

**T.C.  
KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRKLARELİ MERKEZİNDE PARTİKÜL MADDELERİN  
(PM10) ÖLÜMLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**



**HAMZA DEMİRBİLEK**

**HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI  
HALK SAĞLIĞI PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MAYIS  
2021**

**T.C.  
KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRKLARELİ MERKEZİNDE PARTİKÜL MADDELERİN  
(PM10) ÖLÜMLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**HAMZA DEMİRBİLEK**

**DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ YELİZ MERCAN**

**HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI  
HALK SAĞLIĞI PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MAYIS  
2021**

## ETİK BEYAN

Kırklareli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu; tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi; kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Hamza DEMİRBİLEK

## İTHAF

Bu tezi eşim Ezgi ZENGİN DEMİRBİLEK ve oğlum Can DEMİRBİLEK'e ithaf ediyorum.



## TEŐEKKÖR

Tezimde her anlamda beni destekleyen, yanımda olan, fikirleri ve engin bilgileriyle yoluma ışık tutan tez danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Yeliz MERCAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Hamza DEMİRBİLEK



## İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN .....	İİ
TEZ ONAYI.....	İİİ
İTHAF.....	İV
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
TABLolar LİSTESİ.....	Vİİİ
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	İX
GRAFİKLER LİSTESİ.....	X
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ.....	Xİ
ÖZET .....	Xİİ
ABSTRACT .....	Xİİİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Hava Kirliliği .....	4
2.1.1. Hava Kirleticilerinin Sınıflandırılması .....	4
2.1.1.1. Kaynaklarına Göre Kirleticiler .....	4
2.1.1.2. İnsan Sağlığına Etkilerine Göre.....	4
2.1.2. Partikül Madde .....	5
2.1.2.1. Partikül Madde Boyutları ve İçeriği .....	6
2.1.2.2. Partikül Maddelerin Kaynakları .....	7
2.1.2.3. Partikül Maddelerin Çevresel Etkileri .....	7
2.1.3. Sülfür dioksit .....	8
2.1.4. Ozon.....	8
2.1.5. Karbonmonoksit .....	9
2.1.6. Nitrojen dioksit.....	9
2.1.7. Kurşun.....	9
2.2. Hava Kalitesi Standartları.....	9
2.3. Mortalite .....	10
2.3.1. Risk Faktörleri.....	11
2.3.1.1. Değiştirilemeyen Risk Faktörleri.....	11

2.3.1.2. Değiştirilebilir Risk Faktörleri .....	12
2.4. Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri .....	13
2.5. Partikül Maddelerin Morbidite ve Mortalite Üzerine Etkileri .....	16
2.6. Kırklareli'nin Coğrafi ve Beğeri Özellikleri .....	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	21
3.1. Araştırmanın Tipi, Yeri ve Zamanı .....	21
3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi .....	21
3.3. Araştırmanın Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri .....	21
3.4. Araştırmanın Değişkenleri .....	22
3.5. Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi .....	22
3.6. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	24
3.7. Verilerin Analizi .....	24
3.8. Etik Onam .....	25
3.9. Araştırma Takvimi .....	25
4. BULGULAR .....	26
5. TARTIşMA .....	46
6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	52
KAYNAKLAR .....	55
EKLER .....	69
ÖZGEÇMİş .....	72

## TABLOLAR LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b> HKDYY aşamalı azaltım hedefleri .....	10
<b>Tablo 4.1.</b> Ölümlerin tanımlayıcı özelliklerinin dağılımı.....	26
<b>Tablo 4.2.</b> Ölümlerin tanımlayıcı özelliklerinin yıllara göre dağılımı .....	27
<b>Tablo 4.3.</b> Ölümlerin özet dağılımı, 2012-2019. ....	28
<b>Tablo 4.4.</b> Ölümlerin yıllara göre yıllara göre ortalamalarının dağılımları.....	29
<b>Tablo 4.5.</b> Hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerin özet dağılımları, 2012-2019. .....	33
<b>Tablo 4.6.</b> PM <sub>10</sub> 'un yıllık ortalama limit değerleri ve yıllık ortalamaları .....	33
<b>Tablo 4.7.</b> PM <sub>10</sub> 'un günlük ortalama limit değerleri ve aşılan gün sayıları .....	34
<b>Tablo 4.8.</b> SO <sub>2</sub> 'nin yıllık ortalama limit değerleri ve yıllık ortalamaları .....	36
<b>Tablo 4.9.</b> SO <sub>2</sub> 'nin günlük ortalama limit değerleri ve aşılan gün sayıları .....	37
<b>Tablo 4.10.</b> Meteorolojik parametrelerin yıllara göre ortalamalarının dağılımı.....	39
<b>Tablo 4.11.</b> Ölüm sayıları ile hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerin kolerasyon tahminleri.....	41
<b>Tablo 4.12.</b> PM <sub>10</sub> 'un her 10 µg/m <sup>3</sup> artışı ile maruz kalınan gün ve gecikmeli günlerde ölümlerin Rölatif Riski (RR) .....	42
<b>Tablo 4.13.</b> SO <sub>2</sub> 'nin her 10 µg / m <sup>3</sup> artışı ile maruz kalınan gün ve gecikmeli günlerde ölümlerin Rölatif Riski (RR) .....	44



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Partikül madde boyutu .....	6
Şekil 3.1. Kırklareli'nin coğrafi konumu .....	21
Şekil 3.2.Kırklareli'nde istasyon konumları .....	23



## GRAFİKLER LİSTESİ

<b>Grafik 4.1.</b> Yıllara göre ölüm sayılarının zaman serisi .....	30
<b>Grafik 4.2.</b> Günlük toplam ölüm sayılarının zaman serisi .....	30
<b>Grafik 4.3.</b> Günlük kadın ölümü sayısının zaman serisi .....	31
<b>Grafik 4.4.</b> Günlük erkek ölümü sayısının zaman serisi .....	31
<b>Grafik 4.5.</b> Günlük 65 yaş altı ölüm sayısının zaman serisi.....	32
<b>Grafik 4.6.</b> Günlük 65 yaş ve üzeri ölüm sayısının zaman serisi .....	32
<b>Grafik 4.7.</b> Yıllık PM <sub>10</sub> ortalamalarının zaman serisi .....	34
<b>Grafik 4.8.</b> Günlük PM <sub>10</sub> ortalamalarının limit değerine göre aşılan gün sayısı.....	35
<b>Grafik 4.9.</b> Günlük PM <sub>10</sub> ortalamalarının zaman serisi .....	35
<b>Grafik 4.10.</b> Yıllık SO <sub>2</sub> ortalamalarının zaman serisi .....	37
<b>Grafik 4.11.</b> Günlük SO <sub>2</sub> ortalamalarının sınır değerine göre aşılan gün sayısı .....	38
<b>Grafik 4.12.</b> Günlük SO <sub>2</sub> ortalamalarının zaman serisi .....	38
<b>Grafik 4.13.</b> Meteorolojik parametrelerin yıllık ortalamalarının zaman serisi .....	40
<b>Grafik 4.14.</b> Meteorolojik parametrelerin günlük ortalamalarının zaman serisi .....	40

**SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ**

AB	: Avrupa Birliği
AQG	: Air Quality Guideline
CO	: Karbon Monoksit
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EEA	: European Environment Agency
EPA	: Environmental Protection Agency
HEAL	: Health and Environment Alliance
HKDYY	: Hava Kalitesi Değerlendirme Yönetimi Yönetmeliği
HKİA	: Hava Kalitesi İzleme Ağı
İKH	: İskemik Kalp Hastalığı
KKH	: Koroner Kalp Hastalığı
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
MVOC	: Microbial Volatile Organic Compounds
NO <sub>2</sub>	: Azot Dioksit
NO <sub>X</sub>	: Nitrojen Oksitleri
O <sub>3</sub>	: Ozon
PAH	: Polisiklik Aromatic Hidrokarbonlar
Pb	: Kurşun
PM	: Partikül Madde
SO <sub>2</sub>	: Sülfür dioksit
SVH	: Serebro Vasküler Hastalık
TTD	: Türk Toraks Derneği
TÜMAS	: Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv Sistemi
WHO	: World Health Organization

## ÖZET

### **Kırklareli Merkezinde Partikül Maddelerin (PM10) Ölümler Üzerine Etkisinin İncelenmesi**

Bu araştırmada Kırklareli merkezinde partikül maddelerin (PM<sub>10</sub>) ölümler üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ekolojik tipteki bu araştırmada 2012-2019 yılları arasında Kırklareli’nde gerçekleşen doğal ölümler retrospektif incelenmiştir (N=2614). Hava kalitesi izleme ağından elde edilen PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub>’nin 24 saatlik ortalamaları ile toplam, cinsiyete ve yaş gruplarına göre ölüm sayıları arasındaki ilişki Genelleştirilmiş Lineer Model (GLM) Poisson Regresyon analizi ile araştırılmıştır. PM<sub>10</sub> için oluşturulan 2922 günlük zaman serisinin 2674 gününde yeterli ölçüm yapılmış (%75 doluluk), bu yıllar arasında PM<sub>10</sub>’un yıllık ortalamalar 46,21 µg/m<sup>3</sup>-74,00 µg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. PM<sub>10</sub>’un günlük ortalamaları HKDYY’ne göre sekiz yıllık zaman serisinin %18,9’unda, AB ve DSÖ’ye göre %50,0’ünde limit değerlerin üzerindedir ve bir yılda 35 kezden fazla aşılması gereken limit değerler, HKDYY’ne göre 5 yıl, AB ve DSÖ’ye göre 8 yıl boyunca aşılmıştır. Düzeltilmemiş modellerde PM<sub>10</sub>’un her 10 µg/m<sup>3</sup> artışı önceki sekizinci günde (lag 7) toplam ölümlerde %2,2 (RR, %95 GA:%0,2-%4,2), erkeklerde %3,1 (RR, %95 GA:%0,5-%5,8), 65 yaş ve üzerinde %2,4 (RR, %95 GA:%0,1-%4,8) artış ile ilişkilendirilmiştir. Trend, SO<sub>2</sub>, sıcaklık, nem ve basınca göre düzeltilmiş modellerde PM<sub>10</sub>’un her 10 µg/m<sup>3</sup> artışı önceki sekizinci günde (lag 7) erkek ölümlerinde %2,8 (RR, %95 GA:%0,2-%5,5) artış ile ilişkilendirilmiştir. Düzeltilmemiş modellerde SO<sub>2</sub>’nin her 10 µg/m<sup>3</sup> artışı önceki üçüncü günde (lag 2) 65 yaş altı ölümlerde %8,8 (RR, %95 GA:%0,9-%16,7) artış; düzeltilmiş modellerde %8,6 (RR, %95 GA:%0,7-%16,4) artış ile ilişkilendirilmiştir. PM<sub>10</sub>’un 10 µg/m<sup>3</sup> artışı ile kadın ölümleri ve 65 yaş altı ölümler arasında ve SO<sub>2</sub>’nin 10 µg/m<sup>3</sup> artışı ile toplam ölümler, kadın, erkek ve 65 yaş ve üzeri ölümler arasında bir ilişki saptanamamıştır (p>0,05).

**Anahtar sözcükler:** Ölüm, mortalite, partikül madde, sülfürdioksit, hava kirliliği, zaman serisi, Genelleştirilmiş Lineer Model.

## ABSTRACT

### **Investigation of the Effects of Particulate Matter (PM<sub>10</sub>) on Deaths in Kırklareli City Center**

In the present study, the purpose was to examine the effects of particulate matter (PM<sub>10</sub>) on deaths in Kırklareli city center. In this study, which had an ecological design, natural deaths in the city of Kırklareli between 2012 and 2019 were analyzed retrospectively (N =2614). The relation between the 24-hour average values of PM<sub>10</sub> and SO<sub>2</sub> obtained from the Air Quality Monitoring Network, and the number of deaths by total, gender, and age groups was examined with the Generalized Linear Model (GLM) Poisson Regression Analysis. Sufficient measurements were made on 2674 days of the 2922-day time series that was created for PM<sub>10</sub> (75%), and the annual averages of PM<sub>10</sub> varied between 46.21 µg / m<sup>3</sup> -74.00 µg / m<sup>3</sup> between these years. The daily average values of PM<sub>10</sub> were above the limit values in 18.9% of the eight-year time series according to HKDYY, also above the limit values in 50.0% according to the EU and WHO, and the limit values that must not be exceeded more than 35 times in one single year were exceeded for 5 years according to HKDYY, and for eight years according to EU and WHO. Each 10 µg / m<sup>3</sup> increase of PM<sub>10</sub> was associated with 2.2% increase (RR, 95% CI: 0.2%-4.2%) in total deaths on the previous eighth day (lag 7), 3.1% increase in males (RR, 95%CI: 0.5%-5.8%), and 2.4% increase (RR, 95%CI: 0.1%-4.8%) in those over 65 years of age in unadjusted models. Each 10 µg / m<sup>3</sup> increase of PM<sub>10</sub> was associated with an increase of 2.8% in male deaths (RR, 95%CI: 0.2%-5.5%) on the previous eighth day (lag 7) in models adjusted for trend, SO<sub>2</sub>, temperature, humidity, and pressure. Each 10 µg / m<sup>3</sup> increase of SO<sub>2</sub> was associated with an increase of 8.8% (RR, 95%CI: 0.9% - 16.7%) in deaths under 65 years of age on the previous third day (lag 2) in unadjusted models, and was associated with an increase of 8.6% (RR, 95%CI: 0.7%-16.4%) in adjusted models. No relations were detected between 10 µg / m<sup>3</sup> increase of PM<sub>10</sub> and female deaths and deaths under 65 years of age, and between 10 µg / m<sup>3</sup> increase in SO<sub>2</sub> and total deaths, female, male and 65 and above age group deaths (p> 0.05).

**Keywords:** Death, mortality, particulate matter, sulfur dioxide, air pollution, time series, Generalized Linear Model.

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hava kirliliği sağlığı ciddi bir şekilde etkilemekte, nüfusun artması, kentlerin büyümesi, endüstrinin gelişmesiyle artan oranda ve değişen içerikte etkilerini sürdürmektedir (HSGM, 2019). Hava kirliliğinin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri bilimsel açıdan kanıtlanırken diğer taraftan morbidite ve mortalite yükünde payı gittikçe artmaktadır (THHP, 2016). Hava kirliliği düzeyleri düzenli olarak izlenmesine ve mücadele edilmesine rağmen, bütün dünyada, başta büyük metropoller olmak üzere halen kabul edilen sınırların üzerinde seyretmektedir. Kirlilik özellikle endüstriyel tesislerden, konutlarda ısınma amaçlı yakıt tüketiminden ve motorlu taşıt egzozlarından kaynaklanmaktadır (Bayram vd., 2006). Dünyada 2019 yılında gerçekleşen 55.4 milyon ölüm içerisinde bulaşıcı olmayan hastalıklardan ölümler büyük payı oluşturmakta ve ülkelerin gelişmişlik durumlarına göre ölüm nedenleri de değişmektedir (WHO, 2020). Bu nedenler arasında yer alan hava kirliliği seviyeleri dünyanın birçok yerinde tehlikeli boyutlara ulaşmıştır ve Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre her yıl yaklaşık 7 milyon insan hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybetmektedir (WHO,2018).

