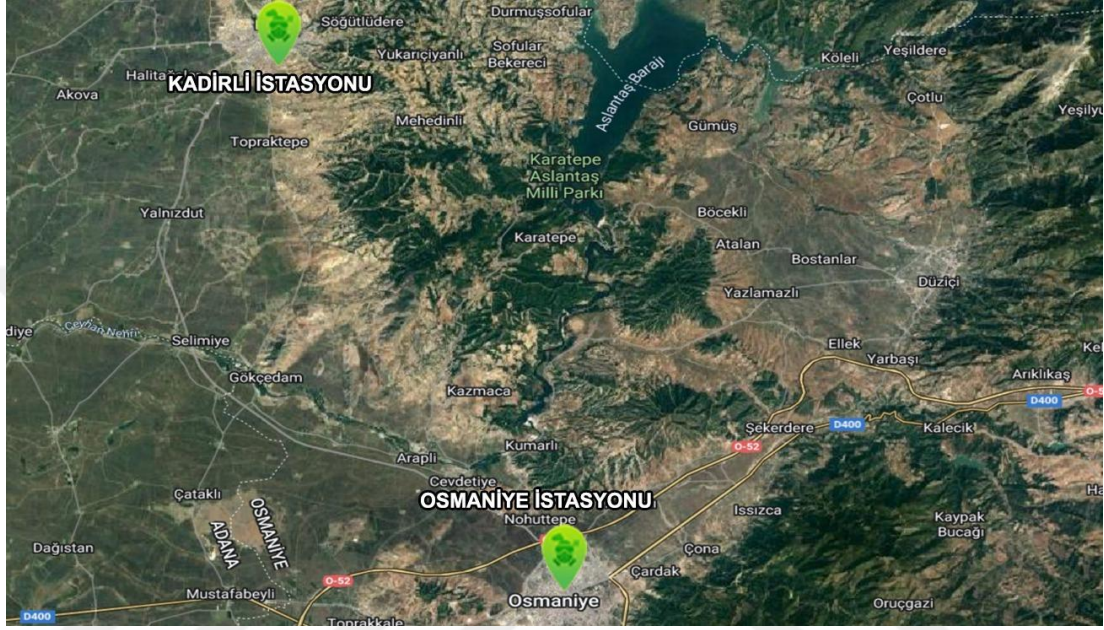
Şekil 12. Kahramanmaraş ili merkez konumlu hava kalitesi ölçüm istasyonları



Şekil 13. Kahramanmaraş ili Elbistan hava kalitesi ölçüm istasyonu

3.3.1.3. Osmaniye Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları

Osmaniye ilinde aktif olarak ölçüm yapan Osmaniye ve Kadirli olmak üzere 2 adet istasyon mevcuttur (**Şekil 13**). Kadirli istasyonu ilk ölçümünü 2021 yılının Haziran ayında yapmış olduğundan dolayı çalışmaya dâhil edilmemiştir.

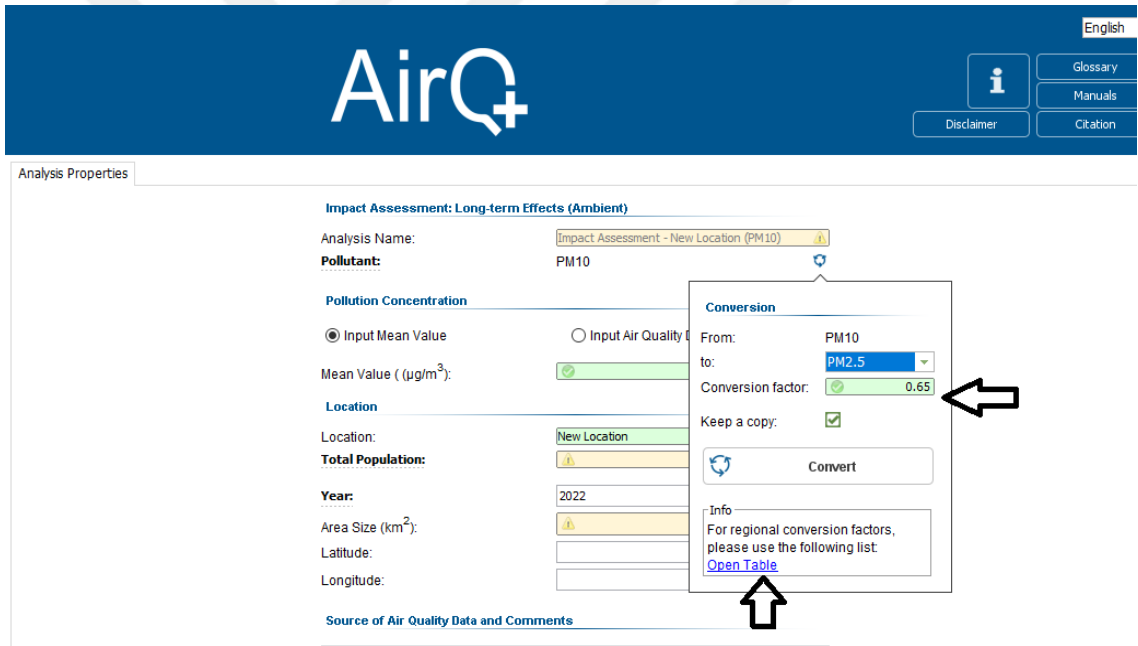


Şekil 14.Osmaniye ili hava kalitesi ölçüm istasyonları

3.4. AIRQ + Programı

AirQ+, DSÖ Avrupa Bölge Ofisi tarafından, sağlık yükünü ve hava kirliliğinin etkisini ölçmek için geliştirilen bir yazılım aracıdır. AirQ+, ortam hava kirliliğine kısa ve uzun süreli maruz kalmanın etkilerini değerlendirmek için metodolojiler içermektedir. $PM_{2.5}$, PM_{10} , NO_2 , O_3 ve siyah karbon parametrelerini ele alan AirQ+, ortamdaki hava kirliliğine uzun veya kısa süreli maruz kalmanın etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. AirQ+ uzun ve kısa dönem etkileri, etki değerlendirme (impact evaluation) ve yaşam tablosu değerlendirme (life table evaluation) olarak iki aşamada değerlendirmektedir. Yaşam tablosu değerlendirmesi için uzun dönem etkiler değerlendirilebilmekte olup mevcut durum ve iyileştirmeye gidilmesi halindeki etki ile ilgili senaryolara ulaşılabilir (169).

AirQ+ programında yapılan hesaplamalarda ölüm verileri il genelinde elde edilebildiği için hava kirliliğine atfedilen ölümlerin değerlendirilmesinde il geneli hava kirliliği ölçüm değerleri kullanıldı. Program 30 yaş üstü ölüm sayılarını hesaplarken havadaki PM_{2,5} değerini kullanmaktadır ama program PM₁₀ değerlerini DSÖ'nün 2016 yılında yayınladığı hava kalitesi veri tabanındaki dönüşüm katsayısı ile çarparak yaklaşık PM_{2,5} değerlerini hesaplamaktadır. Ülkemiz için belirlenen değişim katsayısı 0,67 olarak belirtilmiştir (170). Araştırmanın yapıldığı tarihlerde istasyonların PM_{2,5} ölçümleri olmadığından bu katsayı programa girilerek PM₁₀'dan PM_{2,5}'a çeviri yapıldı (Şekil 14). PM_{2,5} değerleri ve diğer gerekli bilgilerin programa girilerek, kirlilik seviyeleri DSÖ sınırlarına indirildiğinde önlenebilecek ölüm sayıları ve yüz binde olarak kirliliğe atfedilebilecek ölüm oranları hesaplandı.



Şekil 15. AirQ+ programında dönüşüm katsayısı

3.5. Araştırmanın Kısıtlılıkları

- Araştırmaya dahil edilen illerde yaşamakta olan göçmen sayıları hesaplamaya dahil edilemedi.
- Araştırmanın yapıldığı tarihlerde illerde yeterli istasyon sayısı olmadığından dolayı, ölçümler illeri yeterli düzeyde temsil etmemekteydi.

- Hatay ilinin İskenderun ölçüm istasyonu 2018-2019 yıllarında %75'in altında ölçüm yaptığı için değerlendirmeye alınmadı. Son iki yılda Hatay ili Antakya istasyonunun ölçümleri üzerinden değerlendirildi. Bu durum zaten düşük olan il temsiliyetini olumsuz etkiledi.



4. BULGULAR

4.1. Hatay

Çalışmamızda 2015-2019 yılları arasında Hatay ilindeki genel nüfusun sürekli artarak 95387 kişi; otuz yaş üstü nüfusun ise sürekli artarak 76656 kişi arttığı, ölüm sayısının en az 2015 yılında 6905 kişi, en fazla 2019 yılında 7606 kişi olduğu görüldü. Otuz yaş üzeri dışsal nedenler ve zehirlenmeler haricindeki ölüm sayısı (doğal ölümler) ise sürekli artış göstermiş olup 5902 ile 6799 arasında değişmekteydi. Hatay'ın 5 yıllık toplam ölüm sayısı ve ortalama kaba ölüm hızı sırasıyla 36390 ve ‰4,6'dır, 30 yaş üzeri için doğal ölüm hızlarına baktığımızda ‰8,1 ile ‰8,5 arasında değiştiği görüldü (**Tablo 6**).

Tablo 6. Yıllara göre Hatay nüfus bilgileri ve ölüm verileri

Hatay	2015	2016	2017	2018	2019
Nüfus	1533507	1555165	1575226	1609856	1628894
Ölüm sayısı	6905	7204	7388	7287	7606
Kaba ölüm hızı(binde)	4,5	4,7	4,7	4,6	4,7
>30 yaş nüfus	731641	750376	768695	790439	808297
>30 yaş doğal ölüm sayısı	5902	6128	6309	6411	6799
>30 yaş doğal ölüm hızı(binde)	8,1	8,2	8,3	8,2	8,5

Hatay'daki 2015-2019 yılları arasındaki yıllık ölçüm sayılarına baktığımızda; Antakya ölçüm istasyonunda en az ölçüm yüzdesi 2018 ve 2019 yıllarında %97,2, en fazla 2017 yılında %99,4 olarak bulundu. İskenderun ölçüm istasyonunda ise en az ölçüm 2019 yılında %69,3, en fazla ölçüm 2017 yılında %98,3 olarak bulundu. Genel olarak Hatay ilindeki tüm ölçümlere bakıldığında en yüksek ölçüm yüzdesi 2017 yılında %100, en düşük ölçüm yüzdesi 2018 ve 2019 yıllarında %97,2 olarak bulundu **(Tablo 7)**.



Tablo 7. Hatay ölçüm istasyonlarındaki yıllık ölçüm sayıları

	2015		2016		2017		2018		2019	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Antakya	356	97,5	358	98,0	363	99,4	355	97,2	355	97,2
İskenderun	317	86,8	348	95,3	359	98,3	258*	70,0*	253*	69,3*
Hatay	362	99,1	365	99,7	365	100	355	97,2	355	97,2

Antakya ölçüm istasyonunda PM_{10} için en düşük ortalama değer 2019 yılında $10,6 \mu g/m^3$, en yüksek ortalama değer 2016 yılında $64,5 \mu g/m^3$ olarak bulundu. İskenderun ölçüm istasyonunda en düşük ortalama değer 2019 yılında $13,0 \mu g/m^3$, en yüksek ortalama değer 2015 yılında $36,8 \mu g/m^3$ olarak bulundu. Hatay ilinin PM_{10} ortalama değerlerine bakıldığında en yüksek değer 2015 yılında $52,3 \mu g/m^3$, en düşük değer ise 2019 yılında $10,6 \mu g/m^3$ bulundu (**Tablo 8**).



Tablo 8. Hatay ili ve ölçüm istasyonlarının 2015-2019 yılları arasında ölçülen PM₁₀ için ortalama, en küçük ve en büyük değerler

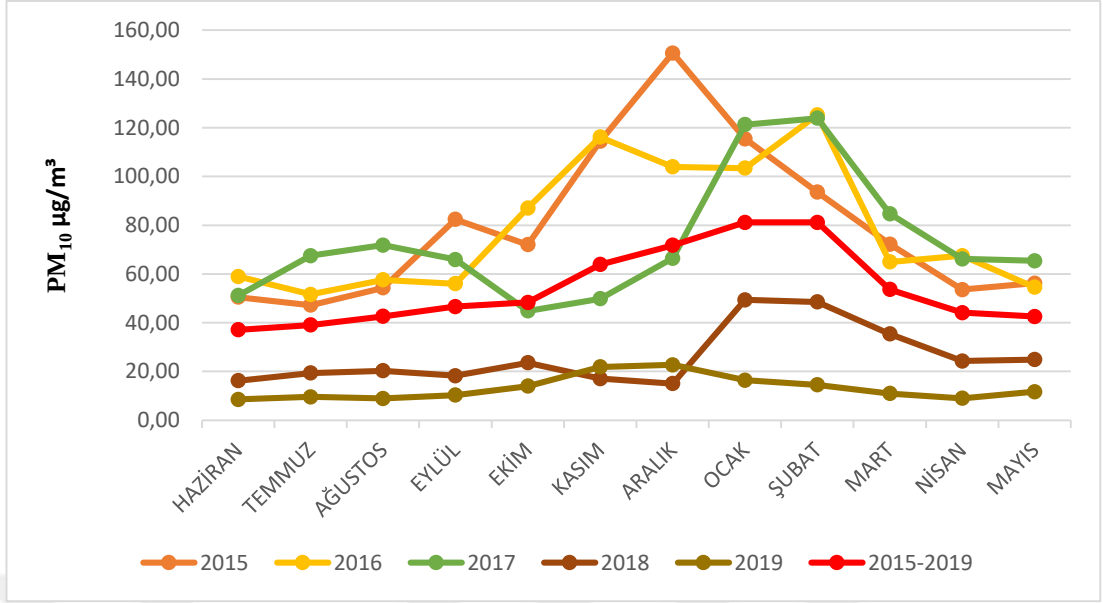
	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
İstasyon Adı						
Antakya	61,6	64,5	64,4	20,6	10,6	47,8
	24,7-471,9	27,3-215,7	13,1-321,2	5,2-118,1	4,2-78,6	4,2-471,9
İskenderun	36,8	31,7	33,7	16,0*	13,0*	28,7
	12,4-802,0	5,4-103,7	10,1-552,8	0,6-488,5	4,4-169,0	1,0-802,0
Hatay Geneli	52,3	49,3	50,5	20,6	10,6	39,4
	21,4-802,0	16,3-192,8	15,0-309,8	5,2-118,1	4,4-169,0	4,2-802,0

Yıllara göre Hatay'daki PM₁₀ ölçümü ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 9 'da gösterilmiştir. Hatay'da bulunan ölçüm istasyonlarındaki PM₁₀ ölçüm ortalamalarına baktığımızda; Antakya'da en düşük ölçüm değeri 2019 yılında 13,2±8,0 µg/m³, en yüksek ölçüm değeri 2015 yılında 80,5±51,0 µg/m³ olarak bulundu. İskenderun'da ise en düşük ölçüm değeri 2019 yılında 13,2±10,9 µg/m³, en yüksek ölçüm değeri 2015 yılında 48,8±68,2 µg/m³ olarak bulundu. Hatay ilinin beş yıllık PM₁₀ ortalamalarına bakıldığında yıllık ortalama değerlerin giderek azaldığı görüldü (**Tablo 9**).

Tablo 9. Hatay ili ve ölçüm istasyonlarının yıllık PM₁₀ ortalamaları; 2015-2019

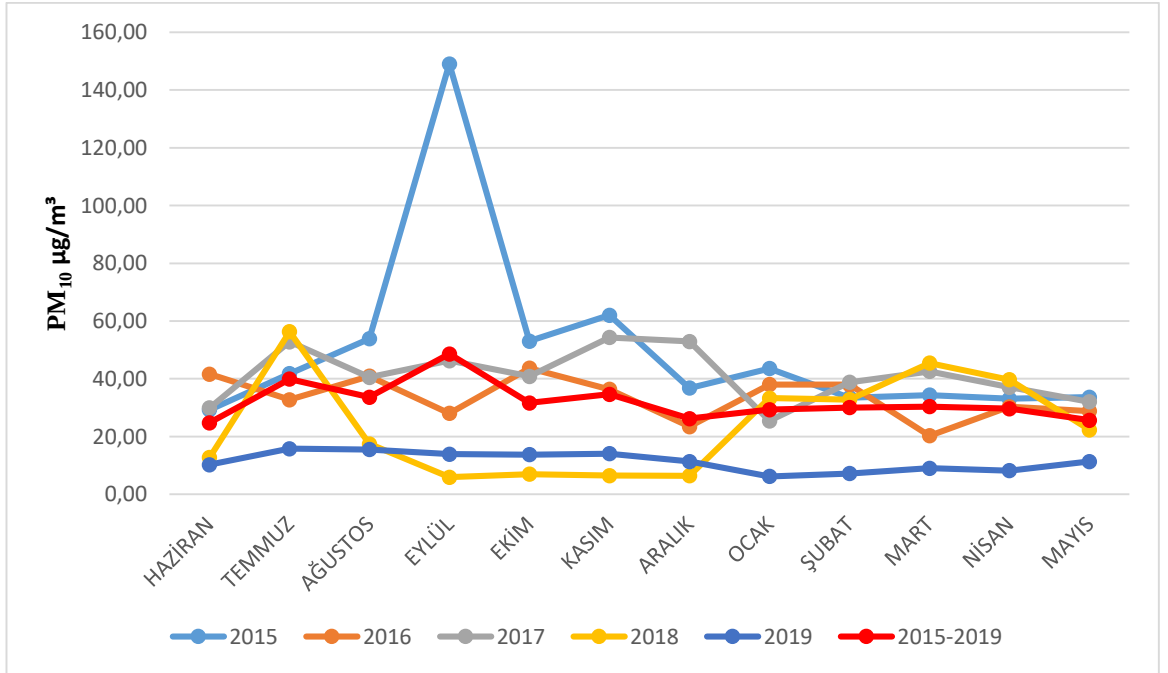
	2015	2016	2017	2018	2019	015-2019
Antakya	80,5±50,9	79,0±37,7	73,0±41,7	25,7±16,0	13,2±8,0	54,5±45,2
İskenderun	48,8±68,2	33,6±15,9	41,2±39,8	23,6±35,2*	12,6±4,5*	34,2±42,4
Hatay Geneli	67,3±64,7	57,3±25,4	57,3±33,5	25,7±16,0	13,2±8,0	44,4±41,1

Antakya istasyonunda aylara göre ölçüm verileri Grafik 1'de gösterilmiştir. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde en yüksek ölçüm değeri 2015 yılı Aralık ayında 150,04 µg/m³ olarak bulundu. Genel olarak 2015-2019 arası tüm ölçüm değerleri birlikte incelendiğinde ise en yüksek ölçüm değeri Ocak ayında 81,18 µg/m³ olarak bulundu.



Grafik 1. Antakya istasyonu aylara göre PM₁₀ ölçüm verileri (2015-2019)

İskenderun istasyonu aylık ölçüm verileri Grafik 2’de gösterilmiştir. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde en yüksek ölçüm değeri 2015 yılı Eylül ayında 149,03 µg/m³ olarak bulundu. Genel olarak 2015-2019 arası tüm ölçüm değerleri birlikte incelendiğinde en yüksek ölçüm değeri Eylül ayında 48,63 µg/m³ olarak bulundu.



Grafik 2. İskenderun istasyonu aylara göre PM₁₀ ölçüm verileri (2015-2019)

Hatay ili aylara göre ölçüm değerlerine bakıldığında 2015-2019 yılları arasında en az ölçüm yapılan ay 2015,2016 ve 2017 yıllarında Şubat ayı, 2018 yılında Temmuz ayı, 2019 yılında ise Şubat ve Nisan ayları olarak bulundu. Ölçüm değerlerine bakıldığında 2015 yılında en düşük ortanca değer Nisan ayında $37,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2016 yılında en düşük ortanca değer Mayıs ayında $35,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2017 yılında en düşük ortanca değer Haziran ayında $40,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2018 yılında en düşük ortanca değer Aralık ayında $14,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2019 yılında en düşük ortanca değer Haziran ayında $7,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. 2015 yılında en yüksek ortanca değer Aralık ayında $97,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2016 ve 2017 yıllarında Şubat ayında sırasıyla $83,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $80,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2018 yılı Ocak ayında $47,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2019 yılı Kasım ayında ise $21,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Araştırmaya konu olan yıllarda tüm değerler incelendiğinde en yüksek ortanca değer Şubat ayında $60,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en düşük ortanca değer ise Mayıs ayında $32,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Yıllık ortanca değerlere bakıldığında en yüksek ortanca değer 2015 yılında $52,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu (**Tablo 10**).