Havada asılı bulunan katı partiküller ve sıvı damlacıkların birleşimi Partikül Madde'yi (PM) oluşturur. Bu parçacıklar birçok şekil ve boyut değiştirerek farklı kimyasallardan oluşabilir (EPA, 2016). Partikül maddeler civa, kurşun, kadmiyum gibi ağır metaller ile kanserojenik kimyasalları bünyelerinde bulundurabilmekte ve sağlık üzerinde önemli tehdit oluşturmaktadırlar. İnsan sağlığına olan etkileri için vücuda giriş şekli, maruziyet süresi, etkenlerin yoğunluğu ve kişinin genel sağlık durumunu en önemli etkilerdir. Hava Kirliliği insanlarda başlıca solunum sistemi ile dolaşım sistemini etkilemektedir (HSGM,2019). Bugüne kadar gerçekleştirilmiş birçok epidemiyolojik çalışmada da PM'den kaynaklanan hava kirliliği seviyesi ile solunum yolları hastalıkları, akciğer, kardiyak ve solunum yolu problemleri nedeniyle acil servis başvuruları, hastane yatışları ve ölüm sayılarında artışa neden olduğu gösterilmiştir (Brito vd., 2021; Çapraz vd., 2015; Kobayashi vd., 2020; Lavigne vd., 2020; Liu vd., 2019; Mercan vd., 2020; Mokoena vd., 2019; Orellano vd., 2020). Akciğgerlere ve kardiyovasküler sisteme nüfuz eden ince parçacıklı

PM'lerin inme, kalp hastalığı, akciğer kanseri, KOAH, pnömoni ve solunum yolu enfeksiyonları gibi hastalıklara neden olduğu tahmin edilmektedir (WHO, 2018b).

Kırklareli'nde hava kirliliği mevsimsel özellik göstermekte olup, kirlilik kaynağı olarak ilk sıralarda ısınma ve trafik gösterilmekte, coğrafi konumu ve plansız kentleşmenin de hava kirliliğine katkısı bilinmektedir (KÇŞİM, 2019; 2020). Mercan (2016)'ın Kırklareli'nde 2010-2014 yılları arasında yürüttüğü araştırmada hava kirliliği parametrelerinin kardiyovasküler ve solunum nedenli acil servis başvurularını arttırdığını göstermiş, 15 yaş üzeri tüm nedenlerden ölümlerin incelendiği araştırmada toplam ölümlülük ile PM arasında bir ilişki bulamamıştır. Bu araştırmada Kırklareli Merkezinde 01.01.2012-31.12.2019 tarihleri arasındaki sekiz yılda PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyon düzeylerini incelemek; PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub>'nin maruz kalınan ve gecikmeli günlerde toplam, cinsiyete (kadın/ erkek) ve yaş gruplarına (<65 yaş, ≥65 yaş) göre gerçekleşen ölümlerle arasındaki ilişkiyi saptamak amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Nüfusun hızla artması, plansız kentleşme, sanayinin gelişimi ile birlikte yüksek düzeyde kullanılan fosil yakıtlar hava kirliliği sorununu ortaya çıkarmış ve bunlar sağlık ve çevre sorunlarını beraberinde getirmiştir (Tosun, 2017; TMMOB, 2019). Solunan hava kirliliği akciğerlerin en derinlerine nüfuz ederek yüksek morbidite ve mortalite ile sonuçlanmakta bu nedenle sessiz katil olarak tanımlanmaktadır (TTD, 2015).

Türkiye’de aktif olarak faaliyet gösteren termik santrallerden havaya karışan salınımların morbidite üzerinde ciddi katkısı bulunmaktadır. 2015 yılında yayınlanan bir raporda elektrik üretimi için kullanılan kömürün, ülkemize ciddi sağlık ve ekonomik maliyeti olmaktadır. Sağlık maliyetinde Türkiye’ye her yıl 637.643 iş günü kaybına, 4.311 hastane başvurusuna, 3.823 yetişkin yeni tanı almış kronik bronşit vakası, 2.876 erken yaş ölümlere yol açmaktadır ve yıllık maliyetinin ise ortalama 2.9 ile 3.6 milyar Avro olduğu tahmin edilmektedir (HEAL, 2015). Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB)’nin raporunda 45 ilde yapılan hava kalitesi ölçümlerinde 60 milyona yakın kişinin PM<sub>10</sub> kirliliğine limit değerlerin üzerinde maruz kaldığı belirtilmiş, Türkiye’de 2018 yılı PM<sub>10</sub> verisine göre hava kirliliğinin en fazla olduğu iller sırasıyla İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Bursa, Erzurum olarak rapor edilmiştir. Yapılan uydu gözlemlerinde Türkiye atmosferinde bulunan PM’lerin Avrupa’ya göre son 15 yıl içerisinde yüksek seviyelerde olduğu, bu yıllarda Avrupa atmosferinde bulunan PM’lerin %14,2 oranında azaldığı, ülkemizde ise %8,4 oranında arttığı saptanmıştır (TMMOB, 2019).

Türkiye’de hava kalitesine yönelik usul ve esaslar Avrupa Birliği (AB)’nin çevre mevzuatına uyumlu olarak 2008 yılında Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) ile yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik ile ilk 13 kirleticinin çevre ve insan sağlığının korunabilmesi amacıyla limit değerleri belirlenmiş, kirleticilerin bir çoğunda bu hedeflere 2019 yılına kadar ulaşılması hedeflenmiştir (RG, 2008).



## **2.1. Hava Kirliliği**

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (The United States Environmental Protection Agency – U.S. EPA) hava kirliliğini, insan sağlığına ve refahına zarar veren veya başka zararlı çevresel etkiler üretenkirletici veya kirletici maddelerin havada bulunması şeklinde tanımlamıştır (U.S. EPA, 1989). Genel olarak hava kirliliği, çevresel şartları ve insan sağlığını tehlikeye atacak bir şekilde havada yer almaması gereken kirleticilerin, havaya karışması şeklinde bilinmektedir (Tosun, 2017). Bunlardan dış havada soluduğumuz PM, sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), nitrojen oksitleri (NO<sub>x</sub>) gibi kirleticiler atmosferin doğal yapısını bozarak sağlık ve çevre üzerinde istenmeyen etkiler yapabilmekte ve toplum sağlığını olumsuz etkilemektedir (WHO,1992).

### **2.1.1. Hava Kirleticilerinin Sınıflandırılması**

Hava kirleticileri için farklı sınıflandırmalar bulunmakla birlikte genel olarak kaynaklarına göre, insan sağlığına etkilerine göre ve fiziksel durumlarına göre (katı, sıvı, gaz) sınıflandırmalar yapılmaktadır (SB, 2010).

#### **2.1.1.1. Kaynaklarına Göre Kirleticiler**

Birincil ve ikincil kirleticiler olarak bilinmektedir. Birincil kirleticiler yer kabuğu aktiviteleri gibi doğal kaynaklar ve üretim, taşıma, ulaşım, yakma gibi insan faaliyetlerinden oluşın antropojenik kaynaklar olarak gruplandırılabilir. Birincil kirleticiler araç, gemi ve uçaklarda yakılan yakıtlardan, sanayi faaliyetleri veya hammadde üretimi sırasında, kömür, petrol veya konutlarda fosil yakıtların yakılması ile, tarım ve orman faaliyetlerinde kullanılan kimyasallar nedeniyle gaz ve partikül olarak atmosfere direk ya da doğal yollardan karışın kirleticilerdir. İkincil kirleticiler doğrudan atmosfere atılmayıp, atmosferde bulunan bu kirleticilerin atmosferdeki ısı ve diğer dinamikler sonucu oluşması ve yeni bileşikler meydana getirmesidir (EEA, 2017; SB, 2010; U.S. EPA, 2020a).

#### **2.1.1.2. İnsan Sağlığına Etkilerine Göre**

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) 2005 yılı Hava Kalitesi Rehberinde (Air Quality Guidelines-AQG) mevcut sınırlı kaynaklar nedeniyle dört klasik hava kirleticisine odaklanmıştır. Bunlar: PM, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> ve nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>)’dir (AQG, 2006). Mayıs 2015’te düzenlenen Dünya Sağlık Asamblesi (World Health Assembly-

WHA)'nde hava kirliliği sağlık için en büyük tek çevresel risk olarak bildirilmiş ve önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmiştir. 2015 yılında DSÖ Uzman görüşleri ile yeniden güncellenmesi planlanan rehberde organik, inorganik ve klasik kirleticiler olarak 32 hava kirleticisi mevcut kanıtlar değerlendirilerek Grup 1, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 kirleticiler olarak dört grupta incelenmiştir. Bu gruplandırmalar hakkında, yeni kanıtlar bulunduğu yeniden değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Bunlardan klasik kirleticiler olarak bilinen Grup 1'de yer alan kirleticiler PM, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, karbonmonoksit (CO)' dir. Grup 3 kirleticiler arasındaki bazı kirleticiler, PM karışımının bir parçası olarak değerlendirilmektedir (WHO, 2016).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı insan sağlığı ve çevreye zarar veren hava kirleticilerini, hava kalitesinin yönetimi açısından yaygın / kriter ve tehlikeli / toksik hava kirleticileri olarak sınıflandırır. Yaygın hava kirleticileri insan ve çevre sağlığına zarar verebilir veya maddi hasarlara neden olabilir. Amerika Temiz Hava Yasası ile Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'nın halk sağlığına ve çevreye zararlı olan altı temel yaygın/ kriter hava kirleticisi belirlemiştir. Bunlar PM, O<sub>3</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve kurşun (Pb)' dur. Tehlikeli/ toksik hava kirleticileri ise kanser gibi önemli bir etkiye sahip olmasının yanında, doğumsal defektler gibi insan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkileri olduğu bilinen kirleticilerdir. Bunlar arasında benzen, perkloroetilen, metilen klorür, dioksinler, asbest, toluen ve kadmiyum, civa, krom ve kurşun bileşikleri vb. yer almaktadır (U.S. EPA, 2019).

### **2.1.2. Partikül Madde**

Partikül madde (PM), havada asılı bulunan sıvı damlacık (aerosol) ve katı formda olan partiküllerin karışımı için kullanılan terimdir. Kum, toz, kurum ve kir gözle gibi görülebilecek büyüklükte olabileceği gibi elektron mikroskobu ile görülebilecek boyutta olanları da vardır. Partikül maddelerin bazıları direk olarak şantiyeler, tarlalar, ev bacaları, yangınlar ve toprak yollar gibi herhangi bir kaynaktan yayılır. Partikül maddelerin çoğu ise atmosferde, otomobillerden, endüstrilerden ve santrallerden yayılan kirleticilerden sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>) ile azot oksit (NO)'in etkileşimi ile meydana gelen reaksiyon sonucu oluşur (U.S. EPA, 2020).

### 2.1.2.1. Partikül Madde Boyutları ve İçeriği

Partikül madde, farklı boyutlarda ve kimyasal yapıya sahip parçacıkların karışımından meydana gelmektedir. Birkaç nanometreden (nm) onlarca mikrometre ( $\mu\text{m}$ ) çap aralığında değişim gösteren PM boyutları, aerodinamik çap ile ifade edilir (SB, 2010; U.S. EPA, 2020).



Şekil 2.1. Partikül madde boyutu (U.S. EPA, 2020).

Partikül madde boyutlarına göre aşağıdaki gibi değerlendirilir (U.S. EPA, 2020; WHO, 2013):

- **PM<sub>10</sub>**: kaba partiküller olarak bilinen, çapları 10  $\mu\text{m}$  ve daha küçük olan kütle konsantrasyonunda solunabilir olan parçacıklardır.
- **PM<sub>2,5</sub>**: ince partiküller olarak bilinen, çapları 2,5  $\mu\text{m}$  ve daha küçük olan kütle konsantrasyonunda solunabilir olan parçacıklardır.
- **PM<sub>1</sub>**: ultra ince partiküller olarak bilinen, çapları 1  $\mu\text{m}$  ve daha küçük olan kütle konsantrasyonunda solunabilir olan parçacıklardır. Boyutu 0,1  $\mu\text{m}$  ile 1  $\mu\text{m}$  çap arasında olan PM<sub>1</sub> atmosferde günler veya haftalarca kalabilir ve bu nedenle havada uzun menzilli sınır ötesi taşınmaya tabi olabilir.

Partikül madde salınan ortama göre değişen fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip bir karışımdır (WHO, 2013). Bunlar birçok boyut ve şekilde görülebilen, yüzlerce

değişik kimyasal özellik barındırabilir (U.S. EPA, 2020). Partikül maddenin yaygın kimyasal bileşenleri arasında sülfatlar, nitratlar, amonyum, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve klorür iyonları gibi diğer inorganik iyonlar, organik ve elemental karbon, kadmiyum, bakır, nikel, vanadyum ve çinko gibi metaller ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) bulunabilir. Ayrıca alerjenler ve mikrobiyal bileşikler gibi biyolojik bileşenler içerebilir (WHO, 2013).

### **2.1.2.2. Partikül Maddelerin Kaynakları**

Partikül maddeler, havada asılı katı ve sıvı parçacıkların bir karışımından oluşan yaygın bir hava kirleticidir. Partikül madde doğrudan havaya salınabileceği gibi (birincil partiküller), atmosferde SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, amonyak ve uçucu organik bileşikler (ikincil partiküller) gibi gaz halindeki öncülerden de oluşabilir (WHO, 2013).

Birincil partiküller antropojenik veya doğal kaynaklardan yayılabilir. Doğal kaynaklar arasında şantiyeler, asfaltsız yollar, tarlalar, bacalar veya yangınlar olabilir. Antropojenik kaynaklar arasında yanmalı motorlar (hem dizel hem de benzin), evlerde ve endüstride enerji üretimi için katı yakıt yakma (kömür, linyit, ağır yağ ve biyokütle), diğer endüstriyel faaliyetler inşaat, madencilik, çimento, seramik ve tuğla imalatı, trafik kirliliği ve amonyumun ana kaynağı olan tarım yer alır (U.S. EPA, 2020; WHO, 2013).

İkincil partiküller gaz halindeki kirleticilerin kimyasal reaksiyonları sonucunda oluşur. Sülfür içeren yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan NO<sub>x</sub> (esas olarak trafik ve bazı endüstriyel işlemlerden yayılan) ve SO<sub>2</sub>'nin karmaşık reaksiyonları sonucunda atmosferde oluşur (WHO, 2013).

Genel olarak PM<sub>10</sub> mekanik olaylar sonucunda oluşurken, ince partiküller (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>) gazların kimyasal reaksiyon sonucu veya dizel yakıtların yanması ile de ortama atılmaktadır (SB, 2010).

### **2.1.2.3. Partikül Maddelerin Çevresel Etkileri**

Partikül madde (PM) kimyasal içerikleri nedeniyle heterojen bir yapıdadır ve insan sağlığı dışında çevreye de zararı vardır. Rüzgarla uzun mesafelere taşınabilen parçacıklar aşağıdaki çevresel etkilere neden olabilir;

- Topraktaki besin ürünlerinin tükenmesine,

- Asit yağmurlarının oluşmasına,
- Kıyı sularda ve nehirlerin havzalarında besin denge düzeyinin değişmesine,
- Hassas ormanlara ve zirai ürünlere zarar vermesine,
- Akarsu ve göllerin asitleşmesine neden olabilir (U.S. EPA, 2020b).

### 2.1.3. Sülfür dioksit

Atmosferdeki sülfürdioksit (SO<sub>2</sub>)'in en büyük kaynağı enerji santralleri ve diğer endüstriyel tesisler tarafından fosil yakıtların yakılmasıdır. Diğer emisyon kaynakları cevherden metal çıkarılan endüstriyel işlemler, volkanlar gibi doğal kaynaklar ve yüksek sülfür içerikli yakıtı yakan lokomotifler, gemiler ve diğer araçlar ve ağır ekipmanların kullanımınıdır. Havada yüksek düzeyde emisyon kaynaklarından salınan SO<sub>2</sub> diğer sülfür oksitlerin (SO<sub>x</sub>) oluşumuna da yol açar. Bu da atmosferdeki diğer bileşiklerle reaksiyona girerek PM kirliliğini artırmaktadır (U.S. EPA, 2019a; WHO, 2021a).

Sülfürdioksit hem sağlığı hem de çevreyi etkileyen kirleticilerdendir. Kısa süreli maruziyeti gözlerde tahriş, nefes almada güçlüğüne neden olabilirken devam eden maruziyette solunum sistemi ve akciğerlerin işlevlerini etkileyerek solunum yolu inflamasyonu, öksürük, mukus artışı, astımın şiddetlenmesi ve kronik bronşite kadar sağlık sorunlarına yol açabilir. Astım hastalığı olanlar, çocuklar ve yaşlılar risk grubunda yer almaktadırlar (U.S. EPA, 2019a; WHO, 2021a).

Sülfürdioksitin çevresel etkileri arasında asit yağmurlarına neden olarak toprağın yapısını bozması, ağaçlara ve bitkilere zarar vermesi yer alır. Ormansızlaşmaya neden olan SO<sub>2</sub>, ekosistem üzerinde birçok zararlı etkiye sahiptir. Ek olarak, heykeller ve anıtlar gibi kültürel ve tarihi yapıların dokularına hasar verebilir (U.S. EPA, 2019a; WHO, 2021a).

### 2.1.4. Ozon

Ozon (O<sub>3</sub>) bulunduğu yere göre iyi ya da kötü olabilir. Çevre ve insan için zararlı bir kirleticisi olan kötü ozon yer seviyesinde bulunur. Endüstri ve motorlu araçlardan kaynaklı oluşan kirleticilerle fotokimyasal tepkimelerden oluşur. Ozon seviyeleri fotokimyasal yapısı itibarıyla en yüksek düzeyi güneşli havalarda görülür. Ozon maruziyeti astım alevlenmeleri, akciğer hastalıkları, akciğer fonksiyonu

yetersizlikleri gibi solunum sistemi üzerine olumsuz etkiler yapabilir (U.S. EPA, 2021; WHO, 2021a).

### **2.1.5. Karbonmonoksit**

Karbon monoksit (CO) bazı karbon içerikli petrol, gazyağı, odun, odun kömürü ve doğalgaz gibi yakıtların yetersiz yanmasından kaynaklı oluşan kokusuz, renksiz ve zehirli bir gazdır. Karbonmonoksitin hemoglobine bağlanma afinitesi oksijenden çok daha hızlı olduğu için karboksihemoglobine neden olur. Kısa süreli maruziyetlerde ise solunum güçlüğü, grip, baş dönmesi, bitkinlik gibi bazı sağlık sorunlarına neden olabilir. Yüksek seviyelerde ve uzun süreli karbon monoksite maruz kalmak ölümlerle sonuçlanabilir (WHO, 2021a).

### **2.1.6. Nitrojen dioksit**

Nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>) motorlu taşıtlardan, arazi ekipmanlarından ve enerji santrallerindeki emisyonlardan meydana gelen bir kirleticidir. Yüksek konsantrasyonda maruziyeti solunum yollarında tahriş, öksürük, dispne, hırıltılı solunum ve astım alevlenmesi gibi semptomlara yol açabilir. Yaşlılar, çocuklar ve astım hastalığı olanlar yüksek risk altındadırlar (U.S. EPA, 2016; WHO, 2021a).

### **2.1.7. Kurşun**

Kurşun (Pb) havacılık sektöründe kurşunlu yakıt ile çalışan motorlu uçaklar, metal ve cevher işleme, atık yakma tesisleri ve kurşun-asit batarya imalathanelerinden kaynaklanan bir kirleticidir. Kurşun dolaşım sistemi ile vücuda yayılabilir ve kemiklerde birikebilir. Kurşun maruziyeti çocuklarda büyümede yavaşlama, işitme sorunları, öğrenme ve davranış sorunları, anemi, düşük IQ ve hiperaktivite gibi fizyolojik ve nörolojik etkilere, gebelerde ise erken doğum ve fetüs büyümesinin yavaşlaması gibi sağlık sorunlarına neden olabilir. Genel olarak maruziyet derecesine ve süresine göre kurşun, oksijen taşıma kapasitesini, böbrek fonksiyonlarını, üreme sistemini, bağışıklık sistemini ve kardiyovasküler sistemi olumsuz etkileyebilir (U.S. EPA, 2021a; WHO, 2021a).

## **2.2. Hava Kalitesi Standartları**

Türkiye, Avrupa Birliği limit değerlerini ulusal hava kalitesi limit değerleri olarak hedeflemiş, bu hedef değerlere aşamalı olarak ulaşılması planlamıştır. Bu kapsamda

06 Haziran 2008'da 26898 sayılı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) yürürlüğe girmiştir (RG, 2008). Buna göre araştırmanın konusu olan kirleticilerden PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> için yıllık ve günlük aşamalı azaltım hedefleri ve yıl içinde aşılmaması gereken aşım sayısı Tablo 2.1 'de gösterilmiştir (AQG, 2006; EC, 2020; RG, 2008; İBB, 2020; Tosun, 2017):

**Tablo 2.1.** HKDYY aşamalı azaltım hedefleri

Yıllar	YILLIK			GÜNLÜK			YILLIK AŞIM SAYISI		
	TR	DSÖ	AB	TR	DSÖ	AB	TR	DSÖ	AB
	sınır değer µg/m <sup>3</sup>	sınır değer µg/m <sup>3</sup>	sınır değer µg/m <sup>3</sup>	sınır değer µg/m <sup>3</sup>	sınır değer µg/m <sup>3</sup>	sınır değer µg/m <sup>3</sup>			
<b>PM<sub>10</sub></b>							Günlük değer	Günlük değer	Günlük değer
2012	78	20	40	140	50	50	yılda	yılda	yılda
2013	60	20	40	100	50	50	35 kez	35 kez	35 kez
2014	60	20	40	100	50	50			
2015	56	20	40	90	50	50			
2016	52	20	40	80	50	50			
2017	48	20	40	70	50	50			
2018	44	20	40	60	50	50			
2019	40	20	40	50	50	50			
<b>SO<sub>2</sub></b>							Günlük değer	Günlük değer	Günlük değer
2012	28	-	20*	280	20	125	yılda 3	yılda 3	yılda 3
2013	20	-	20*	250	20	125	kez	kez	kez
2014	20	-	20*	250	20	125			
2015	20	-	20*	225	20	125			
2016	20	-	20*	200	20	125			
2017	20	-	20*	175	20	125			
2018	20	-	20*	150	20	125			
2019	20	-	20*	125	20	125			

\*Yıllık ve kış dönemi (1 Ekim-31 Mart) için.

### 2.3. Mortalite

Küresel olarak 2019 yılında gerçekleşen 55.4 milyon ölüm içerisinde ilk 10 ölüm nedeni, tüm ölümlerin %55'ini oluşturmaktadır. Bu on ölüm nedeni içerisinde büyük çoğunluğunu bulaşıcı olmayan hastalıkların oluşturduğu hastalıklardan ilk üç sırada %16 ile iskemik kalp hastalığı (İKH), %11 ile inme ve %6 ile kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) yer almaktadır. Alt solunum yolu enfeksiyonları 2000 yılına göre azalma eğilimi gösterse de 2019 yılında tüm ölüm nedenleri arasında dördüncü sırada, bulaşıcı hastalıklar arasında birinci sırada yer almıştır. Beşinci sırada neonatal koşullar yer alırken, diğer ölüm nedenleri arasında sırasıyla trakea, bronş ve akciğer kanseri, Alzheimer hastalığı ve diğer demans türleri, ishali hastalıklar, diyabet ve böbrek hastalıkları yer almaktadır (WHO, 2020).

Ülkelerin yaşam koşulları ve gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak ölüm nedenleri de farklılaşmaktadır. Gelişmemiş veya az gelişmiş ülkelerde sağlık bakımı, donanım, fiziki imkânlar ve sağlıklı insan gücü ölüm oranını etkilemekte iken, gelişmiş ülkelerde ölüm nedenleri farklılık göstermektedir (Güler ve Akın, 2015). Gelir gruplarına göre yapılan değerlendirmede alt-orta, üst-orta ve yüksek gelir gruplarında ölüm nedenleri arasında ilk sırada İKH yer alırken, düşük gelir grubunda neonatal nedenler bulunmaktadır (WHO, 2020).

### 2.3.1. Risk Faktörleri

Bireylerin demografik özellikleri, yaşam biçimi davranışları, sağlık hizmetlerine erişimi ve bakım hizmetinden yararlanma düzeyi, fiziki olanaklar ve ilaçlara erişim gibi birçok faktör ölümler üzerinde belirleyici olmaktadır. Genel olarak ölümleri etkileyen değiştirilemeyen ve değiştirilebilir risk faktörleri vardır (Jackson vd., 2018; Tunçbilek, 2005; WHS, 2019).

#### 2.3.1.1. Değiştirilemeyen Risk Faktörleri

- **Genetik:** İnsan genetiği bireylerin hastalıklarını ve hastalıklardaki değişimi anlamının bir parçasıdır. DNA yapısındaki farklılıklardan kaynaklanan yaygın bozukluklar, hastalıkların oluşumunu etkileyebilmektedir. Bu farklılıklardan bazıları bireyi bir bozukluğa yatkın hale getirebildiği gibi güçlü bir DNA yapısı nedeniyle hastalıklara karşı direnci artırabilmektedir (Jackson vd., 2018).
- **Cinsiyet:** Kadınların her yaştaki erkeklerden daha uzun bir yaşam beklentisi vardır. Erkekler ve kadınlar arasındaki yaşam beklentisindeki bu farklılıklar biyolojik cinsiyet farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Örneğin östrojen hormonunun kadınlarda daha yüksek olması nedeniyle İKH'dan ölüm oranlarının daha düşük olması gibi. Ancak bazı hastalıklar cinsiyete özgüdür. Örneğin kadınlarda servikal kanser veya erkeklerde prostat kanseri görülmesi gibi. Toplumsal cinsiyet de yaşam beklentisindeki farklılıklara katkıda bulunur. Örneğin erkek çocuk tercihi, ağır ve tehlikeli çalışma koşullarda çalışma gibi. Küresel olarak, doğumda erkek / kadın cinsiyet oranı, her 100 kadına 105-110 erkek arasında iken erkek ölüm oranları yaşam boyunca daha yüksek olduğu için, cinsiyet oranı yaşam boyunca azalmaktadır. Yani 50-54 yaş grubunda bu oran



1,00, 60-64 yaş grubunda 0,95'e ulaşır ve daha sonra keskin bir düşüş gösterir (WHS, 2019).

- **Yaş:** Beklenen yaşam süresindeki mutlak fark yaşla birlikte azalmakta, oransal fark 1 yaşından 80 yaşına kadar artmaktadır. Böylece kadınlar 20 yaşında erkeklerden %7,6, 80 yaşında ise %14 daha uzun yaşamayı bekleyebilirler. Farklı hastalıkların görülme sıklığı yaşa göre değiştiği ve kadınlar erkeklerden daha uzun yaşadıkları için bazı hastalıklar kadınlarda daha yaygın olabilir. Örneğin, yaşam boyu risk açısından Alzheimer hastalığının kadınlarda erkeklerden daha fazla olmasının nedeni hastalığın en sık görüldüğü yaşlarda kadının daha fazla hayatta kalmasıdır (WHS, 2019).

### 2.3.1.2. Değiştirilebilir Risk Faktörleri

- **Yaşam biçimi davranışları:** Bulaşıcı olmayan hastalıklardan ölümlerde ortak risk faktörleri tütün kullanımı, fiziksel hareketsizlik, sağlıksız beslenme ve zararlı alkol kullanımınıdır ve değiştirilebilir bu davranışlar bulaşıcı olmayan hastalıklardan ölme riskini artırmaktadır. Günümüzde her yıl 7.2 milyondan fazla ölüm tütün kullanımı veya ikinci el dumana maruz kalma nedeniyle, 4.1 milyon ölüm aşırı tuz / sodyum alımına nedeniyle ve 1.6 milyon ölüm yetersiz fiziksel aktivite nedeniyle gerçekleşmektedir (WHO, 2021). Sigarada tehlikeli ve yüksek derecede bağımlılık yapan nikotin kan basıncını, nabız sayısını olumsuz etkileyerek ve arterlerde daralma ve sertleşmeye neden olarak kalp krizi riskini arttırmaktadır (AHA, 2015). Alkol kullanımına atfedilebilen yıllık 3.3 milyon ölümün yarısından fazlası kanser dahil bulaşıcı olmayan hastalıklardan kaynaklanmaktadır. Sağlıksız beslenme ve fiziksel inaktiviteye bağlı yüksek kan basıncı, aşırı kilo, obezite ve yüksek kan şekeri gibi metabolik risk faktörleri de küresel olarak önde gelen ölüm nedenleri arasındadır (WHO, 2021).
- **Gelir:** Gelir düzeyindeki farklılıklar yaşam süresinde belirleyici olabilmektedir. Sağlıklı yaşam beklentisi (HALE), 2000 ile 2016 yılları arasında küresel olarak %8'in üzerinde artmıştır ve gelirden büyük ölçüde etkilenmeye devam etmektedir. Düşük gelirli ülkelerde (62,7 yıl) doğumda beklenen yaşam süresi, yüksek gelirli ülkelere (80,8 yıl) göre 18,1 yıl daha düşüktür. Yüksek gelirli

ülkelerde, ölenlerin çoğu yaşlıdır; ancak, düşük gelirli ülkelerde ölümlerin yaklaşık üçte biri 5 yaşın altındaki çocuklarda gerçekleşmektedir (WHS, 2019).