Tablo 10. Hatay ili aylık PM₁₀ için ortanca, en küçük ve en büyük değerleri

		2015		2016		2017		2018		2019		2015-2019
Ocak	31	70,3 36,1-161,2	31	72,7 34,2-192,8	31	66,6 32,9-146,2	29	47,9 14,1-118,1	29	15,3 6,6-33,8	151	56,8 6,6-192,8
Şubat	28	58,5 31,9-148,0	29	83,5 39,5-133,4	28	80,2 42,9-142,7	28	45,5 13,8-81,5	27	13,7 5,4-27,7	140	60,2 5,4-148,0
Mart	31	51,9 30,8-110,0	31	39,0 21,4-123,6	31	44,7 32,0-237,9	29	34,7 13,7-82,3	31	10,1 6,8-16,4	153	37,1 6,8-237,9
Nisan	30	37,2 22,8-84,6	30	48,8 24,4-91,3	30	46,0 26,1-107,9	30	22,8 11,4-36,4	27	8,2 4,2-19,9	147	33,6 4,2-108,0
Mayıs	31	43,1 26,0-88,3	31	35,6 16,3-117,8	31	50,3 22,8-95,9	31	24,8 13,3-45,1	29	11,0 7,9-17,9	153	32,7 8,0-117,8
Haziran	29	38,5 21,7-72,8	30	47,8 28,2-90,0	30	40,3 28,9-52,9	30	16,5 10,4-24,5	29	7,9 6,0-12,2	148	33,7 6,0-90,0
Temmuz	31	45,7 32,5-52,9	30	41,5 30,1-53,3	31	53,5 37,5-309,8	27	19,5 12,3-28,7	30	9,6 5,5-12,2	149	39,4 5,5-309,8
Ağustos	31	58,8 38,7-71,4	31	48,8 39,8-65,7	31	54,5 43,7-86,4	31	20,4 15,0-24,0	31	8,8 6,5-11,1	155	44,0 6,5-86,4
Eylül	29	54,9 39,0-802,0	30	42,6 27,8-57,3	30	54,3 22,7-92,6	30	17,9 13,4-24,1	30	10,4 8,0-12,2	149	39,0 8,0-802,0
Ekim	30	54,3 21,4-140,3	31	57,5 40,0-146,1	31	43,8 15,0-82,9	30	21,0 5,2-79,3	31	13,2 8,7-24,4	153	39,7 5,2-146,1
Kasım	30	80,5 38,0-269,4	30	69,7 30,3-117,3	30	41,5 19,3-198,2	30	14,78 6,8-35,0	30	21,8 11,1-34,0	150	38,1 6,9-269,4
Aralık	31	97,0 34,8-145,4	31	67,8 29,4-162,4	31	41,9 20,5-259,8	30	14,0 5,3-28,7	31	15,7 4,5-78,6	154	41,3 4,5-259,9
Yıllık	362	52,3 21,4-802,0	365	49,3 16,3-192,8	365	50,5 15,0-309,8	355	20,6 5,2-118,1	355	10,6 4,4-169,0	1802	39,4 4,2-802,0

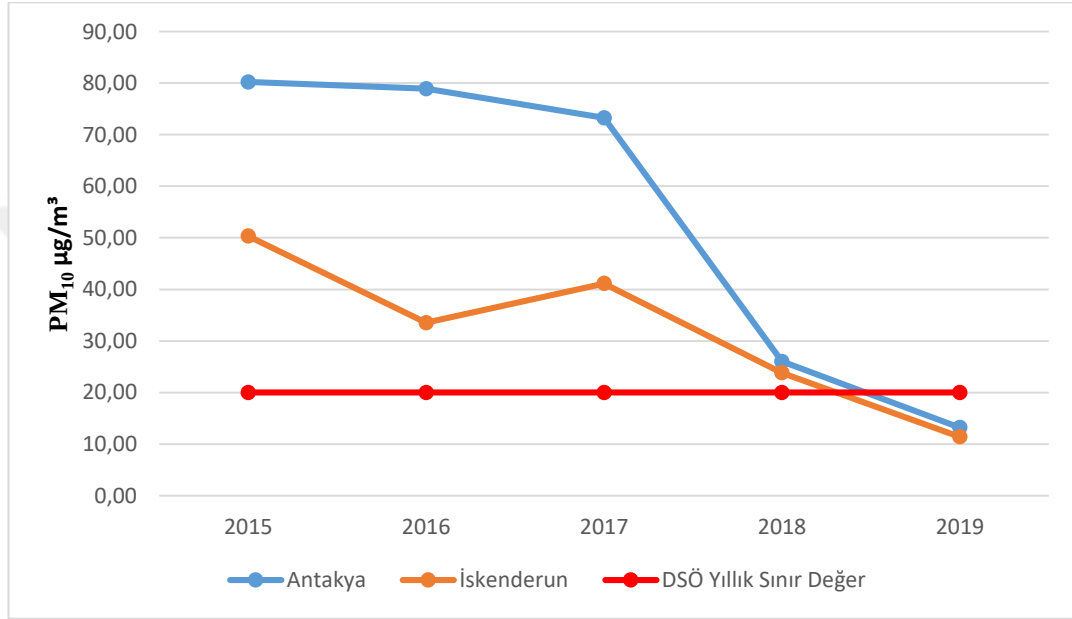
Hatay ilinin PM₁₀ değerlerinin aylık ortalamaları ve DSÖ sınır değerini aşan gün sayıları Tablo 11’de gösterilmiştir. Hatay ilinde beş yıllık sürede %33,0 gün oranında limit değer aşıldığı bulundu. Değerlendirmeye alınan ve ortalamayı aşan gün sayılarına bakıldığında 2019 yılında yalnızca Aralık ayında 3 gün sınır değerlerinin aşıldığı bulundu. Değerlendirmeye alınan gün sayılarına göre Ocak ayında en fazla 2015 yılında 28 gün, en az 2018 yılında 16 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Şubat aylarında değerlendirmeye alınan gün sayılarına göre en fazla 2016 yılında 28 gün en az 2018 yılında 14 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Mart aylarında en fazla 2015 yılında 19 gün, en az 2018 yılında 6 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Nisan aylarında en fazla 2016 yılında 17 gün sınır değerler aşılmış olup 2018 yılında sınır değerlerin aşılmadığı bulundu. Mayıs aylarında en fazla 2017 yılında 19 gün 2018 yılında 1 gün sınır değerlerin geçildiği bulundu. Haziran aylarında en fazla 2016 yılında 18 gün sınır değerler aşılmış olup 2018 yılında sınır değerlerin aşılmadığı bulundu. Temmuz aylarında en fazla 2017 yılında 25 gün sınır değerler aşılmış olup 2018 yılında sınır değerlerin aşılmadığı bulundu. Ağustos aylarında en fazla 2017 yılında 30 gün sınır değerler aşılmış olup 2018 yılında sınır değerlerin aşılmadığı bulundu. Eylül aylarında en fazla 2017 yılında 23 gün sınır değerler aşılmış olup 2018 yılında sınır değerlerin aşılmadığı bulundu. Ekim aylarında en fazla 2016 yılında 28 gün sınır değerler aşılmış olup en az 2018 yılında 2 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Kasım aylarında en fazla 2015 ve 2016 yıllarında 26 gün sınır değerler aşılmış olup 2018 yılında sınır değerlerin aşılmadığı bulundu. Aralık aylarında en fazla 2015 yılında 28 gün sınır değerler aşılmış olup, 2018 yılında sınır değerlerin aşılmadığı bulundu (**Tablo 11**).

İlin aylık PM₁₀ ortalamaları değerlendirildiğinde, en yüksek aylık ortalama 2015 yılında Eylül ayında $129,6 \pm 193,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2016 ve 2017 yıllarında Şubat ayında sırasıyla $84,6 \pm 24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $81,3 \pm 23,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2018 yılında Ocak ayında $49,3 \pm 25,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve 2019 yılında Aralık ayında $22,7 \pm 18,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu.

Tablo 11. Hatay ilinin PM₁₀ değerlerinin aylık ortalamaları ve DSÖ sınır değerini aşan gün sayıları,2015-2019

	2015			2016			2017			2018			2019		
	Ort±SS	DA GS	OAG S	Ort±SS	DAG S	OAG S	Ort±SS	DAG S	OAG S	Ort±SS	DAG S	OAG S	Ort±SS	DAG S	OAG S
Ocak	79,8±32,8	31	27	73,8±30,5	31	24	75,1±33,2	31	22	49,3±25,4	29	14	16,3±7,2	29	0
Şubat	67,7±27,6	28	20	84,6±24,4	29	26	81,3±23,1	28	27	48,5±19,6	28	12	14,5±5,9	27	0
Mart	54,0±18,7	31	17	44,6±21,1	31	7	63,6±51,0	31	12	35,3±14,7	29	3	10,9±3,0	31	0
Nisan	43,3±17,5	30	8	48,7±14,5	30	14	53,1±21,0	30	14	24,3±6,6	30	0	9,0±3,6	27	0
Mayıs	46,3±15,4	31	7	41,6±22,3	31	6	49,6±17,5	31	16	24,9±8,0	31	0	11,6±2,6	29	0
Haz.	39,2±11,0	29	3	50,3±16,0	30	11	40,5±6,1	30	3	16,2±3,2	30	0	8,5±1,8	29	0
Tem.	45,1±5,2	31	5	41,2±5,7	30	2	60,1±46,8	31	20	19,3±3,3	27	0	9,5±1,5	30	0
Ağus.	54,5±9,8	31	19	49,8±6,9	31	13	56,1±8,5	31	25	20,2±2,1	31	0	8,9±1,0	31	0
Eylül	129,6±193,0	29	16	42,4±7,6	30	4	55,8±16,6	30	18	18,2±2,7	30	0	10,3±1,1	30	0
Ekim	61,6±27,0	30	19	63,3±23,1	31	25	42,8±20,0	31	12	23,5±14,4	30	2	14,0±4,0	31	0
Kas.	93,6±64,6	30	22	74,9±24,9	30	26	52,0±35,5	30	10	17,0±7,0	30	0	21,8±5,2	30	0
Ara.	95,3±32,5	31	28	71,6±31,2	31	22	58,8±54,7	31	12	15,0±6,0	30	0	22,7±18,3	31	3

Hatay ili beş yıllık ölçüm ortalamalarına bakıldığında Antakya ‘da en yüksek 2015 yılında 80,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en düşük 2019 yılında yaklaşık 11,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. İskenderun istasyonunda ise en yüksek 2015 yılında 50,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en düşük 2019 yılında 11,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Yalnızca 2019 yılı hariç diğer tüm yıllarda DSÖ’nün belirlemiş olduğu sınır değerlerin aşıldığı bulundu (**Grafik 3**).



Grafik 3. Hatay ili ölçüm istasyonlarının yıllık PM_{10} ölçümleri, 2015-2019

AIRQ+ programı ile 2015-2019 yılları arasındaki Hatay için hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk Tablo 12 ‘de gösterildi. İlin 5 yıllık süre toplamında hesaplanan 30 yaş üzeri hava kirliliğine atfedilebilir ölüm sayısı 3357 (min:2255; max:4330), ölüm oranı %10,96 (min:7,36; max: 14,13), yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 89,2 (min:59,9; max:115,0) olarak bulundu. En yüksek atfedilebilir ölüm sayısı 2015 yılında 1125, en düşük ise 2019 yılında 0 olarak bulundu. Atfedilebilir ölüm oranı, en yüksek 2015 yılında %19,06, en düşük 2019 yılında %0 olarak hesaplandı. Yüzbin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı en yüksek 2015 yılında 153,72, en düşük ise 2019 yılında 0 olarak hesaplandı. Rölatif risk ise 1,0 ile 1,23 arasında değişmekteydi (**Tablo 12**).

Tablo 12. Hatay ‘daki 2015-2019 yılları AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları

	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019*
Atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	1125	964	992	276	0	3357
(min-max)	760-1442	647-1244	666-1280	182-364		2255-4330
Atfedilebilir tahmini ölüm oranı	19,06	15,73	15,72	4,31	0	10,96
(min-max)	12,88-24,44	10,56-20,29	10,55-20,28	2,83-5,68		7,36-14,13
Risk altındaki 100.000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	153,7	128,4	129,0	34,9	0	89,2
(min-max)	103,8-197,1	86,2-165,7	86,6-166,4	22,9-46,0		59,9-115,0
Rölatif Risk	1,23	1,18	1,18	1,04	1,00	1,12
(min-max)	1,14-1,32	1,11-1,25	1,11-1,25	1,02-1,06		1,07-1,17

* 2015-2019 yılları arası ölüm sayısı toplam olarak, diğer değerler 5 yıllık ortalama olarak hesaplandı.

DSÖ’nün 2021 yılında güncellediği limit değere göre, AIRQ+ programı ile 2015-2019 yılları arasındaki Hatay için hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk Tablo 13 ‘de gösterildi. İlin 5 yıllık süre toplamında hesaplanan 30 yaş üzeri hava kirliliğine atfedilebilir ölüm sayısı 5172 (min:4029; max:5260), ölüm oranı %16,8 (min:13,08; max: 18,54), yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 136,83 (min:106,65; max:151,0) olarak bulundu. En yüksek atfedilebilir ölüm sayısı 2015 yılında 1569, en düşük ise 2019 yılında 201 olarak bulundu. Atfedilebilir ölüm oranı, en yüksek 2015 yılında %26,58, en düşük 2019 yılında %2,95 olarak hesaplandı. Yüzbin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı en yüksek 2015 yılında 214,41, en düşük ise 2019 yılında 24,82 olarak hesaplandı. Rölatif risk ise 1,02 ile 1,36 arasında değişmekteydi (Tablo 13).

Tablo 13. Hatay ‘daki 2015-2019 yıllarının 2021 DSÖ limit değer güncellemesine göre AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları

	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019*
Atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	1569	1391	1431	580	201	5172
(min-max)	1231-1726	1085-1535	1117-1579	444-646	152-224	4029-5260
Atfedilebilir tahmini ölüm oranı	26,58	22,70	22,68	9,05	2,95	16,8
(min-max)	20,86-29,25	17,71-25,04	17,70-25,03	6,93-10,08	2,24-3,3	13,08-18,54
Risk altındaki 100.000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	214,4	185,3	186,1	73,4	24,8	136,8
(min-max)	168,2-235,9	144,6-204,5	145,2-205,4	56,2-81,7	18,8-27,7	106,6-151,0
Rölatif Risk	1,36	1,29	1,29	1,09	1,03	1,21
(min-max)	1,26-1,41	1,21-1,33	1,21-1,33	1,07-1,11	1,02-1,03	1,15-1,24

* 2015-2019 yılları arası ölüm sayısı toplam olarak, diğer değerler 5 yıllık ortalama olarak hesaplandı.

4.2. Kahramanmaraş

Çalışmamızda 2015-2019 yılları arasında Kahramanmaraş genel nüfusunun sürekli artarak 57492 kişi; otuz yaş üstü nüfusun ise sürekli artarak 753637 kişi arttığı görüldü. Ölüm sayısının en az 2015 yılında 4519 kişi, en fazla 2019 yılında 5165 kişi olduğu görüldü. Otuz yaş üzeri dışsal nedenler ve zehirlenmeler haricindeki ölüm sayısı (doğal ölüm) ise en az 2015 yılında 3594 kişi, en fazla 2019 yılında 4558 kişi olduğu görüldü. İlde 5 yıllık süreçte toplam 24497 ölüm gerçekleşirken, ortalama kaba ölüm hız %4,3’tür. Otuz yaş üzeri için doğal ölüm hızlarına baktığımızda 2015 ile 2019 yıllarında %7,1 ile %8,2 arasında değiştiği görüldü (**Tablo 14**).

Tablo 14. Yıllara göre Kahramanmaraş nüfus bilgileri ve ölüm verileri

Kahramanmaraş	2015	2016	2017	2018	2019
Nüfus	1096610	1112634	1127623	1144851	1154102
Ölüm sayısı	4519	4972	4901	4940	5165
Kaba ölüm hızı(binde)	4,1	4,5	4,4	4,3	4,5
>30 yaş nüfus	505097	518862	532315	547945	558734
>30 yaş doğal ölüm sayısı	3594	4126	4025	4260	4558
>30 yaş doğal ölüm hızı(binde)	7,1	8,0	7,6	7,8	8,2

Kahramanmaraş'taki 2015-2019 arasındaki yıllık ölçüm sayılarına baktığımızda; Onikişubat ölçüm istasyonunda en az ölçüm yüzdesi 2019 yılında %90,1, en fazla 2016 yılında %97,0 olarak bulundu. Elbistan ölçüm istasyonunda ise en az ölçüm 2019 yılında %82,2, en fazla ölçüm 2016 yılında %98,3 olarak bulundu. Kahramanmaraş ilindeki tüm istasyon verileri birlikte incelendiğinde en yüksek ölçüm yüzdesi 2016 yılında %100, en düşük ölçüm yüzdesi 2019 yılında %96,9 olarak bulundu (**Tablo 15**).

Tablo 15. Kahramanmaraş ölçüm istasyonlarındaki yıllık ölçüm sayıları

İstasyon	2015		2016		2017		2018		2019	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Onikişubat	338	92,6	354	97,0	339	92,9	344	94,2	329	90,1
Elbistan	335	91,8	359	98,3	314	86,0	339	92,9	300	82,2
K.Maraş eneli	361	98,9	366	100	364	99,7	362	99,1	354	96,9

Yıllara göre Kahramanmaraş'ta bulunan ölçüm istasyonlarındaki PM₁₀ ölçümü ortanca, minimum ve maksimum değerleri Tablo 16'da gösterildi. Onikişubat ölçüm istasyonunda en düşük ortanca değer 2018 yılında 45,2 µg/m³, en yüksek ortanca değer 2019 yılında 56,7 µg/m³ olarak bulundu. Elbistan ölçüm istasyonunda ise en düşük

ortanca değeri 2016 yılında 57,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en yüksek ölçüm 2018 yılında 102,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Elbistan istasyonunun 2015-2019 arası genel ortanca değeri 76,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olup 12 Şubat istasyonunun 49,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Kahramanmaraş ilindeki tüm istasyon verileri incelendiğinde ise en yüksek ortanca değeri 2018 yılında 72,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en düşük ortanca değeri 2016 yılında 52,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu (**Tablo 16**).

Tablo 16. Kahramanmaraş ili ve ölçüm istasyonlarının 2015-2019 yılları arasında ölçülen PM_{10} için ortanca, en küçük ve en büyük değerler

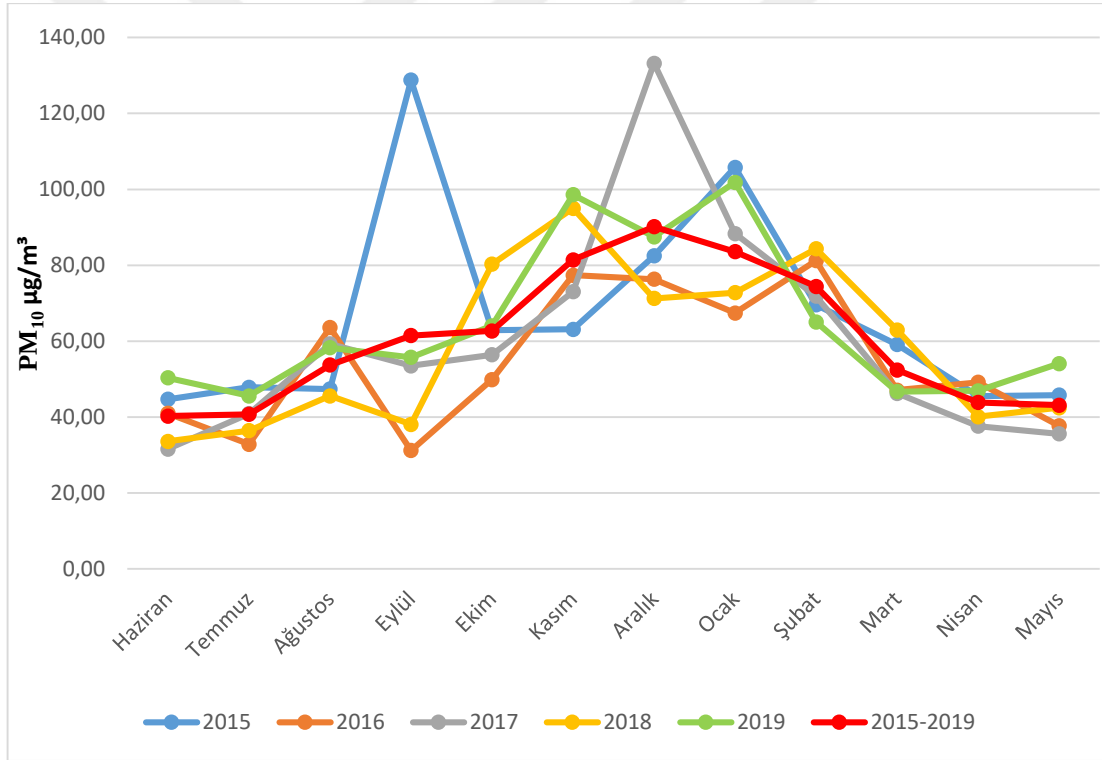
	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
12 Şubat	52,00	46,0	47,5	45,2	56,7	49,7
	10,1-446,5	7,2-165,8	10,9-556,0	11,5-325,4	17,2-183,4	7,2-556,0
Elbistan	63,36	57,6	89,2	102,3	67,3	76,6
	16,4-347,0	25,4-241,7	2,3-642,2	36,2-549,5	14,1-415,6	2,3-642,2
K.Maraş Geneli	57,7	52,7	67,9	72,1	64,5	63,6
	16,4-347,6	12,1-224,9	6,6-571,0	26,2-383,5	20,3-322,3	6,6-571,0

Kahramanmaraş ili ve ölçüm istasyonlarının yıllık PM_{10} ortalamaları Tablo 17’de gösterildi. Onikişubat ölçüm istasyonunda en düşük ölçüm 2016 yılında $54,0 \pm 30,5$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en yüksek ölçüm 2015 yılında $67,0 \pm 52,3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Elbistan ölçüm istasyonunda ise en düşük ölçüm 2016 yılında $72,0 \pm 46,3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en yüksek ölçüm 2018 yılında $125,2 \pm 75,8$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Onikişubat istasyonunun 2015-2019 genel ortalama değeri $60,5 \pm 41,4$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Elbistan istasyonunun ise $97,0 \pm 71,8$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Tüm istasyonlarındaki ölçüm verileri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek ortalama değeri 2018 yılında $91,8 \pm 57,1$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en düşük 2016 yılında $64,3 \pm 38,0$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu (**Tablo 17**).