- **Sağlık bakımı:** Dünya çapında yaklaşık 930 milyon insan cepten sağlık harcamaları nedeniyle yoksulluk riski ile karşı karşıyadır (WHO, 2021b). DSÖ 2016 yılında düşük gelirli ülkelerde meydana gelen tüm ölümlerin yarısından çoğunun bulaşıcı hastalıklar, gebelik ve doğum koşulları, maternal nedenler ve beslenme yetersizliklerinden kaynaklandığını bildirmiştir (WHO, 2020). Sağlık hizmetlerinin temel bir bileşeni ve tartışılmaz bir insan hakkı olan bağışıklama bulaşıcı hastalık salgınlarının önlenmesi ve kontrolü için de kritik öneme sahiptir. Günümüzde yaşamı tehdit eden yirmiden fazla hastalığı önlemek için aşının bulunmasına rağmen dünya çapında çok fazla insan (her yıl yaklaşık 20 milyon bebek dahil) halen aşılarla erişimde güçlük yaşamakta veya erişememektedir (WHO, 2021c). Günümüzde halen 785 milyon insan temel içme suyu hizmetinden yoksun, 2 milyar insan hala tuvalet veya tuvalet gibi temel temizlik tesislerine sahip değildir ve dünya nüfusunun en az %10'unun atık suyla sulanan yiyecekleri tükettiği tahmin edilmektedir. Bu sorunların her yıl 485 bin ishalden ölüme neden olduğu tahmin edilmektedir (WHO, 2019; 2019a). Ayrıca sağlık okuryazarlığındaki farklılıklar, sağlık hizmetlerinin mevcudiyeti ve bunlara erişim, hizmet sağlayıcı bilgisi ve tutumu sağlık sonuçlarını doğrudan etkilemektedir (WHS, 2019).
- **Diğer nedenler:** Dünya genelinde her yıl yaklaşık 1.35 milyon insan karayolu trafik kazaları nedeniyle hayatını kaybetmektedir ve en az 20 milyon insan ölümcül olmayan yaralanmalar nedeniyle sakat kalabilmektedir. Özellikle 5-29 yaş arası çocuklar ve genç yetişkinler arasında bu kazalar başlıca ölüm nedenidir ve düşük gelirli ülkelerde bu kazalar nedeniyle ölme riski yüksek gelirli ülkelere göre 3 kat daha fazladır (WHO, 2020a). Diğer ölüm nedenleri arasında evrensel sağlık kapsayıcılığının yetersizliği, şiddet, eşitsizlikler gibi birçok neden yer alır.

#### 2.4. Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri

DSÖ tahminlerine göre her on kişiden dokuzu yüksek düzeyde kirli hava solumakta ve her yıl yaklaşık 7 milyon insan iç veya dış ortam hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybetmektedir. DSÖ, tüm yetişkin ölümleri arasında kalp hastalığından ölümlerin

%24'üne, inme nedenli ölümlerin %25'ine, KOAH nedenli ölümlerin %43'üne ve akciğer kanserinden ölümlerin %29'una hava kirliliğinin neden olduğunu kabul etmektedir (WHO, 2018).

DSÖ, 2016 yılında küresel olarak 4.2 milyon ölümün dış ortam hava kirliliğinden kaynaklandığını ve bu ölümlerin yaklaşık %91'inin düşük ve orta gelirli ülkelerde meydana geldiğini rapor etmiştir. Özellikle Asya ve Afrika'da meydana gelen bu ölümleri Doğu Akdeniz bölgesi, Avrupa ve Amerika'daki düşük ve orta gelirli ülkelerdeki ölümler izlemektedir. Dış ortam hava kirliliğinden kaynaklanan tüm bu ölümlerin %38'i İKH, %20'si inme, %18'i KOAH, %18'i akut alt solunum yolu enfeksiyonu (ASYE) ve %6'sı akciğer kanserleri nedeniyle olmaktadır. Yine bu ölümlerin %51'ini 15 yaş ve üzeri erkekler, %42'ünü 15 yaş ve üzeri kadınlar, %6'sını ise çocuklar oluşturmaktadır (WHO, 2018b).

Hava kirliliği maruziyetinin gebelerde düşük doğum ağırlığı (DDA)'nı, erken doğum riskini ve bebek ölümlülüğünü artırdığı; düşük gelirli az gelişmiş ülkelerde hava kirliliğinin gebelerin perinatal süreçlerini etkileyerek bilişsel sağlık sorunlarına ve fetusta gelişim bozukluklarına neden olduğu bilinmektedir (Iñiguez vd., 2012; Prüss-Ustün vd., 2016). Çin ve Avrupa'da yapılan bazı çalışmalarda NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, benzen ve PM<sub>10</sub> gibi hava kirleticilerin erken doğum ve/veya DDA ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Dibben ve Clemens, 2015; Estarlich vd., 2016; Zhao vd., 2011). Amerika, Avrupa ve Batı Avustralya'da yürütülen çalışmalarda gebelik sürecinde hava kirleticilere maruz kalmanın hipertansif bozukluklara neden olduğu ve gebelikte preeklampsi riskini artırdığı saptanmıştır (Dadvand vd., 2014; Olsson vd., 2013; Pereira vd., 2013; Xu vd., 2014).

On Avrupa şehrinde yürütülen bir çalışmada çocuklarda görülen astım vakalarının yaklaşık %14'ü ve çocukluk astımının alevlenmelerinin %15'i karayolları trafiğinin oluşturduğu kirletici maruziyeti ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Perez vd., 2013). Yapılan bir çalışmada da her on kent için astımlı çocukların astım atakları ile yetişkinlerde KOAH, KKH olanların genel durumların kötüleşmesinin %15-30'u hava kirliliğine atfedilmiştir (APHEKOM, 2011). Dış ortam hava kirliliği İKH üzerinde en az kişisel risk faktörleri kadar önemli rol oynamakta ve erken yaş ölümlerine de neden olmaktadır (Prüss-Üstün vd., 2016). Literatürde meteorolojik parametrelerin ve hava kirliliğinin supraventriküler taşikardiyi koagülasyon yanıtı ve

sistemik inflamasyon yoluyla etkileyerek aritmogenez, aterogenez ve aterotrombozaya neden olduğu gösterilmiştir (Čulić vd., 2013; Mills vd., 2009; Yalta vd., 2013). Hava kirliliği miyokard enfarktüsü üzerinde de tetikleyici bir etkiye sahiptir (Nawrot vd., 2011). Küresel inmelerin %42'sinin ise çevresel nedenlerden etkilendiği, dörtte birinin ise hava kirliliği nedeniyle olduğu tahmin edilmektedir (Prüss-Üstün, vd., 2016).

Mesleki maruziyet ve davranışsal risk faktörlerinin etkilediği kanser olgularındaki artış, günümüzde hava kirliliği nedeniyle daha da artmaktadır. Günümüzde beş kişiden birinde, sanayisi gelişmiş ülkelerde ise her üç kişiden birinde kanser görülmektedir. Kanserlerin %19'unun çevresel etkenlerden kaynaklandığı, bunun %8'inin küresel hastalık yükünü oluşturduğu bildirilmiştir (Prüss-Üstün vd., 2016). Kanada, Çin ve Avrupa'da farklı tarihlerde yapılan kohort çalışmalarında hava kirlleticilerin prostat kanseri ve/veya akciğer kanseri arasındaki risk artışı ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Guo vd., 2016; Parent vd., 2013; Raaschou-Nielsen vd., 2016).

Avrupa'da 2011 itibariyle AB Üye Devletleri ve Avrupa Çevre Ajansı (EEA) üye ülkeleri dahil olmak üzere 38 Avrupa ülkesinde yürütülen bir araştırmada mevcut hava kirliliği seviyelerinin sağlık ve ekosistemler üzerinde halen olumsuz etkilere sahip olduğu, PM ve O<sub>3</sub>'ün, Avrupa'nın sağlık için en sorunlu kirleticilerden olduğu rapor edilmiştir (Guerreiro vd., 2014). Avrupa Çevre Ajansı'nın Avrupa'da hava kalitesinin incelendiği 2020 raporunda hava kirliliğinin, özellikle kentsel alanlarda Avrupa nüfusunun sağlığı üzerinde önemli etkileri olmaya devam ettiği; PM ve O<sub>3</sub>'a ek olarak NO<sub>2</sub>'nin de Avrupanın en ciddi kirleticileri olduğu bildirilmiştir. Daha düşük sosyo-ekonomik grupların, yaşlıların, çocukların ve mevcut sağlık sorunları olanların dezavantajlı grupları oluşturduğu bildirilen raporda, hava kirliliğinin doğumda yaşam beklentisini azalttığı, iş günü ve iş gücü kaybına yol açtığı, tıbbi maliyetleri artırarak önemli ekonomik etkileri yarattığı rapor edilmiştir (EEA, 2020).

Avrupa Çevre Ajansı 2018'de 41 Avrupa ülkesinde yaklaşık 55.000 erken ölümün NO<sub>2</sub>'ye maruziyeti nedeniyle (AB-28'de yaklaşık 54.000); 20600 erken ölümün O<sub>3</sub> maruziyeti nedeniyle (AB-28'de 19.400) gözlendiğini rapor etmiştir. 2009 yılına göre 2018 yılında NO<sub>2</sub> maruziyetinde %54'lük bir azalma sağlansada O<sub>3</sub> için bu fark %20'lik (AB-28 için %24) bir artış olarak rapor edilmiştir (EEA, 2020). OECD ülkeleri ile Türkiye'nin hava kirliliğinden kaynaklı ölümleri karşılaştırıldığında 2005

yılında Türkiye’de 1 milyonda 324 iken OECD ülkelerinde bu sayı 364 bulunmuştur. 2016 yılına gelindiğinde bu oran Türkiye’de 362 İken OECD ülkelerinde 352 olmuştur (OECD, 2019).

Temiz Hava Hakkı Platformu’nun 2020 yılı Kara Raporu’nda Türkiye’de en çok ölüm ve hastalığa sebep olan risk faktörü sıralamasında 2007 yılında yedinci sırada olan hava kirliliğinin 2017 yılında altıncı sıraya yükseldiği bildirilmiş, hava kirliliği parametrelerinin DSÖ’nün önerdiği düzeye indirildiğinde hava kirliliği kaynaklı yaklaşık 52 bin ölümünün önlenebileceği rapor edilmiştir. Türkiye genelinde 2019 yılında 30 yaş üstü hava kirliliğine atfedilen (kazalar/ dışsal yaralanmalar hariç) ölüm sayısı 396.670 ölüm içinden 31.476 (%7,9) olarak hesaplanmış, hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı en yüksek üç il İstanbul (3761), İzmir (2075), Manisa (1980) olarak bulunmuştur. Kırklareli için mortalite hızı yüzbinde 120 iken, hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı ortalama 288 kişi (min:191, maks.:375) olarak saptanmıştır (THHP, 2020). Türkiye’de bir Anadolu şehrinde yürütülen araştırmada SO<sub>2</sub>’nin her 10 µg / m<sup>3</sup> artışında astım nedeni hastane yatışlarının %6,9 ve KOAH nedeni hastane yatışlarının %6,5 oranında arttığı gösterilmiştir (Mercan vd., 2020). Anadoluda yürütülen bir başka çalışmada SO<sub>2</sub> düzeyindeki her 1 µg / m<sup>3</sup> artış kardiyovasküler veya solunum nedeni acil servis başvurularını %0,2, kardiyovasküler nedeni acil başvurularını %0,3, solunum nedeni acil servis başvurularını %0,2 arttırırken solunum nedeni hastane yatışlarını %0,1 arttırdığı belirlenmiştir (Saygın, 2019). Kuzaybatı Trakya’da 2010-2014 yılları arasında yürütülen bir çalışmada SO<sub>2</sub>’deki 1 µg / m<sup>3</sup> artışın toplam acil servis başvurularını %0,1, kardiyovasküler nedeni acil servis başvurularını %0,1, solunum nedeni acil servis başvurularını %0,1 ve hem kardiyovasküler hem de solunum hastalığı olanların başvurularını %0,2 arttırdığı gösterilmiştir (Mercan, 2016).

## **2.5. Partikül Maddelerin Morbidite ve Mortalite Üzerine Etkileri**

Partikül madde, solunabilecek ve ciddi sağlık sorunlarına neden olabilecek kadar küçük mikroskobik katı veya sıvı damlacıklar içerir. Çapı 10 mikrometreden küçük PM’ler akciğerin en derinliklerine ve kan dolaşımına katılarak sağlık sorunlarına neden olur (U.S. EPA, 2020). DSÖ 2005 yılı Hava Kalitesi Rehberinde PM<sub>10</sub>’un 24 saatlik ortalamasının 50 µg / m<sup>3</sup> ’nin, yıllık ortalamasının 20 µg / m<sup>3</sup> ’nin üzerinde

olmasını sağlıksız olarak bildirmiştir. DSÖ, PM<sub>10</sub> için kalite yönergesi ara hedeflerine göre PM<sub>10</sub>'un yıllık ortalama konsantrasyonu 70 µg / m<sup>3</sup> 'nin üzerinde olduğunda yaklaşık %15, 50 µg / m<sup>3</sup> 'nin üzerinde olduğunda %9 ve 30 µg / m<sup>3</sup> 'nin üzerinde olduğunda %3 uzun süreli mortalite riski ile ilişkili olduğunu rapor etmiştir (AQG, 2006). Partikül maddelerin kimyasal bileşenleri, kansorejen veya mutajenik yapılarından kaynaklı olarak sağlığı ciddi şekilde etkilemektedir (Mukherjee ve Agrawal, 2018). Uluslararası Kansere Araştırmaları Ajansı (IARC), hava kirliliğinin bileşimini ve maruziyet seviyelerini dikkate alarak PM'yi insanlar için Grup 1 kanserojen olarak sınıflandırmıştır (IARC, 2013; 2013a). Partikül madde maruziyetinde bilinen sağlık sorunları şu şekildedir (U.S. EPA, 2020):

- Kalp veya akciğer ile ilgili hastalığı olanlarda erken ölüm,
- Düzensiz nabız,
- Kalp krizi,
- Ağır astım atakları,
- Akciğer fonksiyonlarının azalması,
- Nefes almada güçlük, solunum yolları tahrişi, öksürme gibi solunum semptomlarında artış.

Çin'in 34 eyaletinde 1990- 2017 yılları arasında hastalık yükünün incelendiği bir araştırmada ölümler ile ilgili risk faktörlerine ve yeti yitimine ayarlanmış yaşam yılı (DALY) kayıplarına neden olan başlıca dört risk faktörü arasında PM gösterilmiştir (Zhou vd., 2019). Çin Şangay'da 2014-2016 yılları arasında yürütülen bir araştırmada PM<sub>2,5</sub> ile KVH mortalitesi arasında önemli ilişkiler olduğu ve bu ilişkilere OC, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K, Cu, As ve Pb'nin de katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Wang vd., 2020). Çin Xi'an'da ise aynı yıllarda yürütülen bir başka araştırmada ise PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> hava kirlenimlerine maruz kalma ile solunum ölümleri arasında önemli ilişki olduğu gösterilmiştir (Mokoena vd., 2019). İran, Sabzevar'da Nisan-Kasım 2017 arasında yürütülen araştırmada PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> ile ilgili toplam mortalite atfedilebilir oranı sırasıyla %2,05 ve %3,54 bulunmuştur (Miri vd., 2018). Yürütülen bir sistematik araştırmada kısa süreli PM<sub>2,5</sub> maruziyetinin her 10 µm / m<sup>3</sup> 'lük artışının solunum kaynaklı ölümleri %0,51, kardiyovasküler kaynaklı ölümleri

%0,44 ve toplam ölümleri %0,38 oranında arttığı gösterilmiştir (Shang vd., 2013). Avustralya'da 2006-2016 yılları arasında antropojenik PM<sub>2,5</sub> kirliliğinin 2616 ölüme sonuçlandığı, 0-4 yaş arası çocuklar için yaşam beklentisinin 0,2 yıl azaldığı, 38.962 kaybedilmiş yaşam yılına (YLL) yol açtığı ve 6.2 milyar \$'lık ortalama yıllık ekonomik yüke neden olduğu saptanmıştır (Hanigan vd., 2020). Amerika Birleşik Devletleri'nin Temiz Hava Yasası Değişikliklerinden sonra, 2005 yılında PM<sub>2,5</sub> seviyelerinin metreküp başına 1,59 mikrogram düştüğü ve 65 yaş ve üzerindekiiler arasında ölüm oranlarının bazı şehirlerde %0,93 azaldığı saptanmıştır (Sanders vd., 2020).

Yanma sonucu oluşan PM kardiyopulmoner mortaliteye neden olabilir ve solunum sistemlerini etkileyerek (kronik bronşit, rinit, astım) hastane yatışlarını arttırabilir (WHO, 2013). Bazı çalışmalarda uzun süre ve yüksek oranda PM maruziyetinde KVH ile bağlantılı hastane yatışlarına neden olduğu, ölümlere neden olan arteriyel hipertansiyon üzerinde etkisi olduğu bulunmuştur. Epidemiyolojik çalışmalarda yoğun şekilde PM'ye maruziyet, akut KVH nedenlerinden aterosklerotik rüptürüne neden olarak pulmoner ve sistemik oksidatif riskleriyle birlikte inflamasyon risklerini yükselterek, iskemik atak ve miyokard enfarktüsüne neden olduğu belirtilmiştir. PM kirliliğinin artması solunum ile ilgili belirtilerin artmasına, akciğer kanserine, ölümlere, KVH ve akciğer ile ilgili hastalıklardan kaynaklı hastaneye başvuru ve yatışlara neden olmakta iş gücü ve okul-eğitim kaybına neden olmaktadır (Luo vd., 2020; Soleimani vd., 2019; Song vd., 2019). PM kirliliğinde dezavantajlı gruplar arasında kalp ve akciğer ile ilgili hastalığı olanlar, çocuklar ve yaşlılar yer almaktadır (U.S. EPA, 2020b).

Avrupa Çevre Ajansı'nın 2020 raporunda PM<sub>2,5</sub>'a maruziyet ile ilişkili yapılan araştırmada 2009 yılına göre %13'lük bir azalma sağlansa da 2018'de 41 Avrupa ülkesinde yaklaşık 417.000 erken ölüme yol açtığı, bunların yaklaşık 379.000'inin AB-28'de yer aldığı rapor edilmiştir (EEA, 2020). Hollanda'da 30 yaş ve üstü sekiz yıllık zaman serisinden (2008-2015) oluşan bir kohortta PM<sub>10</sub>'un 1 µg / m<sup>3</sup> artışı için risk 1,011 kat, PM<sub>2,5</sub>'in 1 µg / m<sup>3</sup> artışı için risk 1,016 kat ve elementel karbonun 1 µg / m<sup>3</sup> artışı için risk 1,057 kat yüksek bulunmuştur (Fischer vd., 2020). Türkiye'de İstanbul'da 2013- 2015 yılları arasında yapılan çalışmada PM<sub>10</sub>'un her 10 µg / m<sup>3</sup> 'lük artışında solunum nedenli hastane başvurularında %0,61 oranında

artış bulunurken (Çapraz vd., 2017); 2007-2012 yılları arasında yürütülen bir diğer çalışmada PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub>'nin toplam ölümleri artırdığı ve özellikle bu kirleticilerin kardiyovasküler nedenli ölümleri önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır (Çapraz vd., 2015). Kırşehir'de yürütülen bir araştırmada PM<sub>10</sub>'un her 10 µg / m<sup>3</sup> artışında astım nedenli hastane yatışları %2,7 ve KOAH nedenli hastane yatışları %2,9 artırdığı bildirilmiştir (Mercan vd., 2020). Karaman'da yürütülen bir başka araştırmada PM<sub>10</sub> düzeyindeki her 1 µg / m<sup>3</sup> artış kardiyovasküler veya solunum nedenli hastane yatışlarını %0,1, kardiyovasküler nedenli hastane yatışlarını %0,1 arttırdığı bulunmuştur (Saygın, 2019). Kırklareli'nde 2010-2014 yılları arasında beş yıllık zaman serisi ile yürütülen bir çalışmada PM<sub>10</sub>'daki 1 µg / m<sup>3</sup> artışın toplam acil servis başvuruları %0,2, kardiyovasküler nedenli başvuruları %0,1, solunum nedenli başvuruları %0,2 ve hem kardiyovasküler hem de solunum hastalığı olanların başvuruları %0,2 artırdığı gösterilmiştir (Mercan, 2016).

## 2.6. Kırklareli'nin Coğrafi ve Beşeri Özellikleri

Türkiye'nin kuzeybatısında Marmara Bölgesi'nin Trakya kesiminde bulunan Kırklareli nüfusu 2019 yılı TÜİK verilerine göre 361.836'dır ve kilometre kareye 57 insan düşmektedir (TÜİK, 2019a). Dünya'daki konumu itibarıyla 41° 13' 34'' ve 42° 05' 03'' kuzey enlemleri ile 26° 54' 14'' ve 28° 06' 15'' doğu boylamları arasında bulunmaktadır (KİÖİ, 2020). Kırklareli ili, 6550 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümüne sahiptir ve kuzeyinde 180 km sınır uzunluğu ile Bulgaristan, doğusunda 60 km kıyı uzunluğu ile Karadeniz, batıdan Edirne, güneydoğundan İstanbul ve güneyden ise Tekirdağ ile çevrilidir. Denizden yüksekliği 203 metre olan Kırklareli'nin başlıca akarsuları Ergene Nehri ve Mutlu Deredir. Kara iklimi hâkim olan bölgede, iklim yörelere göre farklılık göstermektedir. Yıldız dağlarının kuzey kesimlerinde Karadeniz iklimi görülürken; buna bağlı olarak yaz ayları serin kış ayları ise soğuk geçmektedir ve m<sup>2</sup>'ye düşen yıllık yağış oranı ortalama 800-900 mm'dir. Denizden uzak olan iç kesimlerde de karasal iklim özellikleri hâkimdir. Bu kesimlerde yaz ve kış mevsimleri arasında sıcaklık farkı yüksek olmakla beraber yıllık yağış miktarı kıyı kesimlere göre daha azdır. Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultusu Ergene Ovası ve Yıldız (Istranca) Dağları üzerinde yer almaktadır. İl coğrafyasının %48'ini dağlar oluşturmaktadır ve %40'ı ormanlarla kaplıdır (KÇŞİM, 2020). Kırklareli'nde mevsimsel özellik gösteren hava kirliliğinde kış ayları, sonbahar ve ilkbaharda



kirlilik mevcuttur. Bu durum Kırklareli’nde hava kirliliğinin sanayi ve motorlu taşıtlardan ziyade, ısınmadan kaynaklı olduğunu göstermektedir. Motorlu taşıtların yarattığı kirlilik ise özellikle günün sabah ve akşam saatlerinde yaşanan yoğun bir şekilde hissedilmekte ve havayı olumsuz etkilemektedir (KÇŞİM, 2019; 2020).

Kırklareli’nde hava kirliliğinin temel nedeni konut ve iş yeri ısıtması için yakıt kullanımı olup, endüstri alanlarında enerji üretimi için yakıt kullanılması ve motorlu araçların neden olduğu emisyonlar hava kirliliğine neden olurken bölgenin coğrafi konumu, meteorolojik faktörler ve plansız kentleşme de etkilemektedir. Kırklareli ilinde faaliyet gösteren endüstri kaynaklı hava kirliliğinde; yanlış yer seçimi, atık gazların ortama verilmesi ve kalitesiz yakıt tüketiminden kaynaklı meydana gelmektedir. Şehrin çeşitli bölgelerinde faaliyet gösteren taş ocaklarının direk olarak yerleşim yerlerine etkisi bulunmamakla beraber yapılan işlemler sonucunda oluşan toz hava kalitesi üzerine olumsuz etkisinden dolayı şehri etkilemektedir. Bu da özellikle PM kirliliğini arttırmaktadır. Kırklareli İli Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne 2018 yılında hava kirliliği ile ilgili şikayetlerin tüm şikayetler içerisinde %17’lik oranla ikinci sırada yer aldığı bildirilmiştir (KÇŞİM, 2019; 2020). Bu durum hava kirliliğinin düşük düzeyde olmasından değil, atık kirliliğinin görünür olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. İnsan sağlığı üzerinde doğrudan ve dolaylı etkilere sahip olan yaşam kalitesini düşüren, acil servis başvuruları ve hastane yatışlarında artışa ve ölümlülüğe neden olan hava kirliliği Kırklareli’nde bir halk sağlığı sorunu olarak önemini sürdürmektedir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırmanın Tipi, Yeri ve Zamanı

Ekolojik tipteki bu araştırma Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Kırklareli İl Merkezinde Temmuz 2019- Nisan 2021 tarihleri arasında yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Kırklareli'nin coğrafi konumu

#### 3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmada 01.01.2012-31.12.2019 tarihleri arasındaki Kırklareli Belediye mezarlığına defnedilmiş ölüm kayıtları retrospektif incelenmiştir. Araştırma tarihleri arasında tüm yaşlarda ve her iki cinsiyette tüm nedenlerden toplam 2790 ölüm gerçekleşmiştir. Bunlardan Ölüm Bildirim Formunda tüm yaşlarda ve her iki cinsiyette “Ölümün Şekli: Doğal Ölüm” olan 2614 kişi araştırmanın evrenini oluşturmuştur.

#### 3.3. Araştırmanın Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Ölüm Bildirim Formunda tüm yaşlarda ve her iki cinsiyette gerçekleşen ve “Ölümün Şekli: Doğal Ölüm” olan ölümler araştırmaya dahil edilmiştir. Ölüm Bildirim Formunda diğer nedenlerden gerçekleşen ölümler (adli ölümler, kaza, diğer, araştırma aşamasında vb.) araştırmaya dahil edilmemiştir.

### 3.4. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırma tarihleri arasında Kırklareli Belediye mezarlığına defnedilmiş tüm ölümler “toplam ölümler”i oluşturmuştur. Toplam ölümler içinde günlük ölüm sayısı cinsiyete göre kadın ve erkek ölümleri olarak ilgili tarihe günlük sayı olarak aktarılmış, elde edilen değişken “kadın ölümleri” ve “erkek ölümleri” şeklinde bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Yaş, doğum ve ölüm tarihi farkı esas alınarak hesaplanmıştır. Doğum tarihi hicri takvime göre yazılan kişilerin doğum tarihi miladi takvime çevrilerek yıl ortası ay ve gün eklenmiştir (01.07.19..). Toplam ölümler içinde günlük ölüm sayısı olarak 65 yaş altı ve 65 yaş ve üstüne göre ölümler ilgili tarihe günlük sayı olarak aktarılmış, elde edilen değişken “65 yaş altı ölümler” ve “65 yaş ve üstü ölümler” şeklinde bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

Araştırmanın bağımsız değişkeni  $PM_{10}$ 'dur.  $PM_{10}$  ( $\mu g / m^3$ ) ortalamaları için 24 saatlik ölçüm ortalamaları kullanılmıştır. Araştırmada  $SO_2$  ( $\mu g / m^3$ ), sıcaklık (santigrat derece:  $^{\circ}C$ ), bağıl nem (nispi nem) (yüzde: %) ve basınç (hektopaskal: hPa) eş değişkenler olarak kullanılmıştır.

### 3.5. Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi

Araştırma tarihleri arasındaki ölümler Ölüm Bildirim Formlarından bilgisayar ortamında aktarılmış ve günlük ölüm sayısı olarak yeniden düzenlenmiştir. Hava kirliliği parametre ölçümleri Kırklareli Merkez İl Orman Müdürlüğü'nde bulunan sabit bir istasyondan ve meteorolojik parametre ölçümleri Kırklareli Merkez İl Meteoroloji Müdürlüğü'nde sabit bir istasyondan ölçülmekte ve sonuçlar kendi bakanlıklarına online bir ağ ile saatlik olarak gönderilmektedir. Hava kirliliği parametrelerinden  $PM_{10}$  ve  $SO_2$  ölçümleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ulusal Hava Kalite İzleme Ağı (HKİA)'dan elde edilmiştir. 24 saatlik ölçüm ortalamaları kullanılan Kırklareli merkez istasyonun verilerinde Avrupa Çevre Ajansı (EEA)'nın yeterlilik tanımına uygun olarak %75 doluluk esas alınmıştır. Bu doluluk oranına göre Şubat ayı için en az 21, diğer aylar için en az 23 ölçüm yapılması gerekmektedir. 1 yıl için bu ölçümün en az 274 kez yapılmış olması gerekmektedir.