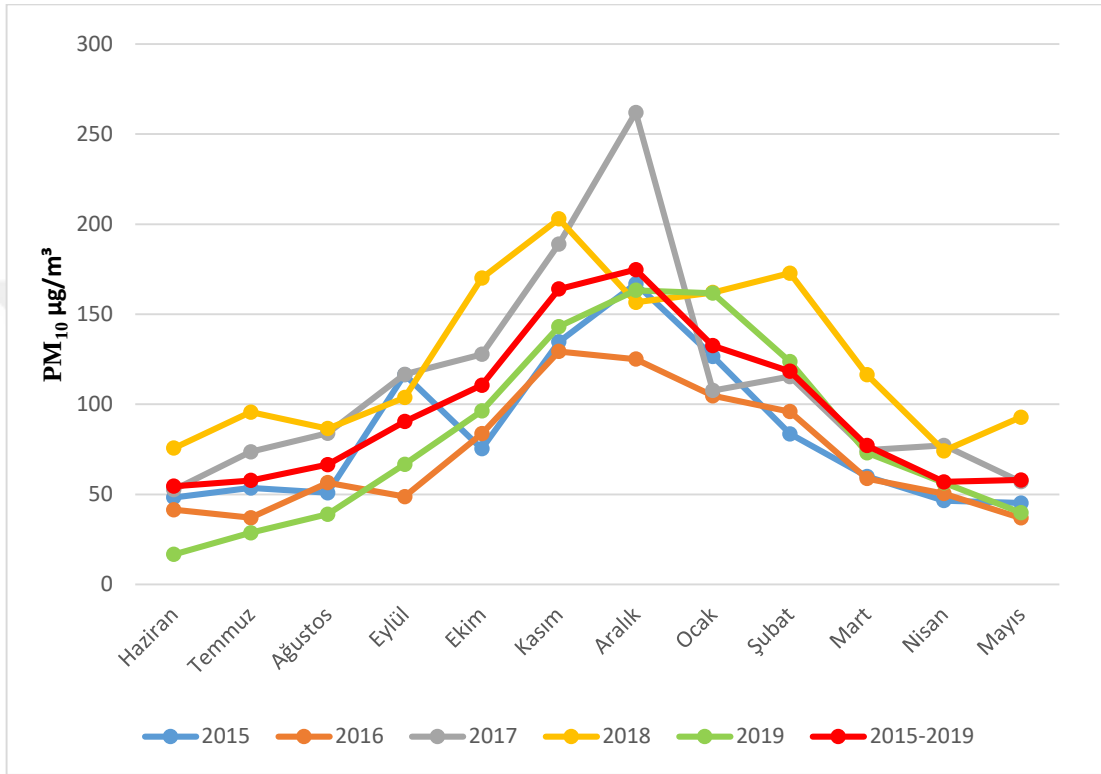
Tablo 17. Kahramanmaraş ili ve ölçüm istasyonlarının yıllık PM₁₀ ortalamaları; 2015-2019

	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
12 Şubat	67,0±52,2	54,0±30,5	60,2±50,5	58,2±38,6	63,5±28,6	60,5±41,4
Elbistan	86,3±61,9	72,0±46,3	115,9±88,7	125,2±75,8	87,4±67,5	97,0±71,8
K.Maraş	76,9±54,5	64,3±38,0	84,5±66,7	91,8±57,1	76,9±48,3	78,9±54,5

Onikişubat istasyonu aylık ölçüm verileri Grafik 4'te gösterilmiştir. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde en yüksek ölçüm değeri 2017 yılı Aralık ayında 133,18 µg/m³ olarak bulundu. Genel olarak 2015-2019 arası tüm ölçüm değerleri birlikte incelendiğinde en yüksek ölçüm değeri Aralık ayında 90,15 µg/m³ olarak bulundu.

**Grafik 4.** Onikişubat İstasyonu aylara göre PM₁₀ ölçüm verileri, 2015-2019

Elbistan istasyonu aylık ölçüm verileri Grafik 5'te gösterilmiştir. En düşük ölçüm 2019 yılı Haziran ayında $16,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en yüksek ölçüm ise 2017 yılı Aralık ayında $261,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Genel olarak tüm yıllarda ölçülen değerler birlikte değerlendirildiğinde en yüksek ölçüm Aralık ayında $174,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu.



Grafik 5. Elbistan İstasyonu aylara göre PM₁₀ ölçüm verileri, 2015-2019.

Kahramanmaraş ili aylara göre ölçüm değerlerine bakıldığında 2015-2019 yılları arasında 2016,2017 ve 2018 yıllarında en az ölçüm yapılan ay Şubat ayı, 2018 ve 2019 yılında en az ölçüm yapılan ay Haziran ayı olarak bulundu. Ölçüm değerlerine bakıldığında 2015 yılında en düşük ortalama değer Mayıs ayında $39,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2016 yılında en düşük ortalama değer Temmuz ayında $34,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2017 yılında en düşük ortalama değer Nisan ayında $33,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2018 yılında en düşük ortalama değer Haziran ayında $52,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2019 yılında en düşük ortalama değer Temmuz ayında $37,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. En yüksek ortalama değerler 2015,2016,2017 ve 2018 yılları Aralık ayında ölçülmüş olup sırasıyla $140,0$, $113,3$, $176,4$ ve $119,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Buna karşın 2019 yılında ise en yüksek ortalama değer Ocak ayında $122,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu.

Genel olarak 2015-2019 arası yıllara bakıldığında en düşük ortalama değer Nisan ayında 45,0 µg/m³, en yüksek ortalama değer Aralık ayında 124,3 µg/m³ olarak bulundu. Yıllık ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama değer 2018 yılında 72,1 µg/m³ olarak bulundu (**Tablo 18**).



Tablo 18. Kahramanmaraş ili aylık PM₁₀ için ortanca, en küçük ve en büyük değerleri

Ay		2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
66	Ocak	31 111,7 26,7- 227,8	31 72,3 27,0-224,9	31 85,7 37,0- 203,8	31 118,6 35,9-285,8	31 122,4 62,6-322,3	155 101,5 26,7-322,3
	Şubat	28 74,5 37,4-146,0	29 91,3 33,0-169,1	28 94,9 30,8- 179,1	28 104,6 39,9-293,4	28 94,3 37,8-175,6	141 92,7 30,8-293,4
	Mart	30 51,8 22,5-137,9	31 43,1 21,0-116,1	31 42,2 19,2-125,6	31 75,6 28,2-199,3	31 56,0 30,9-149,6	154 54,2 19,2-199,3
	Nisan	30 42,1 17,8-86,8	30 45,5 25,9-89,2	29 33,8 11,8-101,4	30 57,4 26,2-89,7	30 47,4 22,0-111,1	149 45,0 11,8-111,1
	Mayıs	31 39,9 20,2-93,7	31 35,6 16,8-71,1	31 47,6 20,1-93,1	31 64,2 29,2-160,7	26 50,7 24,2-88,3	150 45,7 16,8-160,7
	Haziran	27 41,6 23,9-79,3	30 42,9 18,2-66,9	30 40,1 23,8-72,2	30 52,5 26,5-85,0	24 48,2 21,5-78,3	141 45,1 18,2-85,0
	Temmuz	31 45,8 27,2-109,2	31 34,0 18,7-56,3	31 60,6 35,4-98,3	31 66,1 41,1-104,4	31 37,1 20,3-60,3	155 45,9 18,7-109,2
	Ağustos	31 47,4 24,3-85,5	31 57,7 33,1-109,6	31 74,4 40,6-143,9	31 60,9 27,5-101,3	31 45,6 26,9-92,0	155 57,2 24,3-143,9
	Eylül	30 82,2 34,2-347,6	30 37,8 12,1-71,3	30 71,5 28,2-132,6	29 63,2 29,9-112,7	30 58,3 23,1-95,9	149 61,8 12,1-413,8
	Ekim	31 64,7 16,4-158,1	31 65,4 33,8-110,4	31 73,7 30,6-413,8	29 115,9 31,7-357,6	31 82,0 49,2-127,4	153 78,8 16,4-413,8
	Kasım	30 98,3 26,1-219,1	30 111,1 26,6-154,0	30 136,9 6,6-253,5	30 134,4 51,8-383,5	30 108,2 32,4-203,9	150 113,2 6,6-383,5
	Aralık	31 140,0 21,8-243,8	31 113,3 31,2-198,7	31 176,4 33,1-571,0	31 119,1 33,5-236,8	31 99,5 31,9-286,9	155 124,3 21,8-571,0
	Yıllık	361 57,7 16,4-347,6	366 52,7 12,1-224,9	364 67,9 6,6-571,0	362 72,1 26,2-383,5	354 64,5 20,3-322,3	1807 63,6 6,6-571,0

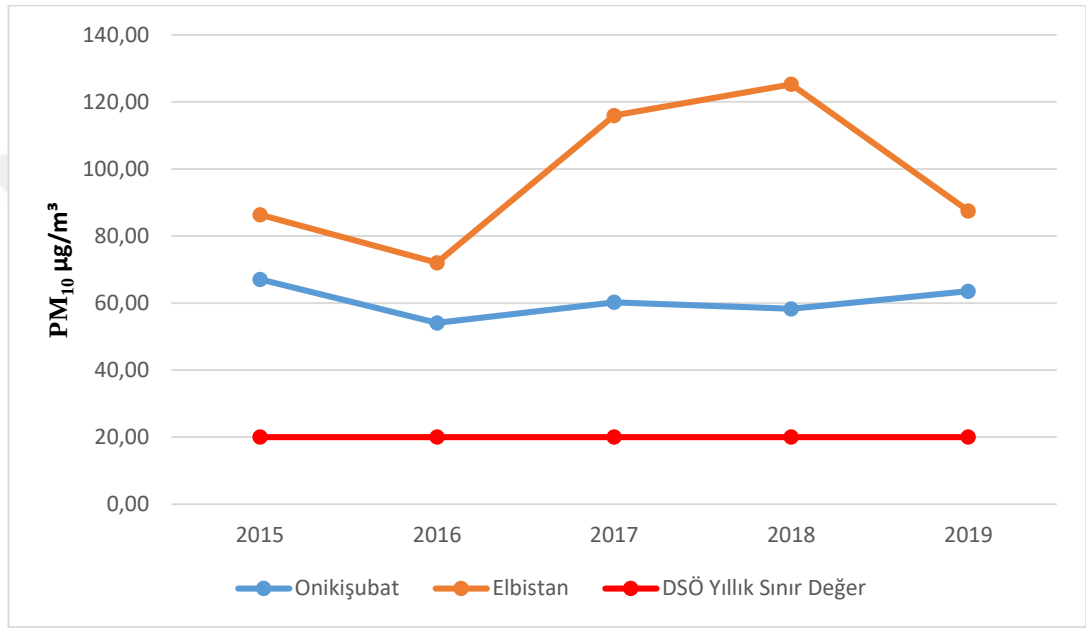
Kahramanmaraş ilinin PM_{10} değerlerinin aylık ortalamaları ve DSÖ sınır değerini aşan gün sayıları Tablo 19’da gösterilmiştir. Kahramanmaraş ili 5 yılın %65,8 gününde limit değerin üzerine çıktığı bulundu. Değerlendirmeye alınan gün sayılarına göre Ocak ayında en fazla 2019 yılında 31 gün, en az 2016 yılında 26 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Şubat aylarında değerlendirmeye alınan gün sayılarına göre en fazla 2016 yılında 28 gün en az 2015 yılında 23 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Mart aylarında en fazla 2018 yılında 26 gün, en az 2017 yılında 12 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Nisan aylarında en fazla aşılan gün sayısı 2018 yılında 22 gün olup en az 2017 yılında 8 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Mayıs aylarında en fazla 2018 yılında 25, en az 2016 yılında 8 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Haziran aylarında en fazla 2018 yılında 19 en az 2015 ve 2017 yıllarında 11 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Temmuz aylarında en fazla 2018 yılında 28, en az 2019 yılında 4 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Ağustos aylarında en fazla 2017 yılında 30, en az 2019 yılında 16 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Eylül aylarında en fazla 2015 yılında 28, 2016 yılında 10 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Ekim aylarında en fazla 2019 yılında 31, en az 2017 yılında 22 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Kasım aylarında en fazla 2018 yılında 30, en az 2015 ve 2016 yıllarında 27 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Aralık aylarında en fazla 2019 yılında 30, en az 2016 yılında 26 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu **(Tablo 19)**.

Kahramanmaraş’ın 2015-2019 yılları arası aylık ortalama PM_{10} verileri incelendiğinde, en yüksek aylık ortalama 2015, 2016 ve 2017 yıllarında Aralık ayında sırasıyla $131,7 \pm 58,0 \mu g/m^3$, $105,4 \pm 48,2 \mu g/m^3$, $206,1 \pm 119,0 \mu g/m^3$, 2018 yılında Kasım ayında $148,9 \pm 82,4 \mu g/m^3$ ve 2019 yılında Ocak ayında $143,8 \pm 70,7 \mu g/m^3$ olarak bulundu.

Tablo 19. Kahramanmaraş ilinin PM₁₀ değerlerinin aylık ortalamaları ve DSÖ sınır değerini aşan gün sayıları,2015-2019

	2015			2016			2017			2018			2019		
	Ort±SS	DAGS	OAGS	Ort±SS	DAGS	OAGS	Ort±SS	DAGS	OAGS	Ort±SS	DAGS	OAGS	Ort±SS	DAGS	OAGS
Ocak	116,2±60,9	31	25	87,6±52,8	31	23	98,9±44,9	31	27	128,5±64,3	31	30	143,8±70,7	31	31
Şubat	76,5±30,4	28	21	90,9±31,2	29	28	94,6±33,9	28	24	132,3±69,8	28	26	94,3±31,1	28	26
Mart	58,8±24,5	30	16	52,9±26,8	31	13	48,2±24,7	31	9	88,8±45,0	31	26	62,0±24,6	31	19
Nisan	45,3±19,1	30	9	49,8±17,2	30	12	41,4±23,0	29	7	57,1±16,4	30	21	51,5±19,9	30	14
Mayıs	44,7±20,5	31	10	37,3±15,3	31	6	46,3±19,1	31	9	67,6±27,7	31	21	51,2±17,8	26	13
Haziran	45,6±14,0	27	7	41,2±13,6	30	9	42,8±12,6	30	9	54,1±15,8	30	16	49,6±15,0	24	10
Temmuz	52,2±20,1	31	14	34,9±10,9	31	3	59,2±15,6	31	21	67,6±15,3	31	28	37,1±8,4	31	3
Ağustos	49,1±14,1	31	14	59,6±19,7	31	19	76,2±17,4	31	30	62,6±19,8	31	22	48,5±14,1	31	13
Eylül	121,9±100,1	30	24	35,0±15,2	30	7	78,0±29,7	30	24	65,6±20,1	29	22	60,1±19,0	30	21
Ekim	68,6±29,8	31	21	69,5±19,5	31	27	90,7±71,8	31	22	120,8±62,9	29	26	80,5±17,4	31	29
Kasım	109,3±49,9	30	27	103,3±37,4	30	27	130,1±60,4	30	28	148,9±82,4	30	30	113,0±40,5	30	29
Aralık	131,7±58,0	31	28	105,4±48,2	31	25	206,1±119,0	31	29	110,9±58,2	31	28	122,2±67,3	31	30

Kahramanmaraş ili beş yıllık ölçüm ortalamalarına bakıldığında Elbistan ölçüm istasyonunda en yüksek 2018 yılında $125,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en düşük 2016 yılında $72,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Onikişubat istasyonunda ise en yüksek 2015 yılında $67,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en düşük 2016 yılında $54,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Araştırmaya konu olan tüm yıllardaki ölçüm değerleri DSÖ'nün belirlemiş olduğu sınır değerleri aşmaktaydı (Grafik 6).



Grafik 6. Kahramanmaraş ili ölçüm istasyonlarının yıllık PM_{10} ölçümleri, 2015-2019

AIRQ+ programı ile 2015-2019 yılları arasındaki Kahramanmaraş için hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk Tablo 20 'de gösterildi. İlin 5 yıllık süre toplamında hesaplanan 30 yaş üzeri hava kirliliğine atfedilebilir ölüm sayısı 4668 (min:3181; max:5942), ölüm oranı %22,68 (min:15,45; max:28,87), yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 174,6 (min:119,0; max:222,3) olarak bulundu. En yüksek atfedilebilir ölüm sayısı 2019 yılında 1008, en düşük ise 2016 yılında 745 olarak bulundu. Atfedilebilir ölüm oranı en düşük 2016 yılında %18,05, en yüksek 2018 yılında %26,64 olarak hesaplandı. Yüzbin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı en yüksek

2018 yılında 207,1, en düşük ise 2016 yılında 143,5 olarak hesaplandı. Rölatif risk 1,22 ile 1,36, arasında değişmekteydi (**Tablo 20**).

Tablo 20. Kahramanmaraş ilinin AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları 2015-2019

	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019*
Atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	795	745	985	1135	1008	4668
(min-max)	541-1014	502-957	673-1250	779-1435	686-1286	3181-5942
Atfedilebilir tahmini ölüm oranı	22,12	18,05	24,47	26,64	22,12	22,68
(min-max)	15,04-28,21	12,17-23,19	16,72-31,06	18,29-33,68	15,04-28,21	15,45-28,87
Risk altındaki 100.000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	157,4	143,5	185,0	207,1	180,4	174,6
(min-max)	107,0-200,6	96,7-184,4	126,4-234,8	142,2-261,8	122,7-230,1	119,0-222,3
Rölatif Risk	1,28	1,22	1,32	1,36	1,28	1,29
(min-max)	1,17-1,39	1,13-1,30	1,20-1,45	1,22-1,50	1,17-1,39	1,17-1,4

* 2015-2019 yılları arası ölüm sayısı toplam olarak, diğer değerler 5 yıllık ortalama olarak hesaplandı.

DSÖ'nün 2021 yılında güncellediği limit değere göre, AIRQ+ programı ile 2015-2019 yılları arasındaki Kahramanmaraş için hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk Tablo 21 'de gösterildi. İlin 5 yıllık süre toplamında hesaplanan 30 yaş üzeri hava kirliliğine atfedilebilir ölüm sayısı 6325 (min:4999; max:6936), ölüm oranı %30,74 (min:24,3; max: 33,71), yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 236,82 (min:187,15; max:259,7) olarak bulundu. En yüksek atfedilebilir ölüm sayısı 2018 yılında 1502, en düşük ise 2016 yılında 1048 olarak bulundu. Atfedilebilir ölüm oranı, en yüksek 2018 yılında %35,26, en düşük 2016 yılında %25,41 olarak hesaplandı. Yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı en yüksek 2018 yılında 274,15, en düşük ise 2016 yılında 202,03 olarak hesaplandı. Rölatif risk ise 1,34 ile 1,54 arasında değişmekteydi (Tablo 21).

Tablo 21. Kahramanmaraş'taki 2015-2019 yıllarının 2021 DSÖ limit değeri güncellemesine göre AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları

	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019*
Atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	1082	1048	1320	1502	1373	6325
(min-max)	854-1188	821-1154	1046-1446	1195-1642	1083-1506	4999-6936
Atfedilebilir tahmini ölüm oranı	30,11	25,41	32,8	35,26	30,12	30,74
(min-max)	23,76-33,05	19,9-27,98	26,0-35,92	28,05-38,55	23,76-33,05	24,3-33,71
Risk altındaki 100.000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	214,2	202,0	248,0	274,1	245,6	236,8
(min-max)	169,0-235,1	158,2-222,5	196,5-271,6	218,0-299,7	193,8-269,6	187,1-259,7
Rölatif Risk	1,43	1,34	1,48	1,54	1,43	1,44
(min-max)	1,31-1,49	1,24-1,38	1,35-1,56	1,39-1,62	1,31-1,50	1,32-1,51

4.3. Osmaniye

Çalışmamızda 2015-2019 yılları arasında Osmaniye genel nüfusunun sürekli artarak 25886 kişi; otuz yaş üstü nüfusun ise sürekli artarak 24970 kişi arttığı görüldü. Ölüm sayısının en az 2018 yılında 2417 kişi en fazla 2019 yılında 2568 kişi olduğu görüldü. Otuz yaş üzeri dışsal nedenler ve zehirlenmeler haricindeki ölüm sayısı (doğal ölüm) ise en az 2015 yılında 2052 kişi en fazla 2019 yılında 2252 kişi olduğu görüldü. İlde 5 yıllık süreçte toplam 12416 ölüm gerçekleşirken, ortalama kaba ölüm hız %4,7'dir. Otuz yaş üzeri için doğal ölüm hızlarına baktığımızda %7,6 ile %8,2 arasında değiştiği görüldü (**Tablo 22**).