**Şekil 3.2.**Kırklareli’nde istasyon konumları

Hava kalitesi ölçüm istasyonunun (1 nolu) bulunduğu bölgenin özellikleri aşağıdaki gibidir:

- ✓ İstasyon şehrin güneybatı yönünde 203 metre rakımında yer almaktadır.
- ✓ İstasyon Kırklareli İl Orman Müdürlüğü bahçesine kurulmuş ve yanından Edirne Caddesi geçmektedir.
- ✓ İstasyon çevresinde genel olarak hane yerleşimleri bulunmakta ve çoğu yeni yapılar olduğundan dolayı yerleşim yerlerinin çoğunda doğalgaz kullanılmaktadır.
- ✓ İstasyonun güneydoğusunda yaklaşık (kuş uçuşu) 10-11 km yakınında organize sanayi bölgesi bulunmaktadır.

Meteorolojik parametre ölçüm istasyonunun (2 nolu) bulunduğu bölgenin özellikleri aşağıdaki gibidir:

- ✓ İstasyonun Kırklareli Meteoroloji Müdürlüğü bahçesine kurulmuş ve yanından Hastane Caddesi geçmektedir.
- ✓ İstasyon şehrin kuzey batı yönünde 203 metre rakımında yer almaktadır.
- ✓ İstasyon çevresinde genel olarak hane yerleşimleri bulunmakta ve hem eski hem de yeni yapılar mevcut olduğundan yerleşim yerinde doğalgaz ve kömür kullanılmaktadır.
- ✓ İstasyonun kuzeyinde yaklaşık (kuş uçuşu) 2-3 km yakınında sanayi sitesi bulunmaktadır.
- ✓ İstasyonun hava kalitesi ölçüm istasyonu ile yaklaşık (kuş uçuşu) uzaklığı 1,5-2 km mesafededir.

Meteorolojik parametrelerin günlük ölçüm ortalamaları TUMAS - Meteorolojik Veri Arşiv Sisteminden elde edilmiştir. TUMAS'dan elde edilen sıcaklık, bağıl nem ve basıncın 24 saatlik ölçüm ortalamaları kullanılmıştır.

### 3.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada daimi ikamet ve ölüm yeri bilgisi doğrulanamadığından hava kirleticilerine maruziyet tam olarak belirlenememiştir. Bu durum Kırklareli Merkezde ölçülen PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub>'ye maruz kalmayanların da incelenmesi nedeniyle sonuçlarımızı etkilemiş olabilir. Ek olarak, sabit istasyonda ölçümü yapılan PM'lerden sadece PM<sub>10</sub> ölçümü yapılmakta olup, PM<sub>2,5</sub> gibi daha küçük aerodinamik çapa sahip partiküllerin ölümler üzerine etkisi araştırılmamıştır.

### 3.7. Verilerin Analizi

Verilerin çözümlemesinde tanımlayıcı istatistiklerden: sayı (n), yüzde (%), ortalama (ort.), standart sapma (ss), medyan ve persentillerden (P) yararlanılmıştır. Dağılımın normalliğe uygunluğu Kolmogorov Smirnov Testi ile kontrol edilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişki Spearman's Korelasyon Analizi ile incelenmiş, korelasyon katsayısı (r) çok zayıf (0,00-0,25), zayıf (0,26-0,49), orta (0,50-0,69), yüksek (0,70-0,89) ve çok yüksek (0,90-1,00) güç olarak değerlendirilmiştir (Saruhan ve Özdemirci, 2016: 248).

Dış ortam hava kirleticilerinden PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub>'nin konsantrasyon düzeylerinin günlük toplam, cinsiyete ve yaş gruplarına göre ölüm sayıları arasındaki ilişki Genelleştirilmiş Lineer Model (GLM) Poisson Regresyon analizi ile araştırılmıştır (Capraz vd., 2017; Mercan vd., 2020). Hava kirleticilerinin ölümlere etkisinde maruz kalınan ve gecikmeli günleri arasındaki ilişkide günlerin etkisi birlikte incelenmiştir (lag 0'dan lag 7'ye kadar). Araştırmada lag 0 maruz kalınan gün, lag 1 maruz kalınan günden önceki birinci gün, lag 2 maruz kalınan günden önceki ikinci gün anlamına gelmektedir. Önceki çalışmalarda ölümlerde hava koşullarının ve diğer kirletici parametrelerinin karıştırıcı faktör olarak rol oynadığı bildirilmiştir (Capraz vd., 2017; Mercan vd., 2020). Bu nedenle araştırmada PM<sub>10</sub> için SO<sub>2</sub>, trend, sıcaklık, nem ve basınç; SO<sub>2</sub> için PM<sub>10</sub>, trend, sıcaklık, nem ve basınç eş değişkenler olarak kullanılmıştır. Tüm modellerde PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub>'nin her 10 µg / m<sup>3</sup> artışında Rölatif Risk (RR) tahmin edilmiştir. Analizler Statistical Package for the Social Sciences,

version 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanılarak yapılmıştır. Grafiklerin çizimlerinde EViews 7.0 paket programı kullanılmıştır. Araştırma %95 Güven Aralığında (GA) çalışılmış, anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak belirlenmiştir.

### **3.8. Etik Onam**

Araştırma için Kırklareli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (21.06.2019- P0153R00). Ölüm sayısını oluşturan veriler için Kırklareli Belediyesi Park ve Bahçeler Şube Müdürlüğü'nden sözlü izin alınmıştır.

### **3.9. Araştırma Takvimi**

- Literatür tarama: Temmuz 2019- Nisan 2021
- Araştırmanın planlanması: Temmuz 2019- Ekim 2019
- Verilerin toplanması: Ekim 2019- Ocak 2020
- Veri tabanının oluşturulması ve düzenlenmesi: Ocak 2020- Mayıs 2020
- Verilerin analizi ve tezin yazımı: Mayıs 2020- Nisan 2021

#### 4. BULGULAR

Bu araştırmada 01.01.2012 ile 31.12.2019 tarihleri arasında Kırklareli Merkez İlçe Belediye Mezarlığında defnedilmiş 2614 doğal lmn PM<sub>10</sub> maruziyetiile ilişkisi incelenmiştir. Ek olarak, eş değişken olarak ele alınan SO<sub>2</sub> düzeylerinin ölümler ile ilişkisi de ayrıca araştırılmıştır.

**Tablo 4.1.** lmlerin tanımlayıcı özelliklerinin dağılımı

<i>Değişkenler</i>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Cinsiyet</b>		
Kadın	1164	44,5
Erkek	1450	55,5
<b>Yaş (Ort±ss: 71,99 ± 16,71, Min:0, Maks: 104)</b>		
<15	50	1,9
15-39	43	1,6
40-64	626	23,9
65-74	519	19,9
75-84	808	30,9
85+	568	21,7
<b>Yıllara göre ölüm sayıları</b>		
2012	286	10,9
2013	289	11,1
2014	334	12,8
2015	331	12,7
2016	317	12,1
2017	310	11,9
2018	371	14,2
2019	376	14,4

Tablo 4.1'de ölümlerin tanımlayıcı özelliklerinin dağılımı gösterilmiştir. Sekiz yıllık zaman serisi içinde gerçekleşen ölümlerin %44,5'i kadın, %55,5'i erkektir. Ölüm yaşı ortalaması 71,99 ± 16,71 (Min:0, Maks: 104) olan ölümlerin %72,5'i 65 yaş ve üzerindedir. Yaş dağılımlarında göre %1,9'u 15 yaşın altında, %1,6'sı 15-39 yaş arasında, %23,9'u 40-64 yaş arasında, %19,9'u 65-74 yaş arasında, %30,9'u 75-84 yaş arasında, %21,7'si 85 yaş ve üzerinde gerçekleşmiştir. Yıllara göre en fazla oran ile ölümler 2019 yılında (%14,4) gerçekleşmiştir. Bunu 2018 yılı (%14,2), 2014 yılı (%12,8) ve 2015 yılı (%12,7) takip etmiştir.

**Tablo 4.2.** Ölümlerin tanımlayıcı özelliklerinin yıllara göre dağılımı

<i>Değişkenler</i>	2012 (n=286)		2013 (n=289)		2014 (n=334)		2015 (n=331)		2016 (n=317)		2017 (n=310)		2018 (n=371)		2019 (n=376)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Cinsiyet</b>																
Kadın	120	42,0	118	40,8	146	43,7	159	48,0	148	46,7	142	45,8	164	44,2	167	44,4
Erkek	166	58,0	171	59,2	188	56,3	172	52,0	169	53,3	168	54,2	207	55,8	209	55,6
<b>Yaş</b>																
Ort ± ss	70,50 ± 14,79		68,96 ± 18,43		71,50 ± 16,96		74,15 ± 14,92		73,46 ± 14,66		71,74 ± 17,47		71,85 ± 18,87		73,11 ± 16,41	
(Min- Maks.)	(0-98)		(0-101)		(0-100)		(0-103)		(0-98)		(0-104)		(0-104)		(0-100)	
< 65	87	30,4	97	33,6	90	26,9	81	24,5	76	24,0	90	29,0	105	28,3	93	24,7
≥ 65	199	69,6	192	66,4	244	73,1	250	75,5	241	76,0	220	71,0	266	71,7	283	75,3



Tablo 4.2’de 2012-2019 yılları arasında gerçekleşen ölümlerin tanımlayıcı özelliklerinin yıllara göre dağılımı sunulmuştur. Ölümlerin cinsiyete göre dağılımı incelendiğinde; tüm yıllarda erkek ölümlerinin kadın ölümlerine göre daha fazla oranda gerçekleştiği gözlenmiştir. Yaş ortalamasına göre karşılaştırmada en ileri ölüm yaşı ortalaması 2015 yılında ( $74,15 \pm 14,92$  yıl), en genç ölüm yaşı ortalaması ise 2013 yılında ( $68,96 \pm 18,43$  yıl) gözlenmiştir. Yaş gruplarına göre dağılımda ise tüm yıllarda 65 yaş ve üzeri ölümlerin 65 yaş altı ölümlere göre daha fazla oranda gerçekleştiği bulunmuştur.

**Tablo 4.3.** Ölümlerin özet dağılımı, 2012-2019.

	N	Ort $\pm$ SD	Min.	P(25)	Ortanca	P(75)	Maks.	IQR
<b>Toplam</b>	2614	0,90 $\pm$ 0,96	0,00	0,00	1,00	1,00	6,00	1,00
<b>Kadın</b>	1164	0,40 $\pm$ 0,63	0,00	0,00	0,00	1,00	4,00	1,00
<b>Erkek</b>	1450	0,50 $\pm$ 0,71	0,00	0,00	0,00	1,00	5,00	1,00
<b>&lt; 65 yaş</b>	719	0,25 $\pm$ 0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00
<b><math>\geq</math> 65 yaş</b>	1895	0,65 $\pm$ 0,82	0,00	0,00	0,00	1,00	6,00	1,00

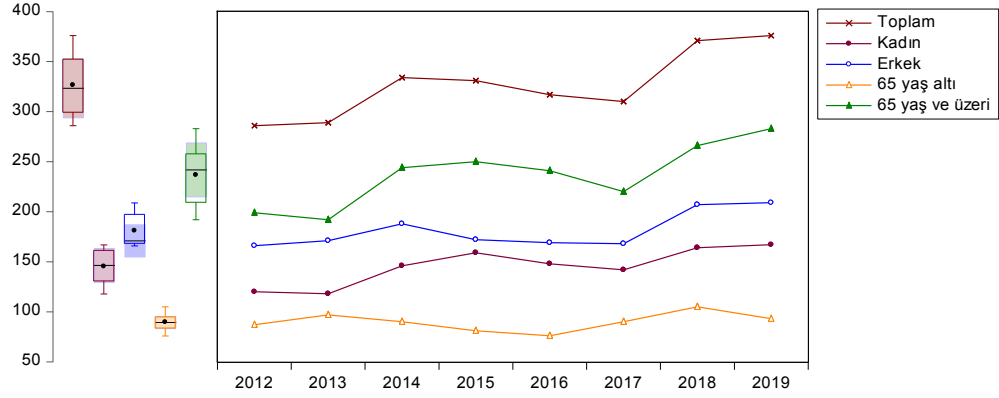
P: Persentil, IQR: Interquartile range

Tablo 4.3’de 2012-2016 yılları arasındaki ölümlerin toplam, cinsiyete ve yaşa göre özet dağılımları sunulmuştur. Sekiz yılı içeren 2922 günde toplam ölüm ortalaması  $0,90 \pm 0,96$  (Min:0, Maks: 6)’dır. Aynı süre içinde erkek ( $0,50 \pm 0,71$ ) ve 65 yaş üstü ölümlerin ( $0,65 \pm 0,82$ ) ortalaması daha yüksektir.

Tablo 4.4’de ölümlerin yıllara göre ortalama dağılımları sunulmuştur. Sekiz yıllık zaman serisi içinde en yüksek ölüm ortalaması 2019 yılında (Ort  $\pm$  ss:  $1,03 \pm 1,01$ , Min:0, Maks: 6), en düşük 2012 yılında (Ort  $\pm$  ss:  $0,78 \pm 0,90$ , Min: 0, Maks: 5) bulunmuştur. En yüksek ölüm ortalamaları kadınlar (Ort  $\pm$  ss:  $0,46 \pm 0,68$ ), erkekler (Ort  $\pm$  ss:  $0,57 \pm 0,72$ ) ve 65 yaş ve üzeri (Ort  $\pm$  ss:  $0,78 \pm 0,88$ ) için 2019 yılında; 65 yaş altı için 2018 yılında (Ort  $\pm$  ss:  $0,29 \pm 0,52$ ) yılında gerçekleşmiştir.

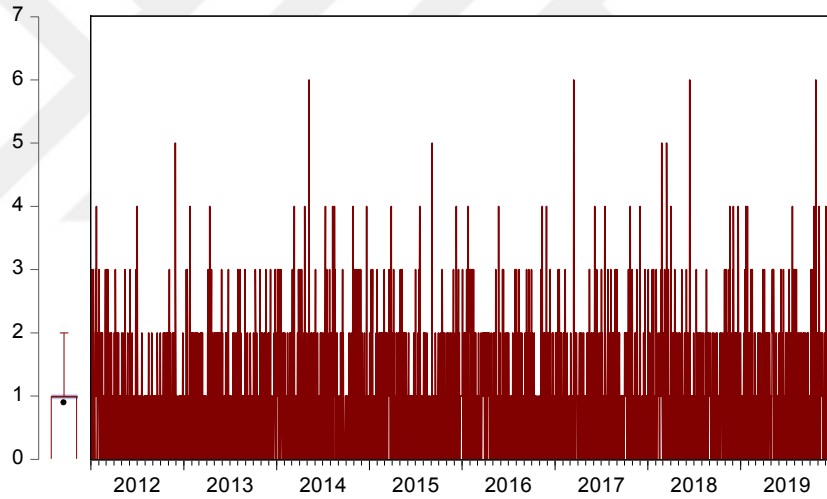
**Tablo 4.4.** Ölümlerin yıllara göre yıllara göre ortalamalarının dağılımları

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	Ort ± ss	Ort ± ss	Ort ± ss	Ort ± ss	Ort ± ss	Ort ± ss	Ort ± ss	Ort ± ss
	Min.- Maks.	Min.- Maks.	Min.- Maks.	Min.- Maks.	Min.- Maks.	Min.- Maks.	Min.- Maks.	Min.- Maks.
<b>Toplam</b>	(n=286) 0,78±0,90 0-5	(n=289) 0,79±0,90 0-4	(n=334) 0,92±1,02 0-6	(n=331) 0,91±0,94 0-5	(n=317) 0,87±0,92 0-4	(n=310) 0,85±0,97 0-6	(n=371) 1,02±1,01 0-6	(n=376) 1,03±1,01 0-6
<b>Kadın</b>	(n=120) 0,33±0,57 0-3	(n=118) 0,32±0,59 0-3	(n=146) 0,40±0,65 0-3	(n=159) 0,44±0,65 0-3	(n=148) 0,40±0,61 0-3	(n=142) 0,39±0,64 0-3	(n=164) 0,45±0,66 0-4	(n=167) 0,46±0,68 0-4
<b>Erkek</b>	(n=166) 0,45±0,68 0-3	(n=171) 0,47±0,67 0-4	(n=188) 0,52±0,74 0-3	(n=172) 0,47±0,69 0-3	(n=169) 0,46±0,66 0-3	(n=168) 0,46±0,70 0-3	(n=207) 0,57±0,78 0-5	(n=209) 0,57±0,72 0-3
<b>&lt; 65yaş</b>	(n=87) 0,24±0,51 0-4	(n=97) 0,27±0,51 0-2	(n=90) 0,25±0,54 0-4	(n=81) 0,22±0,45 0-2	(n=76) 0,21±0,48 0-2	(n=90) 0,25±0,50 0-3	(n=105) 0,29±0,52 0-2	(n=93) 0,26±0,53 0-3
<b>≥ 65 yaş</b>	(n=199) 0,54±0,75 0-4	(n=192) 0,53±0,71 0-3	(n=244) 0,67±0,87 0-4	(n=250) 0,69±0,84 0-4	(n=241) 0,66±0,78 0-4	(n=220) 0,60±0,82 0-5	(n=266) 0,73±0,82 0-5	(n=283) 0,78±0,88 0-6



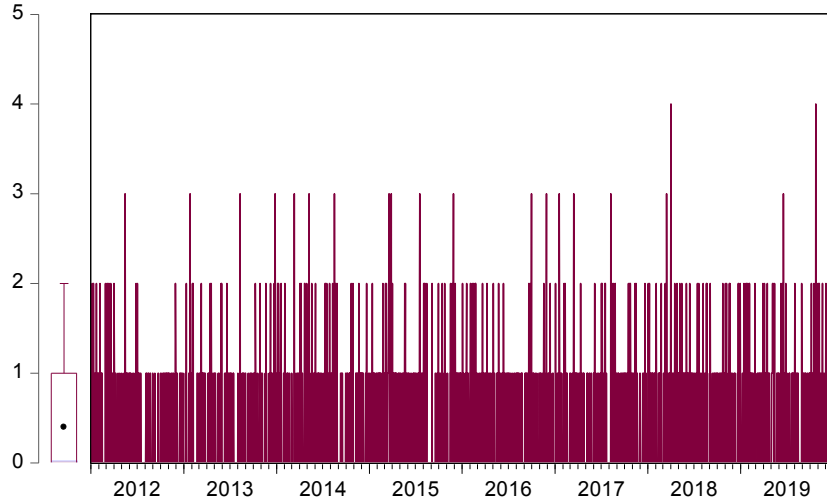
**Grafik 4.1.**Yıllara göre ölüm sayılarının zaman serisi

Grafik 4.1’de 2012-2019 yılları arasında gerçekleşen yıllık ölüm sayılarının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir. Buna göre erkek ve 65 yaş ve üzeri ölümlerin tüm yıllarda kadın ve 65 yaş altı ölüm sayılarından yüksek olduğu belirlenmiştir.

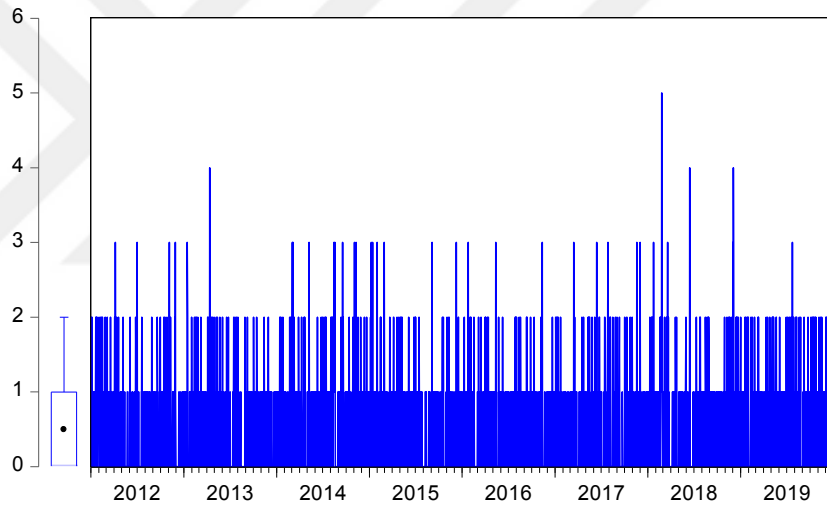


**Grafik 4.2.**Günlük toplam ölüm sayılarının zaman serisi

Grafik 4.2’de 2012-2019 yılları arasında günlük toplam ölüm sayısının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir. Konjonktürel dalgalanma gösteren 2922 günü içeren bu zaman serisinin 1219 gününde (%41,7) hiç ölüm gerçekleşmemiş, 1027 gününde (%35,1) 1 ölüm, 494 günde (%16,9) 2 ölüm, 141 günde (%4,8) 3 ölüm, 41 günde (%1,3) 4-5 ölüm gerçekleşmiştir. Bu zaman serisinin dört gününde 6 ölüm, dört gününde 5 ölüm gözlenmiştir.

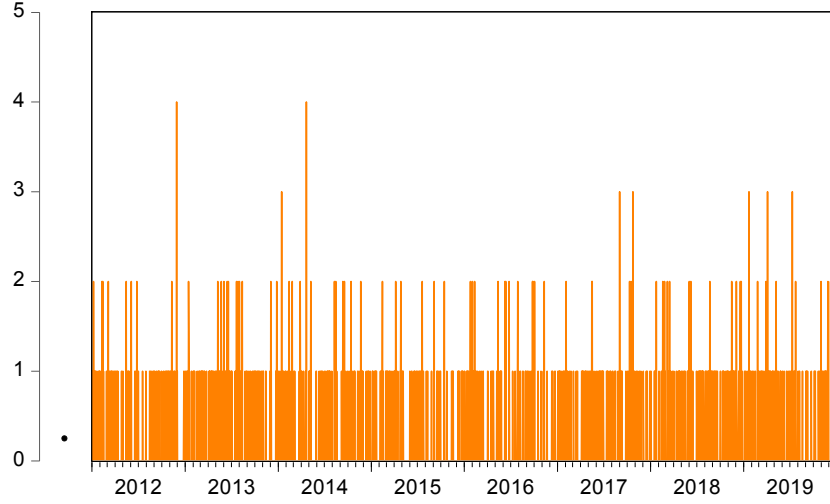


**Grafik 4.3.** Günlük kadın ölümü sayısının zaman serisi

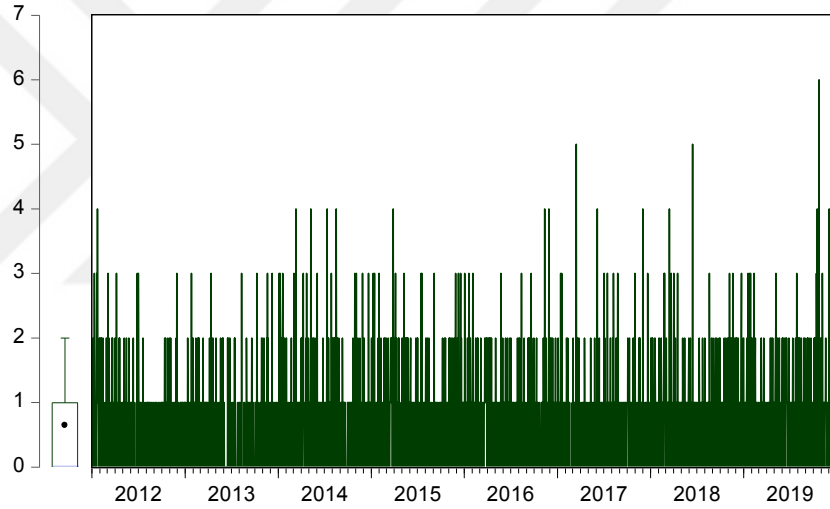


**Grafik 4.4.** Günlük erkek ölümü sayısının zaman serisi

Grafik 4.3 ve Grafik 4.4’de 2012-2019 yılları arasındaki günlük kadın ve erkek ölüm sayısının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir. Konjonktürel dalgalanma gösteren 2922 günü içeren bu zaman serisinin 951 gününde kadın ölümü (%32,5), 1132 gününde erkek ölümü gerçekleşmiş (%38,7); kadınlarda en fazla 4 ölüm (2 gün) ve erkelerde en fazla 5 ölüm (1 gün) gözlenmiştir.



**Grafik 4.5.** Günlük 65 yaş altı ölüm sayısının zaman serisi



**Grafik 4.6.** Günlük 65 yaş ve üzeri ölüm sayısının zaman serisi

Grafik 4.5 ve Grafik 4.6'da 2012-2019 yılları arasındaki günlük 65 yaş altı ve 65 yaş ve üzeri ölüm sayısının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir. Konjonktürel dalgalanma gösteren 2922 günü içeren bu zaman serisinin 628 gününde 65 yaş altı ölüm (%21,5); 1388 gününde 65 yaş ve üzeri ölüm (%47,5) gerçekleşmiştir. 65 yaş altında en fazla 4 ölüm (2 gün) ve 65 yaş ve üzerinde en fazla 6 ölüm (1 gün) gözlenmiştir.

**Tablo 4.5.** Hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerin özet dağılımları, 2012-2019.

<i>Parametreler</i>	<i>Gün</i>	<i>Ort ± SD</i>	<i>Min.</i>	<i>P(25)</i>	<i>Ortan</i>	<i>P(75)</i>	<i>Maks.</i>	<i>IQR</i>
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	2674	54,09 ± 26,30	2,22	38,43	50,00	65,05	279,75	26,04
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	2676	13,96± 18,97	0,90	3,00	5,90	16,99	169,92	14,03
Sıcaklık (°C)	2922	14,61 ± 8,31	-8,70	8,10	14,90	21,90	31,70	13,80
Nem (%)	2922	69,10 ± 14,17	26,90	58,50	69,55	80,50	99,00	21,50
Basınç (hPa)	2922	988,71 ± 6,25	966,70	984,70	988,30	992,60	1009,90	7,60

PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, sıcaklık, nem ve basıncın24 saatlik ortalamaları

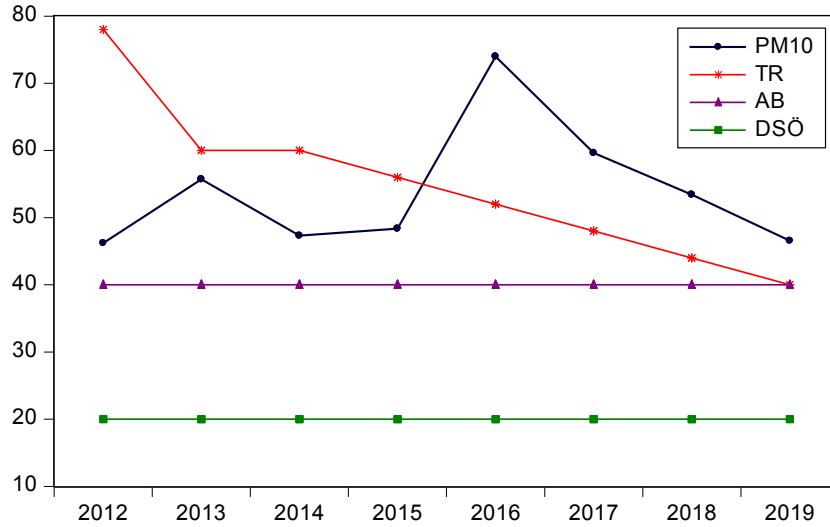
Tablo 4.5’de2012-2019 yılları arasındaki hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerin özet dağılımları sunulmuştur. 2922 günün 2674 gününde (%91,5) PM<sub>10</sub> ölçümü yapılmıştır ve ölçüm yapılan günlerin PM<sub>10</sub> ortalaması 54,09±26,30 µg/m<sup>3</sup>(Min: 2,22, Maks: 279,75)’dir. SO<sub>2</sub> ölçümü2922 günün 2676 günde (%91,6)ölçüm yapılmış ve ölçüm yapılan günlerin SO<sub>2</sub> ortalaması 13,96±18,97µg/m<sup>3</sup>(Min: 0,90, Maks: 169,92)’dir.Meteorolojik parametrelerin tamamında ölçümler tam olarak (%100,0) yapılmıştır. Zaman serisinde sıcaklık, nem ve basınç ölçümü ortalamaları sırasıyla 14,61±8,31, 69,10±14,17 ve 988,71±6,25 bulunmuştur.