Tablo 22. Yıllara göre Osmaniye nüfus bilgileri ve ölüm verileri, 2015-2019

Osmaniye	2015	2016	2017	2018	2019
Nüfus	512873	522175	527724	534415	538759
Ölüm sayısı	2430	2467	2534	2417	2568
Kaba ölüm hızı(binde)	4,8	4,8	4,8	4,6	4,8
>30 yaş nüfus	250288	257379	263597	270058	275258
>30 yaş doğal ölüm sayısı	2052	2080	2142	2062	2252
>30 yaş doğal ölüm hızı(binde)	8,3	8,2	8,2	7,7	8,2

Osmaniye Merkez ölçüm istasyonundaki 2015-2019 arasındaki yıllık ölçüm sayılarına baktığımızda; en az ölçüm yüzdesi 2018 yılında %90,1, en fazla 2016 yılında %98,9 olarak bulundu (**Tablo 23**).

Tablo 23. Osmaniye Merkez ölçüm istasyonundaki yıllık ölçüm sayıları

Osmaniye	2015		2016		2017		2018		2019	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Merkez	350	95,9	361	98,9	356	94,5	329	90,1	349	95,6

Osmaniye Merkez ölçüm istasyonunda 2015-2019 yılları arasında ölçülen PM₁₀ için ortalama, en küçük ve en büyük değerler Tablo 24’de gösterilmiştir. Osmaniye merkez ölçüm istasyonunda en düşük ortalama değer 2015 yılında 51,1 µg/m³, en yüksek ortalama değer 2016 yılında 58,3 µg/m³ olarak bulundu. Genel olarak

2015-2019 arası ölçüm değerleri incelendiğinde tüm yılların ortanca değeri $54,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu (**Tablo 24**).

Tablo 24. Osmaniye Merkez ölçüm istasyonunda 2015-2019 yılları arasında ölçülen PM_{10} için ortanca, en küçük ve en büyük değerler

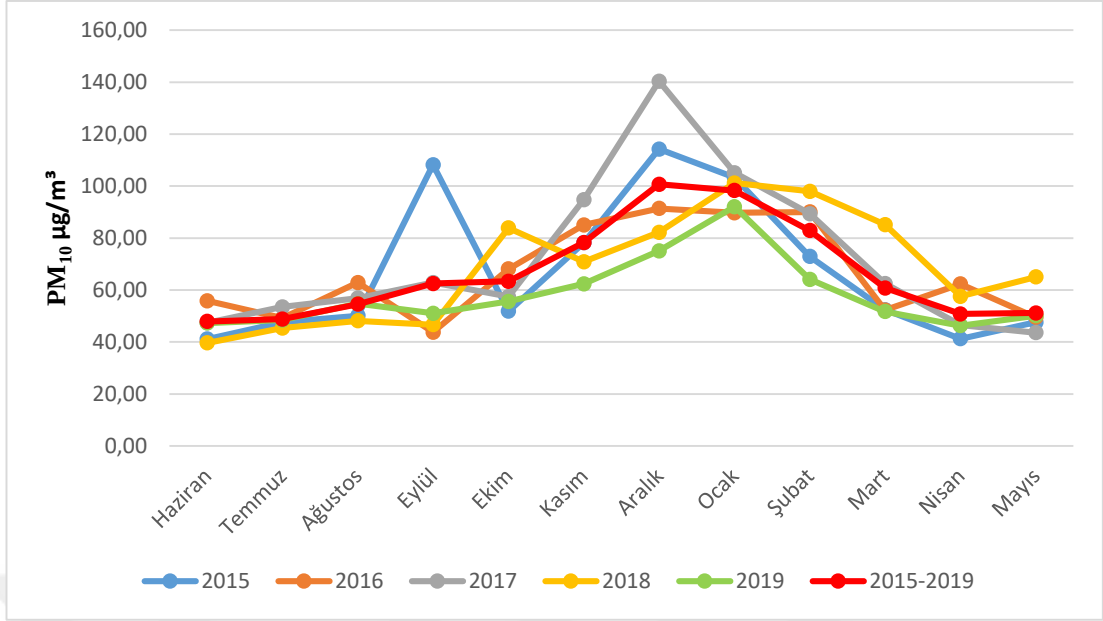
Osmaniye	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
Merkez İstasyonu	51,1	58,3	56,1	54,3	52,7	54,8
	15,1-534,2	16,5-194,2	17,6-386,4	19,1-276,0	17,4-196,9	15,1-534,2

Yıllara göre Osmaniye’de bulunan Merkez ölçüm istasyonundaki PM_{10} ölçüm ortalamalarına baktığımızda; en düşük ölçüm 2019 yılında $58,3 \pm 26,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en yüksek ölçüm 2017 yılında $72,0 \pm 44,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Genel olarak tüm yıllardaki ölçüm değerleri incelendiğinde ortalama $66,7 \pm 39,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu (**Tablo 25**).

Tablo 25. Osmaniye ilinin yıllık PM_{10} ortalamaları; 2015-2019

Osmaniye	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
Merkez İstasyonu	$67,7 \pm 53,1$	$66,5 \pm 30,1$	$72,0 \pm 44,7$	$69,4 \pm 37,7$	$58,3 \pm 26,0$	$66,7 \pm 39,8$

Osmaniye Merkez istasyonu aylık ölçüm verileri Grafik 7’de gösterilmiştir. En yüksek ölçüm değeri 2017 Aralık ayında $140,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Tüm ölçüm değerleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek ölçüm Aralık ayında $100,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu.



Grafik 7. Osmaniye Merkez Ölçüm İstasyonu aylara göre PM₁₀ ölçüm verileri, 2015-2019

Osmaniye ili aylara göre ölçüm değerlerine bakıldığında 2015-2019 yılları arasında 2015 yılında Şubat, Haziran ve Temmuz, 2016 yılında Şubat, 2017 yılında Ekim, 2018 yılında Haziran, 2019 yılında Şubat ve Ekim ayları en az ölçüm yapılan ay olarak bulundu. Ölçüm değerlerine bakıldığında 2015 yılında en düşük ortalama değer Nisan ayında $36,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2016 ve 2017 yıllarında en düşük ortalama değer Mayıs ayında sırasıyla $44,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $41,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2018 yılında en düşük ortalama değer Haziran ayında $39,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2019 yılında en düşük ortalama değer Nisan ayında $43,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. En yüksek ortalama değerlere bakıldığında 2015 ve 2017 yılları Aralık ayında ölçülmüş olup sırasıyla $116,6$ ve $140,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ölçülmüştür. Diğer yıllardaki ölçümlere bakıldığında 2016 yılı Şubat ayında en yüksek ortalama değer ölçülmüş olup $92,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Buna karşın 2018 ve 2019 yıllarında Ocak ayında en yüksek ortalama değer ölçülmüş olup sırasıyla $105,9$ ve $99,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Yıl içerisindeki tüm ölçüm değerleri incelendiğinde en yüksek ölçüm değeri 2016 yılında $58,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu (**Tablo 26**).

Tablo 26. Osmaniye ili aylık PM₁₀ için ortalama, en küçük ve en büyük değerleri, 2015-2019

		2015			2016			2017			2018			2019			2015-2019
Ocak	3	98,9	3	31	79,7	31	31	93,4	31	31	105,9	31	31	99,2	155	155	94,8
		32,3-164,3			23,0-194,2			29,5-227,1			35,5-166,9			34,1-174,3			23,0-227,1
Şubat	2	68,2	2	28	92,2	28	28	98,0	28	26	83,7	26	26	64,1	135	135	78,1
		27,3-152,1			43,8-149,2			37,9-131,2			39,7-191,0			23,2-126,4			23,2-191,0
Mart	3	50,5	3	31	46,9	31	25	53,2	25	31	71,4	31	31	50,7	148	148	53,1
		27,0-104,3			24,4-135,0			30,7-204,0			30,5-172,6			34,2-85,2			24,4-204,0
Nisan	3	36,0	3	30	56,7	30	30	42,7	30	30	54,9	30	30	43,1	150	150	46,7
		15,1-85,0			27,7-117,6			17,6-96,8			26,0-97,1			17,4-145,4			15,1-145,4
Mayıs	3	40,2	3	31	44,2	31	26	41,7	26	28	59,8	28	28	46,9	146	146	45,7
		22,3-104,8			16,5-142,5			18,3-85,1			34,2-118,6			28,5-81,1			16,5-142,5
Haziran	2	41,1	3	30	53,7	30	17*	45,8	17*	29	39,8*	29	29	43,2	133	133	43,5
		29,5-63,7			26,7-96,4			25,2-117,7			28,0-50,2			29,5-80,1			25,2-117,7
Temmuz	2	47,1	3	31	47,5	31	30	52,8	30	30	46,3	30	30	48,1	148	148	48,1
		38,6-59,6			38,1-68,6			36,9-74,8			30,8-60,7			22,9-64,2			22,9-74,7
Ağustos	3	47,56	3	31	59,8	31	31	53,0	31	31	48,2	31	31	54,3	154	154	52,5
		35,3-70,5			42,8-115,4			44,6-85,2			40,5-64,1			40,2-83,4			35,4-115,4

Tablo 26 devamı

Eylül	2	62,8	3	44,2	30	64,5	27	49,4	30	50,6	145	50,3
		28,3-534,2		23,7-58,7		39,1-95,3		31,8-61,1		34,9-66,7		23,7-534,2
Ekim	2	48,15	3	62,4	22*	51,7*	26	65,2	26	55,8	134	55,7
		23,0-92,6		40,0-127,1		24,1-151,9		19,1-276,0		24,4-97,1		19,1-276,0
Kasım	2	65,2	3	84,3	30	80,5	28	60,4	28	64,1	145	66,9
		22,0-334,4		22,8-158,8		42,7-282,7		24,8-149,7		19,2-118,6		19,2-334,4
Aralık	3	116,6	3	91,5	31	140,2	30	79,0	29	56,93	152	98,3
		32,5-202,0		34,3-140,1		48,4-386,4		29,1-159,1		31,9-196,9		29,1-386,4
Yıllık	3	51,1	3	58,3	356	56,1	329	54,3	349	52,7	1745	54,8
		15,1-534,2		16,5-194,2		17,6-386,4		19,1-276,0		17,4-196,9		15,1-534,2

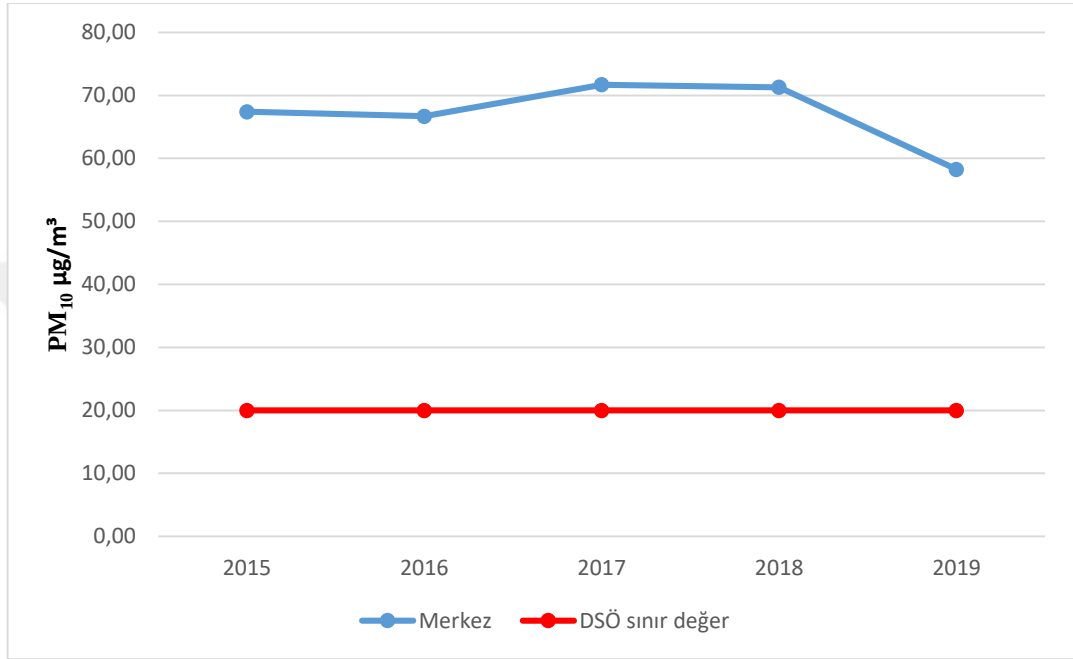
Osmaniye ilinin PM₁₀ değerlerinin aylık ortalamaları ve DSÖ sınır değerini aşan gün sayıları Tablo 27’te gösterilmiştir. Osmaniye ilinin 5 yıllık sürede %59,7 gün oranında sınır değeri aştığı bulundu. Değerlendirmeye alınan gün sayılarına göre Ocak ayında en fazla 2018 yılında 29 gün, en az 2019 yılında 25 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Şubat aylarında değerlendirmeye alınan gün sayılarına göre en fazla 2017 yılında 27 gün, en az 2015 ve 2019 yıllarında 21 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Mart aylarında en fazla 2018 yılında 22 gün, en az 2015 yılında 17 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Nisan aylarında en fazla aşılan gün sayısı 2018 yılında 23 gün olup en az 2015 yılında 7 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Mayıs aylarında en fazla 2018 yılında 19 gün, en az 2015 yılında 12 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Haziran aylarında en fazla 2016 yılında 21, en az 2018 yılında 4 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Temmuz aylarında en fazla 2017 yılında 27, en az 2018 yılında 16 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Ağustos aylarında en fazla 2016 ve 2017 yıllarında 30, en az 2018 yılında 21 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Eylül aylarında en fazla 2017 yılında 28, 2016 yılında 12 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Ekim aylarında en fazla 2016 yılında 26 gün sınır değerler aşılmış olup en az 2017 yılında 14 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Kasım aylarında en fazla 2017 yılında 28, en az 2018 yılında 21 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu. Aralık aylarında en fazla 2017 yılında 31, en az 2019 yılında 22 gün sınır değerlerin aşıldığı bulundu **(Tablo 27).**

Osmaniye’nin 2015-2019 yılları arasındaki aylık PM₁₀ ölçüm verileri incelendiğinde, en yüksek aylık ortalama 2015, 2016 ve 2017 yıllarında Aralık ayında sırasıyla 114,2±43,2 µg/m³, 91,4±32,0 µg/m³, 140,3±72,7 µg/m³, 2018 ve 2019 yıllarında Ocak ayında sırasıyla 101,2±37,7 µg/m³, 92,1±41,5 µg/m³ olarak bulundu.

Tablo 27. Osmaniye ilinin PM₁₀ değerlerinin aylık ortalamaları ve DSÖ sınır değerini aşan gün sayıları,2015-2019

	2015			2016			2017			2018			2019		
	Ort±SS	DAGS	OAGS	Ort±SS	DAGS	OAGS	Ort±SS	DAGS	OAGS	Ort±SS	DAGS	OAGS	Ort±SS	DAGS	OAGS
Ocak	103,3±38,7	31	28	89,7±41,2	31	26	105,1±50,1	31	26	101,2±37,7	31	27	92,1±41,5	31	22
Şubat	72,9±30,3	27	21	90,0±26,1	26	23	89,3±27,6	28	23	97,9±45,6	28	25	64,0±21,6	26	20
Mart	52,3±21,5	30	16	52,2±24,4	31	13	62,5±35,0	31	18	85,1±39,2	25	21	51,7±13,5	31	16
Nisan	41,2±17,2	30	6	62,3±23,6	30	18	46,4±18,6	30	9	57,6±16,9	30	19	46,3±23,9	30	10
Mayıs	47,5±19,1	31	11	49,5±26,9	30	9	43,6±15,2	31	10	65,0±24,6	26	18	50,1±15,2	28	12
Haz.	41,1±7,3	27	2	55,8±18,5	30	19	47,4±16,5	30	10	39,6±6,7	17*	1*	47,2±17,2	29	9
Tem.	47,7±5,5	27	9	49,1±6,6	30	11	53,5±7,7	31	22	45,3±6,5	30	6	48,5±9,9	30	12
Ağus.	50,1±8,8	30	11	62,8±14,8	31	27	56,8±10,4	31	24	48,1±5,3	31	12	54,7±8,9	31	21
Eylül	108,1±132,5	28	13	43,7±9,2	30	6	62,8±13,1	30	24	46,6±7,8	27	11	51,0±7,6	30	16
Ekim	51,8±18,4	29	13	68,1±23,9	31	25	57,4±27,8*	22*	13*	83,9±64,0	26	15	55,6±19,6	26	15
Kasım	78,2±59,0	29	18	85,0±32,8	30	25	94,8±50,9	30	27	70,8±33,4	28	19	62,4±20,5	28	22
Aralık	114,2±43,2	31	27	91,4±32,0	31	29	140,3±72,7	31	30	82,2±34,3	30	24	75,1±42,9	29	18

Osmaniye ili beş yıllık ölçüm ortalamalarına bakıldığında en yüksek 2017 yılında 71,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en düşük 2019 yılında 58,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulundu. Araştırmaya konu olan tüm yıllarda DSÖ'nün belirlemiş olduğu sınır değerler aşılmaktaydı (**Grafik 8**).



Grafik 8. Osmaniye ili merkez ölçüm istasyonu yıllık PM_{10} verileri, 2015-2019

AIRQ+ programı ile 2015-2019 yılları arasındaki Osmaniye için hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk Tablo 28 'da gösterildi. İlin 5 yıllık süre toplamında hesaplanan 30 yaş üzeri hava kirliliğine atfedilebilir ölüm sayısı 1992 (min:1346; max:2555), ölüm oranı %18,85 (min:12,73; max: 24,17), yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 151,5 (min:102,4; max:194,3) olarak bulundu. En yüksek atfedilebilir ölüm sayısı 2017 yılında 440, en düşük ise 2019 yılında 361 olarak bulundu. Atfedilebilir ölüm oranı en düşük 2019 yılında %16,04, en yüksek 2017 yılında %20,54 olarak hesaplandı. Yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı en yüksek 2017 yılında 166,9, en düşük ise 2019 yılında 131,2 olarak hesaplandı. Rölatif risk 1,19 ile 1,25 arasında değişmekteydi (**Tablo 28**).

Tablo 28. Osmaniye ilinin AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları 2015-2019

	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019*
Atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	393	391	440	407	361	1992
(min-max)	266-504	264-501	298-563	275-521	243-466	1346-2555
Atfedilebilir tahmini ölüm oranı	19,17	18,78	20,54	19,73	16,04	18,85
(min-max)	12,96-24,58	12,68-24,09	13,92-26,27	13,35-25,27	10,77-20,68	12,73-24,17
Risk altındaki 100.000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	157,1	151,7	166,9	150,6	131,22	151,5
(min-max)	106,2-201,5	102,5-194,7	113,1-213,5	101,9-192,9	88,1-169,2	102,4-194,3
Rölatif Risk	1,23	1,23	1,25	1,24	1,19	1,22
(min-max)	1,14-1,32	1,14-1,31	1,16-1,35	1,15-1,33	1,12-1,26	1,14-1,31

* 2015-2019 yılları arası ölüm sayısı toplam olarak, diğer değerler 5 yıllık ortalama olarak hesaplandı.

DSÖ'nün 2021 yılında güncellediği limit değere göre, AIRQ+ programı ile 2015-2019 yılları arasındaki Osmaniye için hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk Tablo 29 'da gösterildi. İlin 5 yıllık süre toplamında hesaplanan 30 yaş üzeri hava kirliliğine atfedilebilir ölüm sayısı 2791 (min:2189; max:3071), ölüm oranı %26,41 (min:20,72; max:29,06), yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 212,32 (min:166,6; max:233,63) olarak bulundu. En yüksek atfedilebilir ölüm sayısı 2017 yılında 614, en düşük ise 2019 yılında 519 olarak bulundu. Atfedilebilir ölüm oranı en düşük 2019 yılında %23,06, en yüksek 2017 yılında %28,66 olarak hesaplandı. Yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı en yüksek 2017 yılında 232,87, en düşük ise 2019 yılında 188,67 olarak hesaplandı. Rölatif risk 1,29 ile 1,40 arasında değişmekteydi (Tablo 29).

Tablo 29. Osmaniye’deki 2015-2019 yıllarının 2021 DSÖ limit değeri güncellemesine göre AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları

	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019*
Atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	548	546	614	564	519	2791
(min-max)	430-603	428-601	483-674	443-620	405-573	2189-3071
Atfedilebilir tahmini ölüm oranı	26,71	26,26	28,66	27,36	23,06	26,41
(min-max)	20,96-29,40	20,6-28,9	22,56-31,48	21,49-30,09	18,0-25,44	20,72-29,06
Risk altındaki 100.000 kişiye tahmini atfedilebilir ölüm sayısı	219,0	212,1	232,8	208,9	188,6	212,3
(min-max)	171,8-240,9	166,4-233,5	183,3-255,8	164,1-229,7	147,2-208,1	166,6-233,6
Rölatif Risk	1,36	1,35	1,40	1,37	1,29	1,35
(min-max)	1,26-1,41	1,25-1,40	1,29-1,46	1,27-1,43	1,21-1,34	1,25-1,40

4.4. İllerin Tek Bölge Olarak Değerlendirilmesi

Çalışmaya alınan iller tek bir bölge olarak kabul edilip, AirQ+ programıyla hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk Tablo 30 ‘da gösterildi. Beş yıllık dönemde hava kirliliğine atfedilebilir toplam ölüm 10022, atfedilebilir ölüm oranı %16,49, risk altındaki yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 128,8 olarak hesaplandı. En yüksek ölüm sayısı 2017 yılında 2423, en yüksek ölüm oranı 2015 yılında %20,13, en yüksek yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 2015 yılında 115,5 olarak hesaplandı.

Tablo 30. İllerin tek bölge olduğu varsayıldığında AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları 2015-2019

	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019*
Atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	2313	2099	2423	1818	1369	10022
(min-max)	1566-2960	1412-2701	1641-3100	1236-2319	928-1751	6783-12831
Atfedilebilir tahmini ölüm oranı	20,13	17,04	19,66	15,13	10,51	16,49
(min-max)	13,63-25,76	11,47-21,94	13,30-25,18	10,15-19,55	6,99-13,69	16,12-22,9
Risk altındaki 100.000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	155,5	137,5	154,9	113,0	83,4	128,8
(min-max)	105,3-199,1	92,5-177,0	104,9-198,2	76,8-144,2	56,5-106,6	87,2-165,0
Rölatif Risk	1,25	1,20	1,24	1,17	1,11	1,19
(min-max)	1,15-1,34	1,12-1,28	1,15-1,33	1,11-1,24	1,07-1,15	1,12-1,26

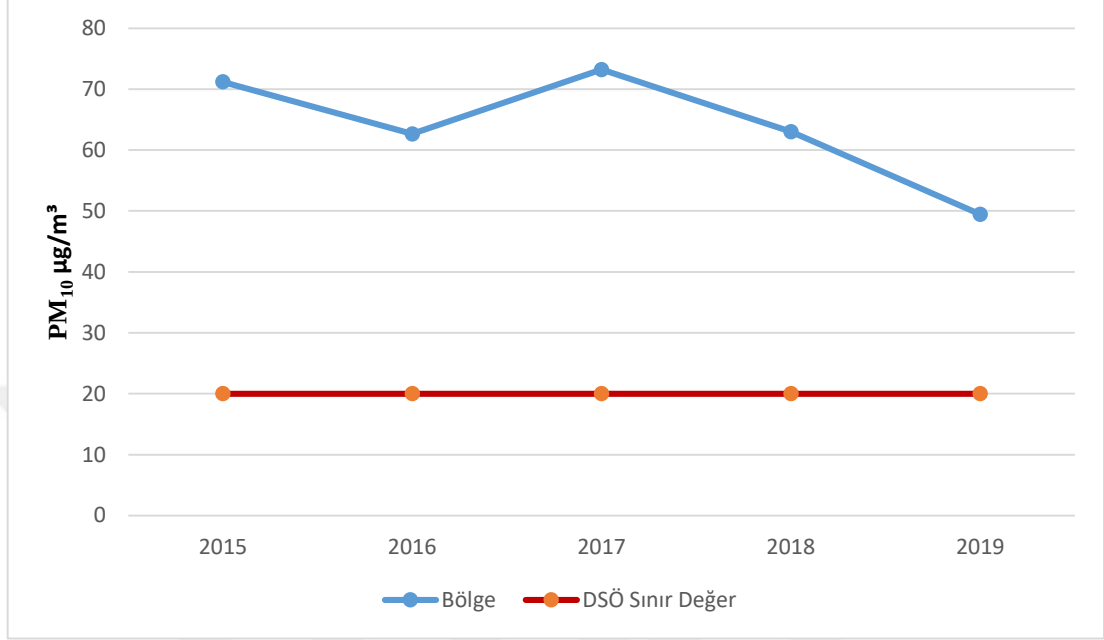
* 2015-2019 yılları arası ölüm sayısı toplam olarak, diğer değerler 5 yıllık ortalama olarak hesaplandı.

Tek bölge olarak ele alınan illerin DSÖ 2021 yılında güncellediği limit değere göre AirQ+ programıyla hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk Tablo 31 'de gösterildi. Beş yıllık dönemde hava kirliliğine atfedilebilir toplam ölüm 14288, atfedilebilir ölüm oranı %23,57, risk altındaki yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 183,5 olarak hesaplandı. En yüksek ölüm sayısı 2017 yılında 3365, en yüksek ölüm oranı 2015 yılında %27,82, en yüksek yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 2015 ve 2017 yıllarında 115,5 olarak hesaplandı.

Tablo 31. İllerin tek bölge olduğu varsayıldığında 2015-2019 yıllarının 2021 DSÖ limit değer güncellemesine göre AIRQ+ programı ile hesaplanan atfedilebilir ölüm sayısı, atfedilebilir ölüm oranı, 100.000 kişiye atfedilebilir ölüm sayısı ve rölatif risk hesaplamaları

	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019*
Atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	3199	2985	3365	2646	2093	14288
(min-max)	2515-3517	2334-3290	2,646-3699	2082-2908	1641-2304	11218-15708
Atfedilebilir tahmini ölüm oranı	27,82	24,23	27,28	22,0	16,52	23,57
(min-max)	21,87-30,6	18,95-26,71	21,43-30,0	17,15-24,28	12,78-18,31	18,4-25,98
Risk altındaki 100.000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı	215,1	195,5	215,1	164,5	127,4	183,5
(min-max)	169,1-236,5	152,9-215,5	169,1-236,4	129,5-180,8	100,0-140,3	164,1-201,9
Rölatif Risk	1,38	1,32	1,37	1,28	1,19	1,3
(min-max)	1,27-1,44	1,23-1,36	1,27-1,42	1,20-1,32	1,14-1,22	1,22-1,35

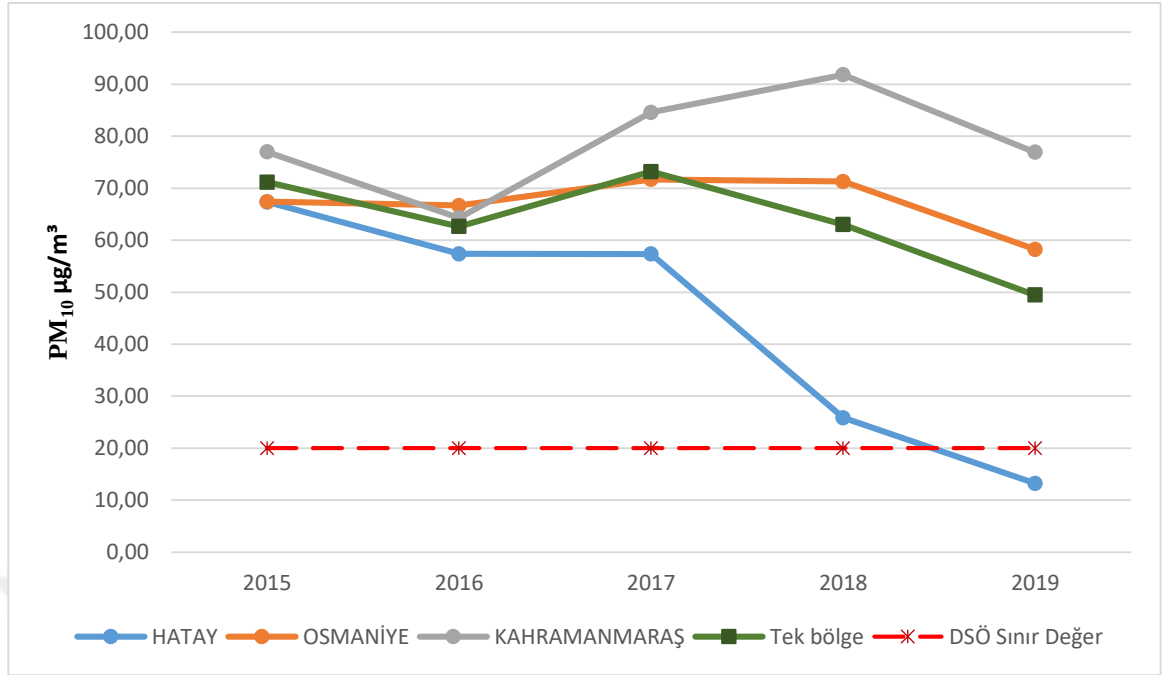
Tek bölge olarak kabul edildiğinde bölgenin en yüksek PM₁₀ ölçümü 2017 yılında 73,21 µg/m³ olarak hesaplandı. Bölge araştırma yapılan 2015-2019 yılları arasında DSÖ limit değerinin üstündedir (**Grafik 9**).



Grafik 9. İller tek bölge olarak değerlendirildiğinde yıllık PM₁₀ verileri, 2015-2019

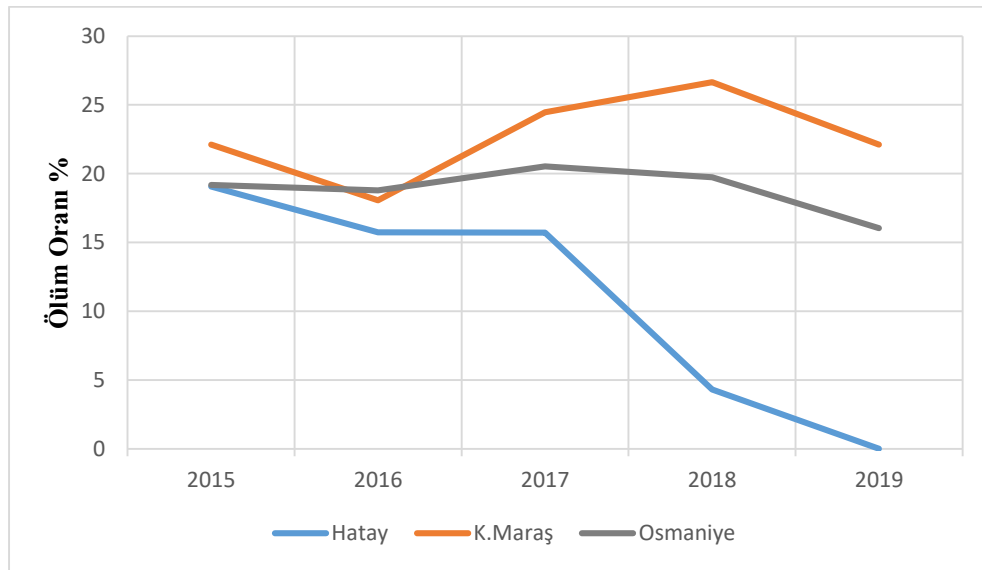
4.5 İllerin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda yer alan üç ilin yıllık PM₁₀ ölçüm değerleri incelendiğinde Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinde 2015 ve 2019 yılları arası tüm yıllarda DSÖ'nün öngördüğü limit değerinin üzerinde ölçüm yapıldığı izlendi. Hatay ilinde ise yıllık PM₁₀ ölçüm değerleri sadece 2019 yılında DSÖ'nün öngördüğü limit değerinin altında izlendi (**Grafik 10**).



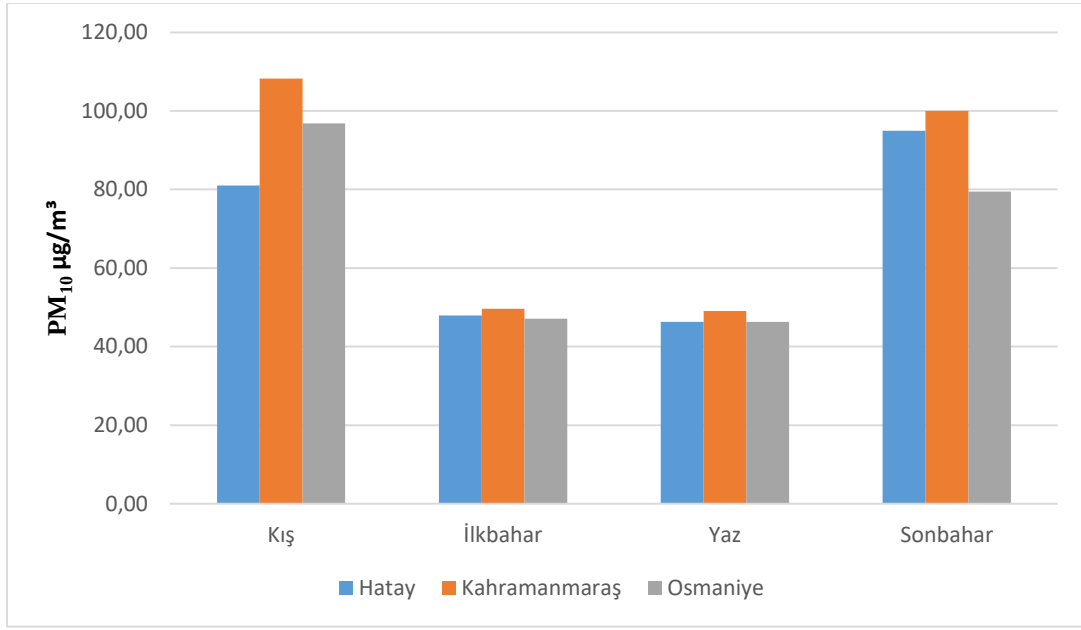
Grafik 10. Hatay, Osmaniye, Kahramanmaraş illerinin yıllık PM₁₀ verileri, 2015-2019

Çalışmamızdaki illerin AİRQ+ programı ile hesaplanan yıllık ölüm oranları incelendiğinde en yüksek ölüm oranı Kahramanmaraş ilinde 2018 yılında % 26,64 olarak, en düşük ölüm oranının ise Hatay ilinde 2019 yılında %0 olarak hesaplandı (**Grafik 11**).



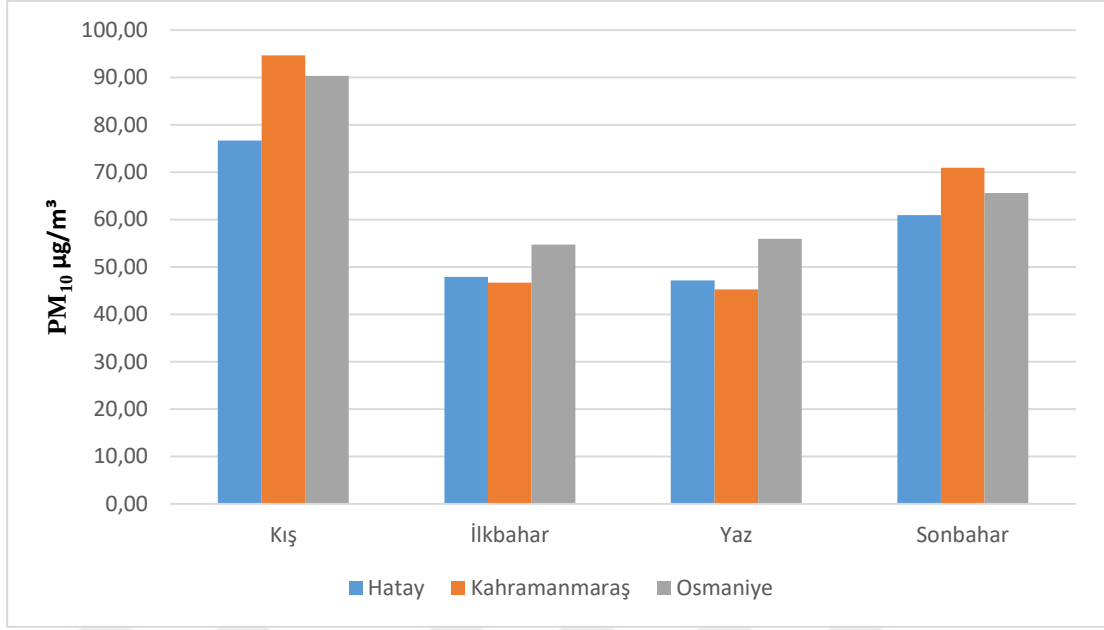
Grafik 11. Hatay, Osmaniye, Kahramanmaraş illerinin AİRQ+ Programı ile Hesaplanan Ölüm Oranları, 2015-2019

Çalışmamızda yer verdiğimiz üç ilin 2015 yılı mevsimlere göre PM₁₀ ölçüm değerleri incelendiğinde tüm mevsimlerde en yüksek ölçüm Kahramanmaraş ilinde bulundu. Kış mevsiminde en düşük ölçüm Hatay'da, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde en düşük ölçüm Osmaniye ve Hatay'da, sonbaharda ise en düşük ölçüm Osmaniye'de bulundu (**Grafik 12**).



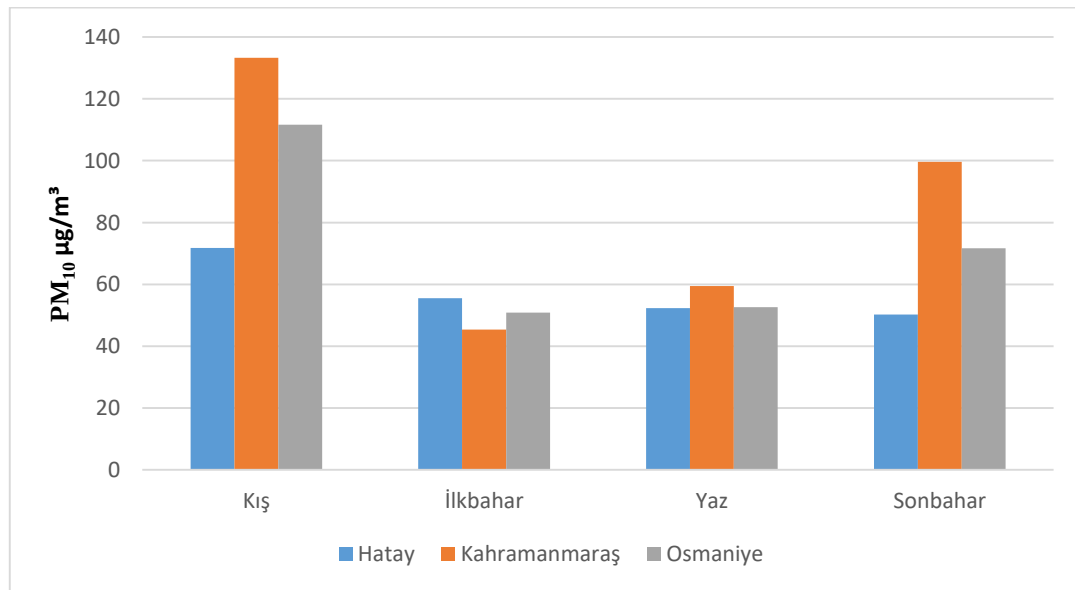
Grafik 12. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM₁₀ Değerleri;2015

Çalışmamızda yer verdiğimiz üç ilin 2016 yılı mevsimlere göre PM₁₀ ölçüm değerleri incelendiğinde kış ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek ölçüm Kahramanmaraş ilinde, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde Osmaniye ilinde bulundu. Kış ve sonbahar mevsimlerinde en düşük ölçüm Hatay'da, ilkbahar ve yaz mevsiminde Kahramanmaraş'ta bulundu (**Grafik 13**).



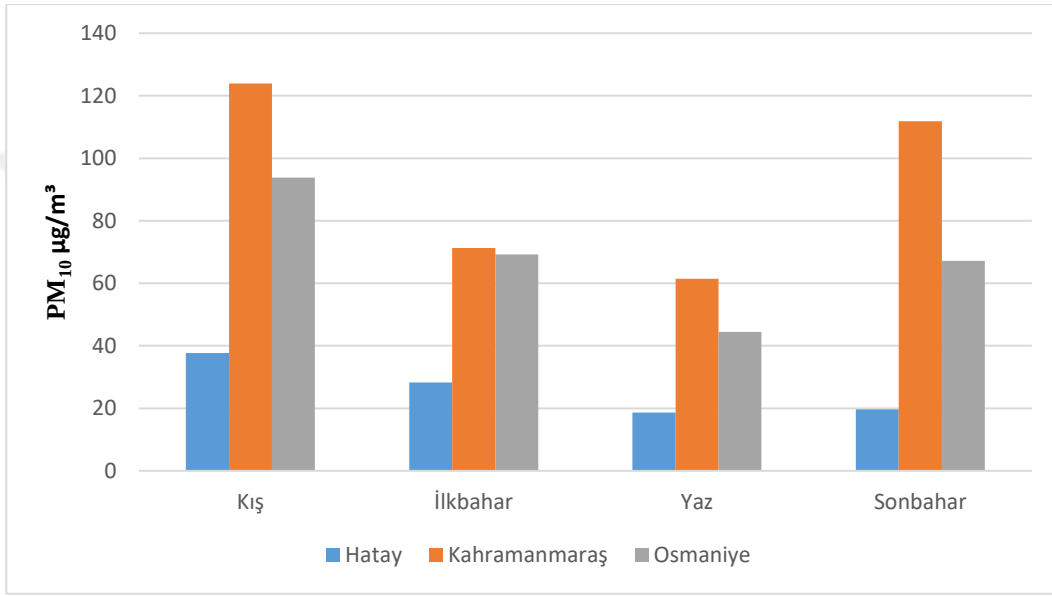
Grafik 13. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM₁₀ Değerleri;2016

Çalışmamızda yer verdiğimiz üç ilin 2017 yılı mevsimlere göre PM₁₀ ölçüm değerleri incelendiğinde kış, yaz ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek ölçüm Kahramanmaraş ilinde, ilkbahar mevsiminde Hatay ilinde bulundu. Kış, yaz ve sonbahar mevsimlerinde en düşük ölçüm Hatay’da, ilkbahar mevsiminde Kahramanmaraş’ta bulundu (**Grafik 14**).



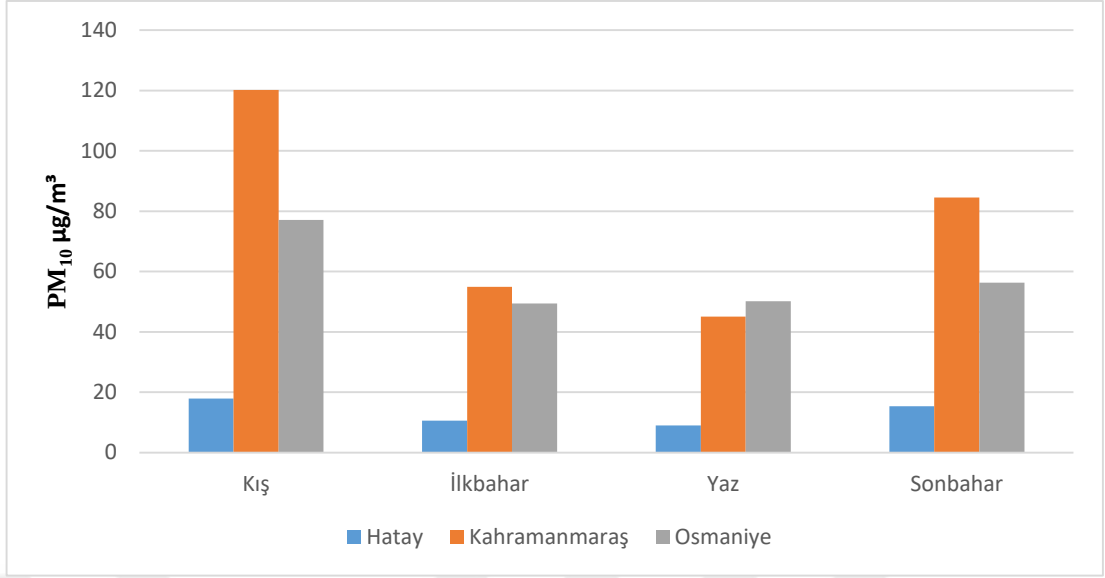
Grafik 14. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM₁₀ Değerleri;2017

Çalışmamıza konu olan üç ilin 2018 yılı mevsimlere göre PM₁₀ ölçüm değerleri incelendiğinde tüm mevsimlerde en yüksek ölçüm Kahramanmaraş ilinde bulundu. Tüm mevsimlerde en düşük ölçüm ise Hatay ilinde bulundu (**Grafik 15**).



Grafik 15. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM₁₀ Değerleri;2018

Çalışmamıza konu olan üç ilin 2019 yılı mevsimlere göre PM₁₀ ölçüm değerleri incelendiğinde kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek ölçüm Kahramanmaraş ilinde bulundu. Tüm mevsimlerde en düşük ölçüm ise Hatay ilinde bulundu (**Grafik 16**).



Grafik 16. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin mevsimlere göre PM₁₀ Değerleri;2019

5. TARTIŞMA

Çalışmamızın amacına yönelik olarak Hatay, Kahramanmaraş ve Osmaniye illerinde 2015-2019 yılları arasındaki PM₁₀ değerleri kullanılarak AirQ+ programı yardımı ile atfedilen ölüm sayıları, ölüm yüzdeleri ve yüz bin kişiye atfedilen ölüm hızları hesaplanmıştır. Ayrıca kaba ölüm hızı, otuz yaş üstü ölüm sayıları ve otuz yaş üzeri ölüm hızları ile hava kalitesi izleme istasyonlarından alınan veriler doğrultusunda PM₁₀ değerinin yıllık, aylık ve mevsimsel ortalamaları incelenmiştir.

5.1. Yıllık PM₁₀ Değerlerinin DSÖ Limit Değer ile Kıyaslanması

İllerin 2015 yılındaki PM₁₀ değerleri incelendiğinde bütün illerin, DSÖ'nün belirlemiş olduğu 20 µg/m³ değerinin yaklaşık 3-4 katı olduğu görüldü. İllerin PM₁₀ değerine göre sıralaması yüksekten düşüğe doğru Kahramanmaraş, Osmaniye ve Hatay şeklindeydi. Yine son yılda Kahramanmaraş ili PM₁₀ değeri neredeyse limit değerin 4 katı, Osmaniye ili yaklaşık 3 katı yükseklikte iken Hatay ilinin PM₁₀ değeri limit değerin yaklaşık yarısına eşitti. Çalışmaya alınan illerin 2015-2019 yılları arasındaki 5 yıllık ortalamalarına bakıldığında PM₁₀ değeri en yüksek il Kahramanmaraş, en düşük il Hatay'dı ve ortalama değerler DSÖ limit değerinin yaklaşık 2 ile 4 katı arasında değişmekteydi.

Hatay, Kahramanmaraş ve Osmaniye illeri Akdeniz Temiz Hava Merkezine bağlıdır. Akdeniz Temiz Hava Merkezine bağlı 7 il vardır(Adana, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Mersin, Osmaniye) (171). Kara Rapor 2019 ve 2020 çalışmaları incelendiğinde Akdeniz Temiz Hava Merkezine bağlı illerin 2016 yılı PM₁₀ ortalama değerleri DSÖ limit değerinin 1,5-3,5 katı arasında değişmekteydi. Çalışmamıza konu olan 3 il, merkeze bağlı iller arasında en yüksek 4 şehir içindedir. Aynı çalışmaların 2019 verileri incelendiğinde PM₁₀ yıllık ortalamaları DSÖ limit değerin yarısı ile 3 katı arasında değişmektedir ve Kahramanmaraş ile Osmaniye en yüksek ilk iki şehirdir. Hatay ise aynı merkeze bağlı iller arasındaki en düşük değere sahip ildir.

Kahramanmaraş ve Osmaniye illerinin PM₁₀ değerleri dalgalı bir seyir izlerken, Hatay düşüş eğilimindeydi. Çalışmanın yapıldığı 5 yıllık eğim incelendiğinde Kahramanmaraş ile Osmaniye ili yıllık değişimleri benzer seyir izlerken, Hatay ili bir düşüş trendi göstermesiyle diğer illerden ayrılmaktaydı.

Kara Rapor 2019 ve 2020'nin 4 yıllık periyottaki verileri değerlendirildiğinde Adana, Gaziantep ve Hatay illerinin düşüş seyrinde, Mersin ilinin yükseliş trendinde olduğu ve geri kalan illerin çok değişim göstermediği söylenebilir (6,62). Genel olarak iki raporda da çalışmamızla benzer sonuçlar bulunmuştur.

5.2. Yıllık Limit Aşımı Olan Gün Sayıları

DSÖ'ye göre günlük limit değer 50 µg/m³ 'tür. Bu değer yılda 35 günden fazla aşılmaması önerilmektedir. Kahramanmaraş ve Osmaniye illerinde her yılın yarısından fazla gün limit aşımı mevcuttu ve en sık limit aşımı yapılan aylar Aralık ve Ocak aylarıydı. Kara rapor 2020'nin verileri de çalışmamızı desteklemektedir (62). Hatay ilinde ise 2015-2017 yılları arasında her yılın yaklaşık yarısı kadar gün limit aşımı vardı ve en sık limit aşımı yapılan aylar Şubat ve Aralık aylarıydı. Hatay ilinde 2007-2017 yılları arasında yapılan bir çalışmada ve Türkiye genelinde 2005-2015 yıllarında yapılan başka bir çalışmada da çalışmamıza benzer sonuçlar bulunmuştur (17,172). Son iki yılda Hatay ilinde yılda sırasıyla 31 ve 3 gün limit aşılmıştı.

5.3. İllerin PM₁₀ Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Çalışmaya alınan illerin PM₁₀ değerleri beklenildiği üzere sonbaharda artmaya başlamakta ve kış aylarında pik yapmaktaydı. Değerler kış ve sonbahar aylarında yükselirken, ilkbahar ve yaz aylarında düşüş gösteriyor olsa da DSÖ limit değerinin üzerinde kalmaktaydı. Sadece son yılda Hatay ili dört mevsimde de limit değeri altında kaldı. İncelenen 5 yıllık sürede Kahramanmaraş ve Osmaniye illeri kış aylarında limit değeri yaklaşık 5-5,5 katı kadar üstünde iken, Hatay ili yaklaşık 2,5 kat üstündeydi. Çalışmaya alınan illerde yaz aylarında da değerlerin yüksek olmasında antropojenik kaynaklardan oluşan hava kirleticilerinin fotokimyasal tepkimeye uğrayarak ozon vb. kirleticinin miktarının artması göz önünde bulundurulmalıdır.

Hatay’da yapılan bir çalışmada Antakya istasyonunda özellikle kış aylarında limit aşımaların daha fazla olduğu; İskenderun istasyonunda ise yaz ve sonbahar değerlerinin kış ve ilkbahar değerlerine göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (17). Kahramanmaraş ilinde yapılan bir çalışmada yaz aylarında PM₁₀ değerlerinin düştüğü diğer aylarda yüksek değerler gözlemlendiği bulunmuştur. Bunun sebebi olarak ise fabrikaların yaz aylarında çalışanlarına izin vererek üretim kapasitelerini ve çalışmalarını azaltmaları gösterilmiştir(152). Diğer çalışmalarla bizim çalışmamız benzer olarak kış aylarında özellikle en yüksek değerlere sahiptir. Bunun ana sebebi kış aylarında ısınma amaçlı ucuz katı yakıt kullanım miktarlarının artması olabilir.

5.4. Mevcut Verilerin Olası Kirlilik Nedenleri Açısından Değerlendirilmesi

Bilindiği üzere PM₁₀ kaynakları daha çok insanların ısınma, elektrik üretimi, ulaşım vb. amaçları sonucudur. Bunların dışında meteorolojik olaylar da (toz taşınımı, rüzgâr vb.) partikül madde kirliliğine katkıda bulunmaktadır (173).

Rüzgâr hızı hava kirliliği açısından önem taşımaktadır. Rüzgâr hızı 3 m/sn altında olduğunda hafif, 5 m/sn üzerinde olduğunda orta şiddetli ve şiddetli rüzgâr olarak adlandırılmaktadır ve kirliliğin dağılabilmesi için 5 m/sn üzerinde rüzgâr olması gerekmektedir (174). Çalışmanın yapıldığı yıllarda illerin aylık ortalama rüzgâr hızları incelendiğinde genellikle 3 m/sn’nin altında olduğu görülmektedir (175). Bu durumda biriken kirliliğin dağılmasında rüzgârın yeterince etkili olamayacağı varsayılabilir. Sadece Hatay ilinde 2018-19 yıllarında 4 m/sn üzeri değerler bulunmaktadır (175). Bu durum Hatay ilinde PM₁₀ ölçümlerinin aynı yıllarda düşük çıkmasını kısmen desteklemektedir.

Yağış miktarı hava kirliliğini etkileyen önemli meteorolojik olaylardan biridir. Yağmur taneleri havadaki katı ve gaz kirleticilerin birçoğunun atmosferden yeryüzüne inmesine neden olmaktadır. Bu nedenle yağışın fazla olması hava kirliliğinin azalmasına yardımcı olmaktadır (176). Çalışmanın yapıldığı tarihlerdeki yıllık ortalama yağış miktarları incelendiğinde en çok yağış alan il Hatay iken Kahramanmaraş’ın en az yağış alan il olduğu görüldü. Hatay’da özellikle son 2 yılda yağış miktarı en yüksek değerlerine ulaşmaktadır (175). Bu durum yine Hatay ilindeki son 2 yılda düşük çıkan ölçüm değerlerini desteklemektedir.

Türkiye toz taşınımından etkilenen ülkelerden biri olmakla beraber özellikle çalışmaya dahil olan illerin de olduğu güney bölgeleri daha çok etkilenmektedir. Ülkemize toz taşınımı Sahra çölü kaynaklı oluşmakta ve en çok Doğu Akdeniz bölgesini etkilemektedir. Toz taşınımı İlkbahar aylarında maksimum düzeye ulaşmaktadır (177). NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)'nin erişime açmış olduğu internet sitesi üzerinden 2015 yılı Ocak ayı ile 2019 Aralık ayı arasındaki dönemin animasyonu incelendiğinde; çalışmanın yapıldığı iller sıklıkla yüksek yoğunluklu toz taşınımı olduğu görüldü (178).

Fosil yakıt kullanımı hava kirliliğini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Ülkemizde ısınma amacıyla yaygın olarak katı yakıtlar kullanılmakta ve tarım faaliyetleri için anız yakma işlemi sık sık uygulanmaktadır; bu durumlar hava kirliliğine katkı sağlamaktadır. Doğalgaz havayı diğer yakıtlara göre kirletmemektedir. Doğalgaz kullanımının artmasıyla hava kirliliğinin azalması ön görülmektedir (19,179). Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) yıllık raporlarına bakıldığında çalışmamızdaki illerin 5 yıllık toplam doğal gaz kullanım miktarı çoktan aza doğru Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye şeklindedir. Bu illerdeki doğalgaz kullanımı düzenli artış göstermektedir. Sadece Hatay ilinde 2019 yılında kullanım miktarında azalma görülmüştür (180–185). Motorlu taşıtların saldıgı egzoz dumanları da çevre kirliliğine katkıda bulunmaktadır. İllerin motorlu taşıt sayıları incelendiğinde her geçen gün artmaktaydı ve tüm yıllardaki toplam taşıt sayılarına bakıldığında en fazla taşıt Hatay ilinde iken en az taşıt Osmaniye ilindeydi (186).

Tüm bu bilgiler ışığında Kahramanmaraş ve Osmaniye illerindeki düşük rüzgâr hızı ve yağış miktarı, artan motorlu taşıt sayısı, yüksek yoğunluklu toz taşınımı olması, doğalgaz kullanımının düşük seviyelerde kalması bu illerin PM₁₀ ortalamalarının yüksek çıkmasını ve artış trendi görülmesini açıklamaktadır. Kahramanmaraş ilinde Osmaniye'den daha fazla doğal gaz kullanımı olmuşsa da iller arasındaki nüfus, motorlu taşıt sayı farkı ve Kahramanmaraş'taki termik santral sayısı göz önüne alındığında, Kahramanmaraş'ın PM₁₀ ortalamasının yüksek çıkması anlam kazanmaktadır.

Hatay ilinin 2015-17 yılları arasındaki PM₁₀ değerlerinin yüksek olması yukarıda verilen bilgiler ile uyum göstermektedir. Hava kirliliğini etkileyen yukarıda verilen bilgiler ışığında incelendiğinde Hatay ilinin özellikle son iki yıldaki PM₁₀ ortalama değerlerinin çelişkili olduğu düşünülebilir. Bu nedenle Akdeniz Temiz Hava Merkezi ile iletişime geçildi ve cihaz ölçümlerinin doğruluğu teyit edildi (171). Son iki yıldaki rüzgâr hızı ortalamalarının ve yıllık yağış miktarlarının yüksek olması, her ne kadar doğalgaz kullanımı azalmış, taşıt sayısı ve nüfus artmış olsa da bu yıllardaki verilerin doğruluğunu desteklemektedir.

5.5. Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş İllerindeki Kirli Havaya Atfedilen Ölümler

Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinin 5 yıllık toplam nüfusu 16.174.414, toplam ölüm sayısı 73.303'tür. Bu üç ilde 5 yıllık süre içinde 30 yaş üzerinde 62.700 ölüm olmuştur. Yine aynı süre içerisinde aynı illerde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı ise 10022'dir. Otuz yaş üzeri hava kirliliğine bağlı ölümler 30 yaş üzeri toplam ölümlerin %15,9'unu oluşturmaktadır.

5.5.1. Atfedilebilir Ölüm Sayıları

Çalışmanın yapıldığı 2015 ile 2019 yılları arasında 3 ilde hava kirliliğine atfedilebilir toplam ölüm sayısı 10022'dir. İller tek bölge olarak analiz edildiğinde 2015 yılındaki hava kirliliğine atfedilebilir ölüm sayısı 2313 olup 2019 yılında 1369 olarak hesaplanmıştır.

Hatay ilinde 30 yaş üzeri hava kirliliğine atfedilebilir ölüm sayısı 3357 olarak hesaplanmıştır. Hatay ilinde atfedilebilir ölüm sayısı 2015 yılında 1125 olup 2019 yılında 0 hesaplanmıştır. Hatay ilinde 2015 yılından 2019 yılına doğru atfedilebilir ölüm sayıları 2017 yılında çok az bir artış gösterse de sürekli düşmüştür. Kahramanmaraş'ta 5 yıllık sürede 30 yaş üzeri atfedilebilir toplam ölüm sayısı 4668 olarak hesaplanmış, 2015 yılında 795 olan atfedilebilir ölüm sayısı 2019 yılına gelindiğinde artarak 1008 olmuştur. Osmaniye'de araştırmanın yapıldığı yıllarda hava kirliliğine atfedilebilir toplam ölüm sayısı 1992 olarak hesaplanmıştır. İlk yıldaki atfedilebilir ölüm sayısı 393, son yılda 361 olmuştur. Kara rapor 2020 ile çalışmamızın sonuçları benzerdir (62).

Çalışmamızla benzer sonuçlara ulaşılmış olmasının nedeni 2020 yılında yapılan çalışmada kullanılan verilerle kullandığımız verilerin aynı kaynaktan alınmış olması olabilir.

Çalışmamızla paralel olarak, Kara Rapor 2020 sonuçlarında Akdeniz Temiz Hava Merkezine bağlı illerin 2017-19 yılları arasındaki hava kirliliğine atfedilebilir otuz yaş üstü ölüm sayıları 137 ile 3597 arasında değişmekteydi. En düşük sayı Kilis ilinde en yüksek sayı Mersin ilindeydi. Çalışmamızdaki illerden Kahramanmaraş ili 7 il arasında 2. sırada, Hatay ve Osmaniye illeri Kilis'in üstünde son sıralarda yer almaktaydı (62).

5.5.2. Atfedilebilir Ölüm Yüzdesi

İller tek bölge olarak verileri programa girildiğinde, 5 yıllık zaman içinde 30 yaş üzeri hava kirliliğine atfedilebilir ortalama ölüm % 16,49 olarak hesaplandı. Araştırmanın yapıldığı ilk yıl bu değer %20,13 iken 2019 yılında %10,51'e düşmüştür. Bu düşüşün ana sebebi Hatay ilinin son yılda bulunan ölüm yüzdesinin 0 olması muhtemeldir.

Çalışmaya dâhil edilen illerin 2015 yılı ölüm yüzdeleri %19 ile %22 değerleri arasında değişmekte ve yüksekte düşüğe doğru Kahramanmaraş, Osmaniye ve Hatay şeklindeydi. Son yılda Hatay ilinde hava kirliliğine atfedilebilir ölüm yüzdesi sıfıra düşmüş ve illerin sıralaması değişmemiştir. Beş yıllık süreç değerlendirildiğinde Hatay ve Osmaniye illerinin ölüm yüzdeleri düşme eğilimi gösterirken, Kahramanmaraş ili ölüm yüzdesi aynı kalmıştır.

Çalışmamızda en yüksek atfedilebilir ölüm yüzdesine sahip il %26,04 oranıyla 2018 yılında Kahramanmaraş olmuştur. Bir diğer önemli nokta ise Osmaniye ilinde Kahramanmaraş iline göre daha az ölüm görülmesine rağmen ölüm yüzdeleri %20'lere yakın olup Kahramanmaraş ile çok yakındır. Hatay'da ölüm yüzdelerinin çalışmaya alınan son iki yılda %4'lerden %0'a düşmesi dikkat çekicidir.

Türkiye genelinde 2020 yılında yapılan bir çalışmada çalışmamızla benzer olarak Adana temiz hava merkezindeki illerin 2017-19 yıllarındaki ölüm yüzdesi en yüksek olan il Kahramanmaraş'tır (Kilis ve Mersin 2019 yılı hesaplanmamış). Aynı

yıllarda Osmaniye ili en yüksek ilk 3 il arasında iken Hatay ili 2017 yılında üçüncü en yüksek il, sonraki yıllarda ise en düşük il olarak görülmektedir (6,62).

5.5.3. Atfedilebilir Yüz Binde Ölüm Sayısı

Tek bölge olarak değerlendirildiğinde, 5 yılın yüz binde ölüm sayısı 128,8 olarak bulunmuştur. İlk yıl bu değer yüz binde 155,5 iken son yılda Hatay'ın muhtemel etkisi sonucu yüz binde 83,4'e düşmüştür.

Çalışmamızdaki illerin atfedilebilir mortalite hızlarına bakıldığında 2015 yılında üç ilin yüz binde ölüm sayıları 153,7 ile 157,4 arasındadır. Son yılda Kahramanmaraş ili yüz binde 180'lere kadar yükselmiş, Osmaniye 131,2'ye Hatay ise sıfıra düşmüştür. Çalışmanın değerlendirmeye aldığı 5 yıl incelendiğinde Kahramanmaraş ili yüz binde ölüm sayıları yükseliş eğiliminde iken diğer illerin düşüş trendinde olduğu görüldü.

Adana ilinde 2017 yılında Hatay ile benzer mortalite hızlarına sahip olmalarına rağmen 2018 yılında Hatay ilindeki PM₁₀ seviyesinin belirgin düşmesine paralel olarak mortalite hızında da ciddi düşüş yaşanmıştır. Bir sonraki yıl ise Hatay iliyle aynı şekilde PM₁₀ seviyeleri limit değerinin altında olduğu için mortalite hızı 0 hesaplanmıştır. Antalya ilinde mortalite hızları 2017 yılında Hatay'dan düşük olsa da 2018 ve 2019 yıllarında daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Mersin ilinde 2017 yılında yüz binde 146,4 olan mortalite hızı 2018 yılında yüz binde 173,87'ye yükselerek Kahramanmaraş'tan daha yüksek hesaplanmıştır. Nüfus oranları birbirine yakın olmasına ve PM₁₀ seviyesi daha düşük olmasına rağmen Burdur ilinde mortalite hızı Osmaniye iline göre 2017 yılında yüz binde 74,8, 2018 yılında yüz binde 82,71 daha yüksektir. Isparta ilinin Kahramanmaraş iline göre PM₁₀ seviyeleri daha düşük ve nüfusu daha az olmasına rağmen 2018 yılında yüz binde 17,8 ve 2019 yılında da yüz binde 6,36 daha yüksektir (62). Adana temiz hava merkezindeki illerde ise 2017 yılında Adana (106,3), Gaziantep (85,0), Mersin (146,4) ve Kilis (90,4) olarak hesaplanmıştır (187). Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri: Kara Rapor göre Türkiye'de 2017 yılında 100.000 kişide hava kirliliğine atfedilen mortalite hızı en düşük üç il Yozgat (8), Rize (18,8) ve Artvin (21) iken, en yüksek 3 il Afyon (235,2), Sinop (223,2) ve Burdur (216,2) olarak bulunmuştur (62). Türkiye geneli 2019 yılında Çorum yüz binde nüfusta hava kirliliğine atfedilen ölüm hızının en yüksek olduğu il

olarak karşımıza çıkmaktadır (6). Bizim çalışmamızdaki değerlerle literatürdeki değerler karşılaştırıldığında özellikle Kahramanmaraş'ta yüksek değerler göze çarpmaktadır. Ancak Hatay ilinde, özellikle son yıllarda gözlenen düşük değerlere literatürdeki çalışmalarda rastlanmamıştır. Bu durumun gerçek bir iyileşme olup olmadığı daha uzun çalışmalar ile ortaya konulmalıdır. Ölüm geri döndürülemez bir olgu olması nedeniyle önlenabilir sebeple olan ölümler ülkelerin birinci gündem maddesi olmalıdır. Bu sebeple hava kirliliği denetimleri arttırılmalı, her türlü hava kirleticisi için caydırıcı cezalar ülkelerin gündemine alınmalıdır.

Polonya'da 2012 yılında yapılan çalışmada, 100.000 kişi başına atfedilen ölüm hızı iki ayrı bölgede 128,1 ve 75,6 olarak bulunmuştur (188). Tahran'da yapılan araştırmada 100.000 kişi başına atfedilen ölüm hızı 128,0 olarak bulunmuştur (189). Bizim çalışmamızda da 100.000 atfedilen ölüm hızı 128,8 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar ışığında gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde mortalite hızları açısından fark olmadığı düşünülebilir. Bu konuda daha geniş kapsamlı ve farklı bölgeleri de içeren çalışmalar yapılmasına ihtiyaç olduğu sonucu çıkarılabilir.

Atfedilen ölüm sayıları, ölüm hızları ve yüz bin kişiye atfedilen ölüm hızları çalışma yapılan bölgelerdeki nüfus ve PM_{2,5} değerleri ile yakından ilişkilidir. Genç nüfusun fazla olması ve PM₁₀ değerlerinin düşük olması AirQ+ programı ile yapılan ölüm sayıları, oranları ve hızlarında düşük değerler elde edilmesine neden olmuş olabilir. Türkiye'de henüz PM_{2,5} ölçümleri yaygınlaşmamış ve ulusal veya uluslararası bir sınır değer kabul edilmemiştir. Ancak hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı, ölüm oranı ve yüz bin kişiye atfedilen ölüm hızlarında incelendiğinde en yüksek değerler Kahramanmaraş'ta gözlenmiştir. Çalışmamızda incelediğimiz beklenildiği gibi PM₁₀ değerleri yüksekliği ile atfedilen ölüm sayıları, hızları ve oranlarının paralel seyrettiği bulunmuştur.

5.6. DSÖ 2021 Kılavuzuna göre İllerdeki Hava Kirliliğine Atfedilebilir Ölümler

Dünya Sağlık Örgütü 2021 yılında kirleticilerin limit değerlerinde güncelleme yapmıştır. Güncel değerler üzerinden hesaplandığında, üç ildeki 2015-2019 yılları arasındaki hava kirliliğine atfedilebilir toplam ölüm sayısı 10022'den 14288'e, ölüm

oranı %16,49'dan %23,57'ye, yüz bin kişiye atfedilebilir ölüm sayısı 128,8'den 183,5'e yükselmiştir.

Hatay ilinde 5 yıldaki yüz bin kişiye atfedilebilir ve atfedilebilir ölüm sayıları 1,5 kat, Kahramanmaraş ilinde 1,3 kat ve Osmaniye ilinde 1.4 katına yükselmiştir. Beş yıllık ortalama atfedilebilir ölüm oranları; Hatay %10,9'dan %16,8'e, Kahramanmaraş %22,6'dan %30,7'ye, Osmaniye %18,8'den %26,4'e yükselmiştir. Limit değerin aşağı çekilmesiyle beklenildiği üzere hesaplanan değerler yükselmiştir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken değerlerin yükselmesi değil söz konusu hava kirliliği olunca geçerli bir limit değerin olmayacağıdır. Kesin limit değeri mümkün olamasa da hava kirlleticilerinin havada hiç olmamasıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

- Tüm illerin 5 yıllık PM_{10} ortalamaları DSÖ limit değerin 2 ile 4 katı üstünde bulundu. İller arasında 5 yıllık ortalaması en düşük il Hatay'dı.
- Son yılda Hatay ili PM_{10} değeri DSÖ limit değerin yarısına kadar düştü.
- Çalışmaya alınan iller arasında havası en kirli olan il Kahramanmaraş'tı.
- Hatay ili PM_{10} değeri açısından düşüş trendi gösteren tek ildi.
- Yıllık limit aşımı gün sayısı Kahramanmaraş ve Osmaniye illerinde her yılın yarısı kadar iken, Hatay ili son iki yılda aşım sayısı limitinin altında kaldı.
- Tüm illerde hava kirliliği sonbahar aylarında artmaya başlamış ve kış aylarında en yüksek değerlere ulaşmıştır.
- Aralık ve Ocak ayları en kirli aylar olarak bulundu.
- Çalışmanın yapıldığı illerde 5 yıllık zaman içinde 30 yaş üzeri nüfusta gerçekleşen her 20 ölümden 3'ü hava kirliliğine atfedilmekteydi.
- Çalışmanın ilk yılında Hatay ilinde 30 yaş üzeri nüfusta gerçekleşen her 10 ölümden 1'i Kahramanmaraş ilinde 2,2'si ve Osmaniye ilinde ise 1,9'u hava kirliliğine atfedilmektedir.
- Çalışmanın yapıldı son yılda Hatay ilinde hava kirliliğine atfedilebilir ölüm gerçekleşmediği bulundu.
- Kahramanmaraş ili, hava kirliliğine atfedilebilir ölüm oranı ve mortalite hızı en yüksek il olarak bulundu.
- Hatay ve Osmaniye illerinin hava kirliliğine atfedilebilir ölüm oranları düşüş eğilimindeydi.

6.2. Öneriler

- Isınma amacıyla kullanılan fosil yakıtlar nedeniyle oluşan kirliliği kontrol altına almak için, halk bilinçlendirilmeli ve temiz enerjiye yönlendirilmeli
- Evlerde ısı kaybını önlemeye yönelik uygulamalar artırılmalı ve yapılacak yeni konutlarda zorunlu tutulmalı
- Her ilde tespit edilen kirlilik nedenine yönelik özgün stratejiler ve önlemler alınmalı
- Sanayileşme nedeniyle oluşan kirliliğe yönelik ana kaynaklar belirlenerek, kirliliği düşürmek için kaynağında kontrol altına alınması sağlanmalı
- Sanayi bölgeleri belirlenirken rüzgâr yönü ön planda tutulmalı, şehir merkezlerine kurulmuş olan tesislerin hızlı bir şekilde uygun bölgelere taşınması sağlanmalı. Çevre etki değerlendirme raporları yanında, kirliliğin insan sağlığına etkileri için de raporlar hazırlanmalı
- Şehirleşme topografik yapıya uygun ve inversiyonu önleyecek şekilde planlanmalı
- Hava kalitesi ölçüm istasyon sayıları ihtiyaç doğrultusunda artırılmalı ve o şehri temsil edecek sayıda olmalıdır.
- Ölçümlerin eksiksiz yapılmasına daha çok özen gösterilmeli, yılın her saati ölçümler kesintisiz yapılmaya çalışılmalı
- DSÖ'nün hava kalitesi standartlarında tanımladığı kirleticilerin (PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂, O₃) hepsi tüm istasyonlarda düzenli olarak ölçülebilmeli
- Hava kirleticilerinin sınır değerleri DSÖ ile tamamen uyumlu hale getirilmeli ve PM_{2.5} için mevzuatımızda DSÖ PM_{2.5} limit değeri ulusal standart değer olarak belirlenmeli.
- Hava kalitesinin değişimi takip edilmeli, kirliliğin yüksek tespit edildiği bölgelerde parametrelerin hangi zamanlarda ve hangi nedenlerle değiştiği incelenmeli, kirletici kaynakları tespit edilmeli ve bu kapsamda kirliliği azaltma ve önleme stratejileri geliştirilmeli.
- Hava kirliliği konusunda sağlık çalışanları ve toplum bilgilendirilmeli ve farkındalık oluşturulmalı

- Hava kalitesi seviyeleri anlık olarak paylaşılmakta ancak kişilerin ilgi düzeyi ile sınırlı, bu nedenle hava kalitesi il düzeyinde duyurulmalı, hava kirliliği sağlığı tehdit edecek düzeylere geldiğinde uyarılar yapılmalı



7. KAYNAKLAR

1. Güler Ç, Vaizoglu S. Halk Sağlığı Temel Bilgiler Kitabı. 2. baskı. C. 2. cilt. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayıncılık; 2012.
2. Mangır N. İstanbul'da 2010 yılına ait hava kirliliği envanterinin halk sağlığı açısından değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilim Enstitüsü Halk Sağlığı Anabilim Dalı. 2014;
3. Güler Ç, Akın L. Halk Sağlığı Temel Bilgiler Kitabı. Hacet Üniversitesi Yayın. 2012;
4. Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, Adeyi O, Arnold R, Basu N (Nil), vd. The Lancet Commission on pollution and health. The Lancet. Şubat 2018;391(10119):462-512.
5. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Outdoor Air Pollution vol. 109. IARC: International Agency for Research on Cancer; 2014.
6. Platformu THH. Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri Kara Rapor. Erişim Adresi Httpwww Ttb Org TruserfilesfilesHava-Kirlilig CC 86i-Ve-Sag CC 86l C4 B1k-Etkileri-Kara-Rap-2019 Pdf Erişim. 2019;27.
7. Hava kirliliği — Avrupa Çevre Ajansı [İnternet]. [a.yer 10 Ağustos 2023]. Erişim adresi: <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/air/intro>
8. Bilgi Hava Kirliliği Kaynakları | Hava Kalitesi İzleme Projesi - İstanbul Büyükşehir Belediyesi [İnternet]. [a.yer 10 Ağustos 2023]. Erişim adresi: <https://havakalitesi.ibb.gov.tr/Icerik/bilgi/kirletici-kaynaklar>
9. Forouzanfar MH, Alexander L, Anderson HR, Bachman VF, Biryukov S, Brauer M, vd. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. The Lancet. Aralık 2015;386(10010):2287-323.
10. Health risks [İnternet]. [a.yer 10 Nisan 2022]. Erişim adresi: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/sectoral-interventions/ambient-air-pollution/health-risks>

11. Air pollution [Internet]. [a.yer 03 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>
12. IQAir World Air Quality Report | IQAir [Internet]. [a.yer 13 Nisan 2022]. Erişim adresi: https://www.iqair.com/blog/press-releases/WAQR_2021_PR
13. Garipağaoğlu N. Türkiye’de hava kirliliği sorununun coğrafi bölgelere göre dağılımı/Die Verteilung Luftverschmutzung Problemes Die İn Türkei Geographischegebieten. Doğu Coğrafya Derg. 8(9).
14. Garipağaoğlu N. Türkiye ortam sorunları coğrafyası:(hava-su-toprak ekosistemleri açısından). Yeditepe; 2011.
15. Türkiye Toraks Derneği. Nefes Alamıyoruz! Hava Kirliliği, İklim Değişikliği ve Sağlık ile ilgili basın bülteni [İnternet]. 2016. Erişim adresi: https://toraks.org.tr/site/sf/nmf/pre_migration/894ae3d695a81f07ff0a8b3a6c71f55ff617414d1751d00b584da40ee0067a9a.pdf
16. Çevre T, Bakanlığı Ş. Türkiye çevre sorunları ve öncelikleri değerlendirme raporu. 2016;
17. Azboy N, İNandi T, Eltaş MC. Hatay’da PM10 ve SO2 Düzeyi ve Değişimleri, 2007-2017. Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Derg [İnternet]. 01 Nisan 2020 [a.yer 31 Mart 2022]; Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.17944/mkutfd.519168>
18. Kilburn K. Pulmonary Responses to Gases and Particles. Last, JM, Wallace, RB, Eds. Public Health Prev Med. 1992;463-77.
19. Akdur PDR. Prof.Dr. Recep Akdur. [a.yer 12 Mayıs 2022]. Çevre Sağlığı (Bölüm II). Erişim adresi: <https://www.recepakdur.com/yayinlar/kitaplar-ve-makaleler/kitap-bolumleri/cevre-sagligi-bo-lu-m-ii/>
20. Wallace R. Wallace/Maxcy-Rosenau-Last. Textb Public Health Prev Med. 2007;15.
21. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Kapalı Ortam Hava Kirlenmesi, Çevre Sağlığı Temel Kay-nak Dizisi No. 9, TC Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. 1994;
22. Güler Ç, SA V. Hava kirliliği. Hatipoğlu Yayın Ank. 1993;

23. The Clean Air Act [İnternet]. [a.yer 17 Mayıs 2022]. Erişim adresi: https://airknowledge.gov/Mod/The_Clean_Air_Act/Web/story.html
24. Parker A. Air pollution legislation: standards and enforcement. Air Pollut World Health Organ Monogr Ser. 1961;(46).
25. Sümer GÇ. Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye’de Hava Kirliliğini Önlemeye Yönelik Yasal Düzenlemele-rin ve Örgütlenmelerin İncelenmesi. Uluslar İktisadi Ve İdari İncelemeler Derg. 01 Haziran 2014;(13):37-56.
26. Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. The lancet. 2002;360(9341):1233-42.
27. Rusznak C, Bayram H, Devalia J, Davies R. Impact of the environment on allergic lung diseases. Clin Exp Allergy. 1997;27:26-35.
28. Elbir T, Müezzinoğlu A, Bayram A. Evaluation of some air pollution indicators in Turkey. Environ Int. 2000;26(1-2):5-10.
29. Zülfikar H. Hava Kirliliği ile İnsan Sağlığı Üzerine İrdelemeler ve Türkiye Örneği. Turk Klin Arch Lung. 2014;15(2):59-69.
30. Akdur R. Hava Kirliliği ve Çözümler. Halk Sağlığı İle İlgili Güncel Sorunlar Ve Yaklaşımlar” Ank Tabipler Odası Ank. 2009;151.
31. Bayram H. Türkiye’de hava kirliliği sorunu: Nedenleri, alınan önlemler ve mevcut durum. Toraks Derg. 2005;6(2):159-65.
32. Dogeroglu T. Air pollution in Turkey. İçinde: Global atmospheric change and its impact on regional air quality. Springer; 2002. s. 183-8.
33. ced.csb.gov.tr. Hava Kalitesi Haber Bültenleri - Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü [İnternet]. [a.yer 21 Eylül 2022]. Erişim adresi: <https://ced.csb.gov.tr/hava-kalitesi-haber-bultenleri-i-82299>
34. Aydınlar B, Güven H, Kirksekiz S. Hava kirliliği nedir, ölçüm ve hava kalite modelleme yöntemleri nelerdir. Sak Üniversitesi Sak. 2009;
35. Velicangil S. Koruyucu ve sosyal Tıp. Formül Matbaası İstanbul. 1980;2:9.

36. Öztekin AZ. Halk sağığı kuramlar ve uygulamalar. Sağıık ve Sosyal Yardım Vakfı; 2020.
37. Güler Ç, Akın L, Akın A, T Akşit B, Akgün S, Altıntaş KH, vd. Halk Sağıığı Temel Bilgiler 3. Hacettepe Üniversitesi Yayınları; 2015.
38. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide [Internet]. [a.yer 04 Mayıs 2022]. Erişim adresi: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240034228>
39. WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). :50.
40. U.S. Environmental Protection Agency | US EPA [Internet]. [a.yer 11 Mayıs 2022]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/>
41. What are the WHO Air quality guidelines? [Internet]. [a.yer 03 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines>
42. Stellman JM. Encyclopaedia of occupational health and safety. C. 1. International Labour Organization; 1998.
43. Moeller DW. Environmental health. Harvard University Press; 2011.
44. Francis BM. Toxic substances in the environment. 1994;
45. McKenzie J, Pinger R, Kotecki J. An introduction to community health. Jones & Bartlett Publishers; 2011.
46. Ezzati M. Indoor air pollution and health in developing countries. The Lancet. 2005;366(9480):104-6.
47. Household air pollution and health [Internet]. [a.yer 12 Mayıs 2022]. Erişim adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
48. Güler Ç, Akın L, Akın A, T Akşit B, Akgün S, Altıntaş KH, vd. Halk Sağıığı Temel Bilgiler 2. Hacettepe Üniversitesi Yayınları; 2015.

49. Air pollution sources — European Environment Agency [Internet]. [a.yer 13 Mayıs 2022]. Erişim adresi: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/air-pollution-sources>
50. Zencirci SA, IŞIKLI B. Hava kirliliği. ESTÜDAM Halk Sağlığı Derg. 2017;2(2):24-36.
51. Mustafa ÖZTÜRK. HAVA KİRLİLİĞİNİ ARTIRAN SICAKLIK İNVERSİYON. Çevre ve Orman Bakanlığı; 2005.
52. Saral A. Hava kirliliği nedir, ülkemizdeki durumdan kesitler. Bilim Ve Aklın Aydın Eğitim. 2011;135:34-41.
53. Ambient (outdoor) air pollution [Internet]. [a.yer 23 Temmuz 2022]. Erişim adresi: [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)
54. US EPA O. Criteria Air Pollutants [Internet]. 2014 [a.yer 24 Temmuz 2022]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>
55. Alkan A. Hava Kirliliğinin Ciddi Boyutlara Ulaştığı Kentlere Bir Örnek: Siirt. 2018;26.
56. Ostro B, Roth L, Malig B, Marty M. The effects of fine particle components on respiratory hospital admissions in children. Environ Health Perspect. 2009;117(3):475-80.
57. Bakanlığı S, Müdürlüğü TSHG. Türkiye'nin Hava Kirliliği Ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım. Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Türkiye Kronik Hava Yolu Hastalık Önleme Ve Kontrol Programı Raporu Ank. 2010;
58. Hava Kalitesi - İstasyon Veri İndirme | T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı [Internet]. [a.yer 10 Nisan 2023]. Erişim adresi: https://sim.csb.gov.tr/STN/STN_Report/StationDataDownloadNew
59. US EPA O. Particulate Matter (PM) Basics [Internet]. 2016 [a.yer 25 Temmuz 2022]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>
60. Pöschl U. Atmospheric aerosols: composition, transformation, climate and health effects. Angew Chem Int Ed. 2005;44(46):7520-40.

61. Özdemir F. Türkiye genelinde kükürt dioksit ve partiküler madde kirlilik dağılımlarının analizi. 2008;
62. Platformu THH. Kara Rapor 2020 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri. Erişim Adresi <https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2020/09/Kara-Rap-2020-Son27082020-Pdf> Erişim Tarihi 1808 2021. 2020;
63. Luo H, Guan Q, Lin J, Wang Q, Yang L, Tan Z, vd. Air pollution characteristics and human health risks in key cities of northwest China. J Environ Manage. Eylül 2020;269:110791.
64. İNandi T, CanciGer Eltaş M, Kerman B. Particulate Matter and Sulphur Dioxide Trends in Turkey, 2005-2015. Turk Klin J Med Sci. 2018;38(3):209-17.
65. Types of pollutants [İnternet]. [a.yer 01 Eylül 2022]. Erişim adresi: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants>
66. Larssen S, Gram F, Haugsbakk I, Jansen H, Olsthoorn X, Giri AS, vd. Urban air quality management strategy in Asia-Kathmandu Valley report. The World Bank; 1997.
67. Henderson-Sellers B. Pollution of our Atmosphere: Adam Hilger Ltd. Bristol UK. 1984;18.
68. Kilburn KH. Pulmonary responses to gases and particles. Public Health Prev Med. 1998;13.
69. Agren, C. EMEP MSC-W Report 1/91. European Monitoring and Evaluation Program; 1991.
70. US EPA O. Sulfur Dioxide (SO₂) Pollution [İnternet]. 2016 [a.yer 11 Mayıs 2022]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/so2-pollution>
71. Tecer L. Hava kirliliği ve sağlığımız. Bilim Ve Aklın Aydın Eğitim. 2011;135:15-29.
72. Wilbur S, Williams M, Williams R, Scinicariello F, Klotzbach JM, Diamond GL, vd. Toxicological profile for carbon monoxide. 2013;
73. Godish T, Fu JS. Air quality. CRC Press; 2019.

74. İncecik S. Hava kirliliği. İTÜ; 1994.
75. National Center for Atmospheric Research | National Center for Atmospheric Research [İnternet]. [a.yer 01 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://ncar.ucar.edu/>
76. Kalem Y. Yeşil Aşkı. 2014 [a.yer 10 Nisan 2023]. Ozon Kirliliği. Erişim adresi: <https://www.yesilaski.com/ozon-kirliligi.html>
77. Peavy, H.S., Rowe, D.R. and Tchobanoglous, G. Environmental Engineering. 696. bs. New York: McGraw-Hill Book Company; 1985.
78. Bayram H, Dörtbudak Z, Fişekçi FE, Kargın M, Bülbül B. Hava kirliliğinin insan sağlığına etkileri, dünyada, ülkemizde ve bölgemizde hava kirliliği sorunu” paneli ardından. Dicle Tıp Derg. 2006;33(2):105-12.
79. SİM (Sürekli İzleme Merkezi) | T.C ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI [İnternet]. [a.yer 06 Eylül 2022]. Erişim adresi: <https://www.havaizleme.gov.tr/>
80. World Health Organization. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. 2016;
81. Mevzuat Bilgi Sistemi [İnternet]. [a.yer 03 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12188&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
82. Air quality standards — European Environment Agency [Internet]. [a.yer 03 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-concentrations/air-quality-standards>
83. Air quality index. İçinde: Wikipedia [Internet]. 2023 [a.yer 13 Nisan 2023]. Erişim adresi: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Air_quality_index&oldid=1149241164
84. AQI Basics | AirNow.gov [Internet]. AirNow.gov, U.S. EPA; [a.yer 13 Nisan 2023]. Erişim adresi: <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics>
85. Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality | AirNow.gov [İnternet]. [a.yer 13 Nisan 2023]. Erişim adresi: <https://www.airnow.gov/publications/air-quality-index/technical-assistance-document-for-reporting-the-daily-aqi/>

86. US Environmental Protection Agency. What is the Air Quality Index (AQI) [Internet]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/zones.pdf>.
87. Minnesota Pollution Control Agency. How is the Air Quality Index calculated? [Internet]. Erişim adresi: <https://www.pca.state.mn.us/air/air-quality-index-aqi#how>.
88. ealthLink BC. Air Quality Index - A Guide to Air Quality and Your Health. [Internet]. Erişim adresi: <https://www.healthlinkbc.ca/healthlinkbc-files/air-quality-index>.
89. US Environmental Protection Agency,. Understanding the AQI: A Guide to Air Quality and Your Health [Internet]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/zones.pdf>.
90. Environment and human health — European Environment Agency [Internet]. [a.yer 02 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.eea.europa.eu/publications/environment-and-human-health>
91. World Health Organization. Environment and Health Risks: A Review of the Influence and Effects of Social Inequalities. 2010;
92. Tasić M, Rajšić S, Novaković V, Mijić Z. Atmospheric aerosols and their influence on air quality in urban areas. Facta Univ-Ser Phys Chem Technol. 2006;4(1):83-91.
93. Peden D. Mechanisms of pollution-induced airway disease: in vivo studies. Allergy. 1997;52:37-44.
94. 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action [Internet]. [a.yer 10 Nisan 2022]. Erişim adresi: <https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
95. Cohen AJ. Outdoor air pollution and lung cancer. Environ Health Perspect. 2000;108(suppl 4):743-50.
96. Kulhanova I, Morelli X, Le Tertre A, Loomis D, Charbotel B, Medina S, vd. The fraction of lung cancer incidence attributable to fine particulate air pollution in France: impact of spatial resolution of air pollution models. Environ Int. 2018;121:1079-86.

97. IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths – IARC [İnternet]. [a.yer 06 Ekim 2022]. Erişim adresi: <https://www.iarc.who.int/news-events/iarc-outdoor-air-pollution-a-leading-environmental-cause-of-cancer-deaths/>
98. Platformu THH. Türkiye’de Hava Kirliliği: Kara Rapor, Mart 2016 [İnternet]. Temiz Hava Hakkı. 2016 [a.yer 21 Eylül 2022]. Erişim adresi: <https://www.temizhavahakki.com/turkiyede-hava-kirliligi-kara-rapor-mart-2016/>
99. The top 10 causes of death [İnternet]. [a.yer 02 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
100. Çapraz Ö, Deniz A, Doğan N. Effects of air pollution on respiratory hospital admissions in İstanbul, Turkey, 2013 to 2015. *Chemosphere*. 2017;181:544-50.
101. Mahiyuddin WRW, Sahani M, Aripin R, Latif MT, Thach TQ, Wong CM. Short-term effects of daily air pollution on mortality. *Atmos Environ*. 2013;65:69-79.
102. Stafoggia M, Samoli E, Alessandrini E, Cadum E, Ostro B, Berti G, vd. Short-term associations between fine and coarse particulate matter and hospitalizations in Southern Europe: results from the MED-PARTICLES project. *Environ Health Perspect*. 2013;121(9):1026-33.
103. Raaschou-Nielsen O, Beelen R, Wang M, Hoek G, Andersen ZJ, Hoffmann B, vd. Particulate matter air pollution components and risk for lung cancer. *Environ Int*. 2016;87:66-73.
104. Lafuente R, García-Blàquez N, Jacquemin B, Checa MA. Outdoor air pollution and sperm quality. *Fertil Steril*. 2016;106(4):880-96.
105. Estol CJ. Is breathing our polluted air a risk factor for stroke? *Int J Stroke*. 2019;14(4):340-50.
106. Cardiovascular diseases [İnternet]. [a.yer 03 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases>
107. Kwon O, Kim S, Kang S, Cho Y, Oh I, Yoon C. vd.(2019). Association of shortandlong-term exposure to air pollution with atrial fibrillation. *Eur J Prev Cardiol*.
108. Luo L, Dai Y, Zhang F, Chen M, Chen F, Qing F. Time series analysis of ambient air pollution effects on dynamic stroke mortality. *Int J Health Plann Manage*. 2020;35(1):79-103.

109. Song J, Lu M, Lu J, Chao L, An Z, Liu Y, vd. Acute effect of ambient air pollution on hospitalization in patients with hypertension: a time-series study in Shijiazhuang, China. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2019;170:286-92.
110. Soleimani Z, Darvishi Boloorani A, Khalifeh R, Griffin DW, Mesdaghinia A. Short-term effects of ambient air pollution and cardiovascular events in Shiraz, Iran, 2009 to 2015. *Environ Sci Pollut Res.* 2019;26:6359-67.
111. Solimini AG, Renzi M. Association between air pollution and emergency room visits for atrial fibrillation. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(6):661.
112. Chronic respiratory diseases [Internet]. [a.yer 03 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.who.int/health-topics/chronic-respiratory-diseases>
113. Beamer PI. Air pollution contributes to asthma deaths. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;200(1):1-2.
114. Luo L, Zhang F, Zhang W, Sun L, Li C, Huang D, vd. Markov chain-based acute effect estimation of air pollution on elder asthma hospitalization. *J Healthc Eng.* 2017;2017.
115. Alotaibi R, Bechle M, Marshall JD, Ramani T, Zietsman J, Nieuwenhuijsen MJ, vd. Air Pollution and the Burden of Childhood Asthma in the Contiguous United States in 2000 and 2010. *İçinde* 2018.
116. Thurston G, Lippmann M. Ambient particulate matter air pollution and cardiopulmonary diseases. *İçinde* Thieme Medical Publishers; 2015. s. 422-32.
117. Szyszkowicz M, Kousha T, Castner J, Dales R. Air pollution and emergency department visits for respiratory diseases: a multi-city case crossover study. *Environ Res.* 2018;163:263-9.
118. Zheng X yan, Ding H, Jiang L na, Chen S wei, Zheng J ping, Qiu M, vd. Association between air pollutants and asthma emergency room visits and hospital admissions in time series studies: a systematic review and meta-analysis. *PloS One.* 2015;10(9):e0138146.
119. Gauderman WJ, Urman R, Avol E, Berhane K, McConnell R, Rappaport E, vd. Association of improved air quality with lung development in children. *N Engl J Med.* 2015;372:905-13.

120. Costa LG, Cole TB, Coburn J, Chang YC, Dao K, Roqué PJ. Neurotoxicity of traffic-related air pollution. *Neurotoxicology*. 2017;59:133-9.
121. Allen JL, Oberdorster G, Morris-Schaffer K, Wong C, Klocke C, Sobolewski M, vd. Developmental neurotoxicity of inhaled ambient ultrafine particle air pollution: Parallels with neuropathological and behavioral features of autism and other neurodevelopmental disorders. *Neurotoxicology*. 2017;59:140-54.
122. Chiu YHM, Hsu HHL, Coull BA, Bellinger DC, Kloog I, Schwartz J, vd. Prenatal particulate air pollution and neurodevelopment in urban children: examining sensitive windows and sex-specific associations. *Environ Int*. 2016;87:56-65.
123. Prüss-Üstün A, Wolf J, Corvalán C, Bos R, Neira M. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. World Health Organization; 2016.
124. Estarlich M, Ballester F, Davdand P, Llop S, Esplugues A, Fernández-Somoano A, vd. Exposure to ambient air pollution during pregnancy and preterm birth: a Spanish multicenter birth cohort study. *Environ Res*. 2016;147:50-8.
125. Olsson D, Mogren I, Forsberg B. Air pollution exposure in early pregnancy and adverse pregnancy outcomes: a register-based cohort study. *BMJ Open*. 2013;3(2):e001955.
126. Dadvand P, Ostro B, Amato F, Figueras F, Minguillón MC, Martinez D, vd. Particulate air pollution and preeclampsia: a source-based analysis. *Occup Environ Med*. 2014;71(8):570-7.
127. Deng Z, Chen F, Zhang M, Lan L, Qiao Z, Cui Y, vd. Association between air pollution and sperm quality: a systematic review and meta-analysis. *Environ Pollut*. 2016;208:663-9.
128. Demetriou CA, Raaschou-Nielsen O, Loft S, Møller P, Vermeulen R, Palli D, vd. Biomarkers of ambient air pollution and lung cancer: a systematic review. *Occup Environ Med*. 2012;69(9):619-27.
129. Guo Y, Zeng H, Zheng R, Li S, Barnett AG, Zhang S, vd. The association between lung cancer incidence and ambient air pollution in China: A spatiotemporal analysis. *Environ Res*. 2016;144:60-5.
130. Parent MÉ, Goldberg MS, Crouse DL, Ross NA, Chen H, Valois MF, vd. Traffic-related air pollution and prostate cancer risk: a case-control study in Montreal, Canada. *Occup Environ Med*. 2013;70(7):511-8.

131. TÜİK Kurumsal [İnternet]. [a.yer 02 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-Istatistikleri-2014-18623>
132. Carneiro I. EBOOK: Introduction to Epidemiology. McGraw-Hill Education (UK); 2018.
133. Public Health 101 Series|CDC [İnternet]. 2022 [a.yer 02 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.cdc.gov/training/publichealth101/index.html>
134. Tezcan S. Temel epidemiyoloji. Hipokrat Kitabevi. 2017;305-16.
135. Eskiocak M, Tokuç B, Karakaya M. Edirne merkez ilçede prematür ölümler, 2004 ve 2008. Turk J Public Health. 2014;12(1):35-41.
136. Mage D, Ozolins G, Peterson P, Webster A, Orthofer R, Vandeweerd V, vd. Urban air pollution in megacities of the world. Atmos Environ. 1996;30(5):681-6.
137. Brunekreef B, Downing G, Forastiere F, Gehring U, Heederik D, Hoek G, vd. Air pollution and COVID-19. Eur Parliam. 2021;2:317-28.
138. Bayram H, Ito K, Issa R, Ito M, Sukkar M, Chung KF. Regulation of human lung epithelial cell numbers by diesel exhaust particles. Eur Respir J. 2006;27(4):705-13.
139. Sastry N. Forest fires, air pollution, and mortality in Southeast Asia. Demography. 2002;39(1):1-23.
140. Ambient W. Air Quality Database Summary Results. Update. 2018;
141. Platformu THH. Kara Rapor 2021: Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri [İnternet]. Temiz Hava Hakkı. 2021 [a.yer 16 Ağustos 2022]. Erişim adresi: <https://www.temizhavahakki.com/kararapor2021/>
142. Çevre THV, Müdürlüğü Şİ. Hatay ili 2017 yılı çevre durum raporu. 2018;
143. Sosyal ve Coğrafi Durum [İnternet]. [a.yer 14 Şubat 2023]. Erişim adresi: <http://www.hatay.gov.tr/sosyal-ve-cografi-durum>
144. ced.csb.gov.tr. İl Çevre Durum Raporları - Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü [İnternet]. [a.yer 06 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://ced.csb.gov.tr/il-cevre-durum-raporlari-i-82671>

145. Kahramanmaraş ve Tarım [İnternet]. [a.yer 14 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://web.archive.org/web/20200803115905/https://kahramanmaras.tarimorman.gov.tr/Menu/25/Kahramanmaras-Ve-Tarim>
146. KAHRAMANMARAŞ [İnternet]. [a.yer 14 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.cografya.gen.tr/tr/kahramanmaras/>
147. Kahramanmaraş'ın Coğrafyası | Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi [İnternet]. [a.yer 14 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://kahramanmaras.bel.tr/kesfedin/kahramanmarasin-cografyasi>
148. Çevre K, Müdürlüğü Şİ. Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu. 2015;
149. Kahramanmaraş ilinin Türkiye haritasındaki yeri ve konumu nerede? - Laf Sözlük [İnternet]. [a.yer 15 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.lafsozluk.com/2012/01/kahramanmaras-ilinin-turkiye-haritada.html>
150. Kaya F. Kahramanmaraş ilinin iklim özellikleri. 1996;
151. Çevre K, Müdürlüğü Şİ. Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu. 2021;
152. Morçalı MH, Akan DS. Kahramanmaraş hava kirliliği kaynaklarının izlenmesi ve belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendis Bilim Derg. 2017;20(2):105-15.
153. Enerji Atlası [İnternet]. [a.yer 15 Şubat 2023]. Kömür ve Linyit Yakıtlı Termik Santraller. Erişim adresi: <https://www.enerjiatlasi.com/komur/>
154. Çelebi H, Gök O. Osmaniye İli Çevre Sorunlarının Değerlendirilmesi. 2017;8.
155. Çevre O, Müdürlüğü Şİ. Osmaniye İli Çevre Durum Raporu. 2015;
156. Çevre O, Müdürlüğü Şİ. Osmaniye İli Çevre Durum Raporu. 2020;
157. Osmaniye ilinin Türkiye haritasındaki yeri ve konumu nerede? [İnternet]. Laf Sözlük. [a.yer 15 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.lafsozluk.com/2012/01/osmaniye-ilinin-turkiye-haritasindaki.html>

158. Osmaniye İklimi, Aylık Hava Durumu, Ortalama Sıcaklığı (Türkiye) - Weather Spark [İnternet]. [a.yer 15 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://tr.weatherspark.com/y/99849/Osmaniye-T%C3%BCrkiye-Ortalama-Hava-Durumu-Y%C4%B1l-Boyunca>
159. osmaniye.csb.gov.tr. - Osmaniye Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü [İnternet]. [a.yer 15 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://osmaniye.csb.gov.tr/ilimiz-hakkinda-i-100530>
160. Coğrafya [İnternet]. [a.yer 15 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://osmaniye.ktb.gov.tr/TR-60790/cografya.html>
161. <https://osmaniye.csb.gov.tr/ilimiz-hakkinda-i-100530#:~:text=İKLİMİ%3A,42%2C8> C'dir. [İnternet]. [a.yer 15 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://osmaniye.csb.gov.tr/ilimiz-hakkinda-i-100530>
162. BİRCAN İ, KULHAN E, ÖZASLAN M, SABUNCU A. Osmaniye İli Raporu. Bölgesel Geliş Ve Yapısal Uyum Genel. 2000;
163. Çevre O, Müdürlüğü Şİ. Osmaniye İli Çevre Durum Raporu. 2016;
164. Mudu P, Gapp C, Dunbar M. AirQ+ - example of calculations. :31.
165. AirQ+: software tool for health risk assessment of air pollution [İnternet]. [a.yer 08 Nisan 2022]. Erişim adresi: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>
166. WHO tool for behavioural insights on COVID-19 [İnternet]. [a.yer 17 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.who.int/europe/tools-and-toolkits/airq---software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>
167. İST415 Nüfusbilim: İST415 Hafta 2 [İnternet]. [a.yer 01 Eylül 2022]. Erişim adresi: <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=109707&forceview=1>
168. Directive 2008/50/Ec Of The European Parliament And Of The Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe CAFE.
169. Health impact assessment of air pollution: introductory manual to AirQ+ [İnternet]. [a.yer 08 Nisan 2022]. Erişim adresi:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/337681/WHO-EURO-2020-1557-41308-56210-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

170. Air quality database 2016 [Internet]. [a.yer 12 Ağustos 2022]. Erişim adresi: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/who-air-quality-database/2016>
171. akdenizthm.csb.gov.tr. Akdeniz Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü [İnternet]. [a.yer 26 Ocak 2023]. Erişim adresi: <https://akdenizthm.csb.gov.tr>
172. Inandi T, Eltaş MC, Kerman B. Türkiye’de Havadaki PM10 ve SO2 Düzeyindeki Değişimler, 2005-2015. Türkiye Klin Tip Bilim Derg. 2018;38(3):209-17.
173. Overview of Particle Air Pollution (PM2.5 and PM10). [a.yer 24 Ocak 2023]; Erişim adresi: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-05/documents/huff-particle.pdf>
174. Sungur ve Gönençgil - ÇEŞİTLİ İKLİM ELEMANLARININ HAVA KİRLİLİĞİ ÜZERİNE.pdf [İnternet]. [a.yer 24 Ocak 2023]. Erişim adresi: http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum6_16.pdf
175. Meteoroloji Genel Müdürlüğü [İnternet]. [a.yer 24 Ocak 2023]. Erişim adresi: <https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/MyOrders>
176. Şahin C. HAVA KİRLİLİĞİ ve HAVA KİRLİLİĞİNİ ETKİLEYEN DOĞAL ÇEVRE FAKTÖRLERİ [İnternet]. Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Ankara; [a.yer 24 Ocak 2023]. Erişim adresi: http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/cadata1_3.pdf
177. Kahraman O, DÜNDAR C. TOZ TAŞINIMI OLAYININ UZAKTAN ALGILAMA VE SAYISAL TAHMİN MODELİ İLE ANALİZİ. Ege Coğrafya Derg. 2014;23(2):53-64.
178. EOSDIS Worldview [Internet]. [a.yer 06 Ekim 2022]. Erişim adresi: [https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=24.243040625,31.5794359375,48.254759375,42.5657640625&l=MERRA2_Dust_Surface_Mass_Concentration_Monthly,Reference_Labels_15m\(hidden\),Reference_Features_15m\(hidden\),Coastlines_15m,VIIRS_NOAA20_CorrectedReflectance_TrueColor\(hidden\),VIIRS_SNPP_CorrectedReflectance_TrueColor\(hidden\),MODIS_Aqua_CorrectedReflectance_TrueColor,MODIS_Terra_CorrectedReflectance_TrueColor\(hidden\)&lg=true&s=36.9264,37.5847%2B36.2489,37.0726&t=2016-12-28-T02%3A17%3A11Z](https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=24.243040625,31.5794359375,48.254759375,42.5657640625&l=MERRA2_Dust_Surface_Mass_Concentration_Monthly,Reference_Labels_15m(hidden),Reference_Features_15m(hidden),Coastlines_15m,VIIRS_NOAA20_CorrectedReflectance_TrueColor(hidden),VIIRS_SNPP_CorrectedReflectance_TrueColor(hidden),MODIS_Aqua_CorrectedReflectance_TrueColor,MODIS_Terra_CorrectedReflectance_TrueColor(hidden)&lg=true&s=36.9264,37.5847%2B36.2489,37.0726&t=2016-12-28-T02%3A17%3A11Z)

179. Gültekin AH, Örgün Y. Doğalgaz ve Çevre. Çevre Derg. 1993;9:37-41.
180. Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu 2015. T.C. ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı;
181. EPDK | T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu [İnternet]. [a.yer 12 Aralık 2022]. Erişim adresi: <https://www.epdk.gov.tr/>
182. Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu 2016. T.C. ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı;
183. Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu 2017. T.C. ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı;
184. Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu 2018. T.C. ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı;
185. Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu 2019. T.C. ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı;
186. Bölgesel İstatistikler [İnternet]. [a.yer 06 Ocak 2023]. Erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselististik/anaSayfa.do?dil=tr>
187. { HAVA KİRLİLİĞİ 2019 RAPORU 06.05.2020 TARİHİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN BASIN TOPLANTISI İLE PAYLAŞILDI! } TMMOB Çevre Mühendisleri Odası [İnternet]. [a.yer 21 Eylül 2022]. Erişim adresi: https://www.cmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=101334&tipi=78&sube=0
188. Kowalski M, Kowalska K, Kowalska M. Health benefits related to the reduction of PM concentration in ambient air, Silesian Voivodeship, Poland. Int J Occup Med Environ Health. 2016;29(2):209.
189. Ansari M, Ehrampoush MH. Meteorological correlates and AirQ+ health risk assessment of ambient fine particulate matter in Tehran, Iran. Environ Res. 2019;170:141-50.

8. ÖZGEÇMİŞ

■■■■■ ilinin ■■■■■ ilçesinde doğdum. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimi Antakya’da tamamladım. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesini 2005 yılında kazandım, 2013 yılında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesinden mezun oldum. Hatay 112 Komuta Kontrol Merkezinde 2013-2015 yılları arasında sorumlu hekim olarak, İzmir Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2018 yılları arasında Evde Sağlık Hizmetleri sorumlu hekimi olarak görev yaptım. Ağustos 2018 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı ihtisasına başladım.