**Tablo 4.6.** PM<sub>10</sub>’un yıllık ortalama limit değerleri ve yıllık ortalamaları

<i>Yıllar</i>	<i>Gün sayısı</i>	<i>%75 dolu gün</i>	<i>Yeterli gün*</i>	<i>TR sınırlı değer</i>	<i>AB sınırlı değer</i>	<i>DSÖ sınırlı değer</i>	<i>Ort ± ss</i>	<i>Min.- Maks.</i>
2012	365	274	299	78	40	20	46,21 ± 17,35	1,00- 92,00
2013	365	274	294	60	40	20	55,73± 21,83	1,00- 87,63
2014	365	274	336	60	40	20	47,34 ± 20,40	1,33- 105,83
2015	365	274	354	56	40	20	48,36 ± 40,82	1,44- 147,63
2016	365	274	349	52	40	20	74,00 ± 28,97	1,25- 169,92
2017	365	274	360	48	40	20	59,64 ± 20,43	2,75- 142,08
2018	365	274	344	44	40	20	53,43 ± 20,08	1,90- 91,02
2019	365	274	338	40	40	20	46,57 ± 16,95	0,90- 48,70

PM<sub>10</sub>24 saatlik ortalamaları \*İlgili yıl içinde ölçüm yapılan gün sayısı.

Tablo 4.6’daPM<sub>10</sub>’un yeterli ölçüm yapılan gün sayısına göre yıllık ortalamalarının dağılımları sunulmuştur. Buna göre tüm yıllarda PM<sub>10</sub>konsantrasyonlarının ölçüm yapılan gün sayısının yeterli olduğu (min. 274 gün, %75 doluluk)belirlenmiştir. PM<sub>10</sub>konsantrasyonlarındaen yüksek ortalama 2016 yılında gözlenmiştir(Ort ± ss: 74,00±28,97 µg/m<sup>3</sup>).



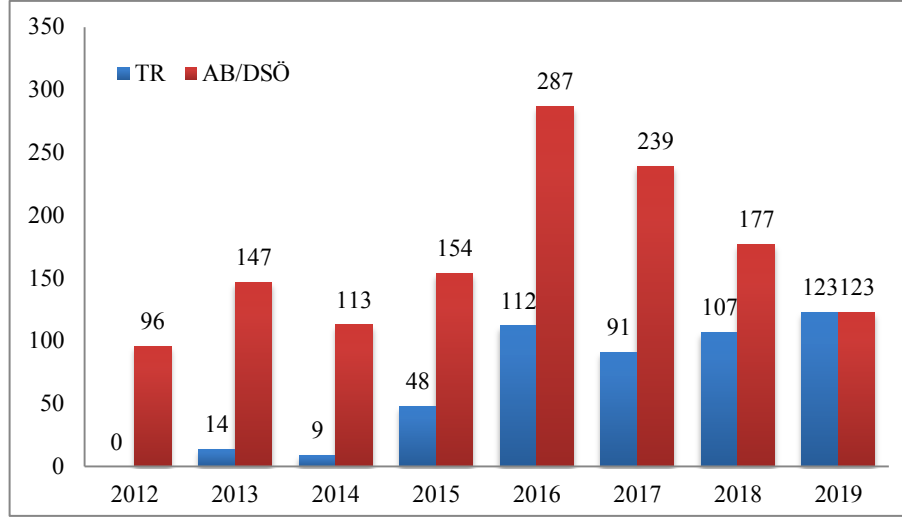
**Grafik 4.7.** Yıllık PM<sub>10</sub> ortalamalarının zaman serisi

HKDYY’de PM<sub>10</sub> konsantrasyonunun insan sağlığının korunması için yıllık ortalamasının aşamalı olarak azaltılmasını ve 2019 yılına kadar 40 µg / m<sup>3</sup> ’e düşürülmesini hedeflemiştir. PM<sub>10</sub> düzeylerinin 2012- 2015 yılları arasında uyum takvimindeki limit değerleri aşmadığı; 2016-2019 yılları arasında limit değerlerin aşıldığı bulunmuştur. PM<sub>10</sub> için AB limit değer 40 µg / m<sup>3</sup>, DSÖ için 20 µg / m<sup>3</sup> olarak bildirilmiştir. Buna göre yapılan değerlendirmede zaman serisindeki yıllık PM<sub>10</sub> konsantrasyonlarının tüm yıllarda limit değeri aştığı saptanmıştır (Tablo 4.6, Grafik 4.7).

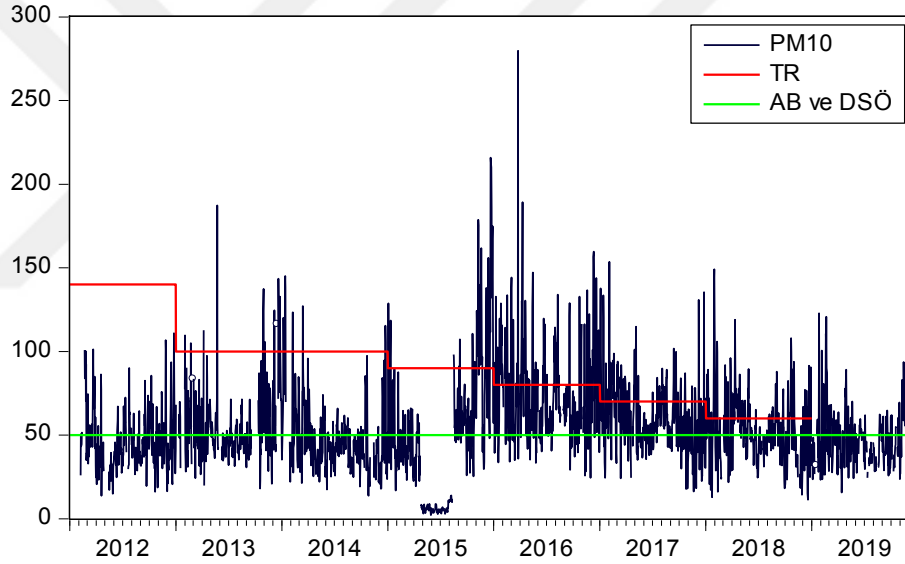
**Tablo 4.7.** PM<sub>10</sub>’un günlük ortalama limit değerlerine aşılma gün sayıları

Yıllar	%75 dolu gün		Yeterli gün*		TR sınır değeri		AB/DSÖ sınır değeri		AB/ DSÖ aşılma gün		TR/ DSÖ/ AB Aşım
	Gün n	n	n	n	n	%	n	%	n	%	
2012	365	274	299	140	0	0,0	50	96	32,1		
2013	365	274	294	100	14	4,8	50	147	50,0	35 kez	
2014	365	274	336	100	9	2,7	50	113	33,6	/ yıl	
2015	365	274	354	90	48	13,6	50	154	43,5		
2016	365	274	349	80	112	32,1	50	287	82,7		
2017	365	274	360	70	91	25,3	50	239	66,4		
2018	365	274	344	60	107	31,1	50	177	51,5		
2019	365	274	338	50	123	36,4	50	123	36,4		
<b>Toplam</b>			2674		504	18,9		1336	50,0		

PM<sub>10</sub> 24 saatlik ortalamaları \*İlgili yıl içinde ölçüm yapılan gün sayısı.



**Grafik 4.8.** Günlük PM<sub>10</sub> ortalamalarının limit değerine göre aşılan gün sayısı



**Grafik 4.9.** Günlük PM<sub>10</sub> ortalamalarının zaman serisi

Tablo 4.7’de PM<sub>10</sub>’un 24 saatlik ölçümleri için TR, AB ve DSÖ’nün sınır değeri ve aşılan gün sayıları gösterilmiştir. 2674 gün PM<sub>10</sub>’un yeterli ölçümü yapılan 2012-2019 yılları arasındaki zaman serisinin HKDYY’ne göre %18,9’unda (504 gün), AB ve DSÖ’ye göre %50,0’inde (1336 gün) limit değerlerin aşıldığı bulunmuştur.

PM<sub>10</sub>’un yıl içinde yeterli ölçümü yapılan günlerine göre HKDYY sınır değerleri için 2012 yılında aşılan gün olmadığı; 2013 yılında 14 gün (%4,8), 2014 yılında 9 gün (%2,7), 2015 yılında 48 gün (%13,6), 2016 yılında 112 gün (%32,1), 2017 yılında 91



gün (%25,3), 2018 yılında 107 gün (%31,1), 2019 yılında 123 gün (%36,4) limit değerlerin aşıldığı gözlenmiştir.

AB ve DSÖ limit değerleri günlük ölçüm ortalamaları için  $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$  olarak rapor edilmiştir.  $\text{PM}_{10}$ 'un günlük ortalama limit değerleri yıllara göre incelendiğinde: 2013 yılında 96 gün (%32,1), 2013 yılında 147 gün (%50,0), 2014 yılında 113 gün (%33,6), 2015 yılında 154 gün (%43,5), 2016 yılında 287 gün (%82,7), 2017 yılında 239 gün (%66,4), 2018 yılında 177 gün (%51,5), 2019 yılında 123 gün (%36,4) aşıldığı saptanmıştır.

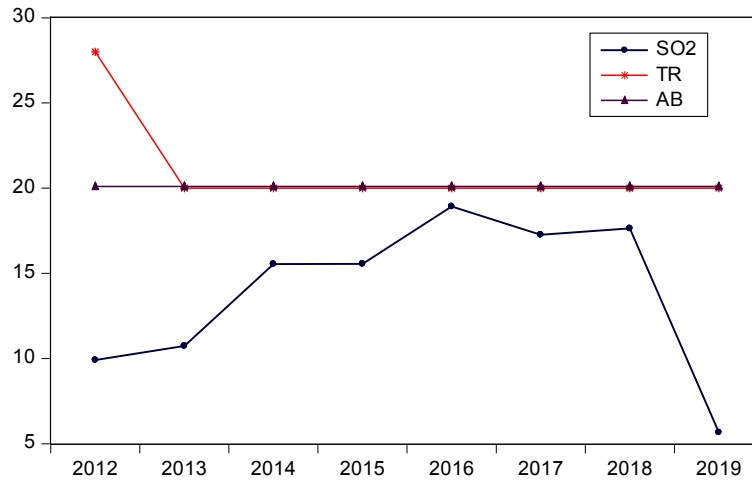
Ek olarak, HKDYY, DSÖ ve AB kriterlerine göre  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonunun insan sağlığının korunması için günlük ortalamasının bir yılda 35 kezden fazla sınır değerleri aşmaması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre HKDYY'ne göre 8 yıllık zaman serisinde 5 yıl (2015-2019 yılları arası), AB ve DSÖ'ye göre 8 yıl boyunca limit değerini aşıldığı bulunmuştur (Grafik 4.8, Grafik 4.9).

**Tablo 4.8.**  $\text{SO}_2$ 'nin yıllık ortalama limit değerleri ve yıllık ortalamaları

Yıllar	Gün sayısı	%75 dolu gün	Yeterli gün**	TR sınır değer	AB sınır değer	DSÖ sınır değer	Ort $\pm$ ss	Min.- Maks.
	n	n	n	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
2012	365	274	299	28	20*	-	9,91 $\pm$ 14,98	13,73- 110,94
2013	365	274	294	20	20*	-	10,74 $\pm$ 11,42	18,02- 187,33
2014	365	274	336	20	20*	-	15,54 $\pm$ 17,70	13,71- 145,17
2015	365	274	354	20	20*	-	15,55 $\pm$ 18,71	2,22- 215,84
2016	365	274	349	20	20*	-	18,92 $\pm$ 28,68	24,46- 279,75
2017	365	274	360	20	20*	-	17,27 $\pm$ 22,01	16,33- 153,60
2018	365	274	344	20	20*	-	17,64 $\pm$ 19,15	11,37- 149,14
2019	365	274	338	20	20*	-	5,66 $\pm$ 5,37	14,97- 122,80

$\text{SO}_2$  24 saatlik ortalamaları \*Yıllık ve kış dönemi (1 Ekim-31 Mart) için. \*\*İlgili yıl içinde ölçüm yapılan gün sayısı.

Tablo 4.8'de  $\text{SO}_2$ 'nin yeterli ölçüm yapılan gün sayısına göre yıllık ortalamalarının dağılımları sunulmuştur. Buna göre tüm yıllarda  $\text{SO}_2$  konsantrasyonlarının ölçüm yapılan gün sayısının yeterli (Min. 274 gün, %75 doluluk) olduğu belirlenmiştir.  $\text{SO}_2$  konsantrasyonlarında en yüksek ortalama 2016 yılında yılında gözlenmiştir (Ort  $\pm$  ss: 18,92 $\pm$ 28,68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



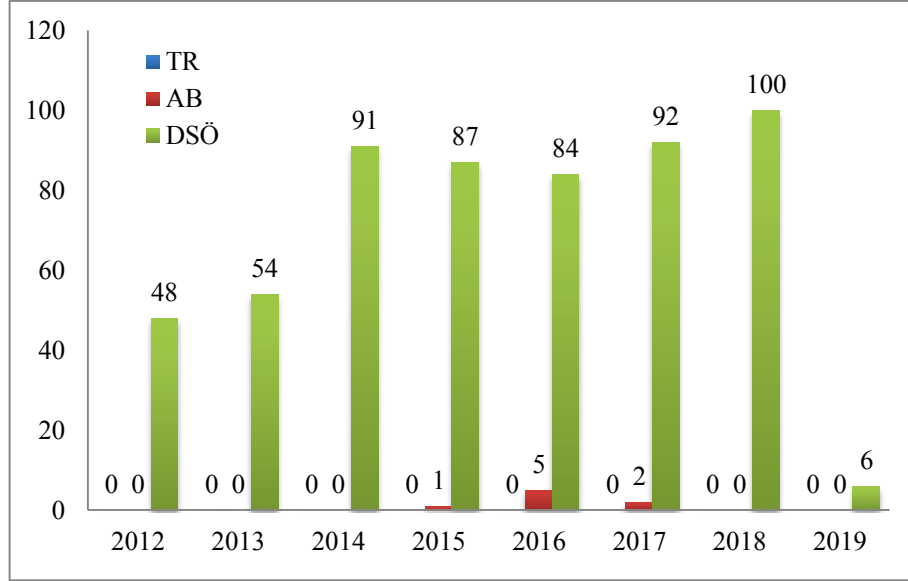
**Grafik 4.10.** Yıllık SO<sub>2</sub> ortalamalarının zaman serisi

HKDYY’nde SO<sub>2</sub> düzeylerinin ekosistemin korunması için yıllık ortalaması 2012 yılında 28 µg / m<sup>3</sup>, 2013-2019 yılları arasında 20 µg / m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. AB yıllık ve kış dönemi (1 Ekim-31 Mart) için SO<sub>2</sub> limit değeri 20 µg / m<sup>3</sup> belirlenmiş, DSÖ 2005 yılı Hava Kalitesi Rehberinde limit değer verilmemiştir. 2012 yılı hariç, AB değerlerine göre aynı standartlara sahip HKDYY’de bildirilen 20 µg / m<sup>3</sup> olarak belirlenen sınır değer 2012-2019 yılları arasında tüm yıllarda sınır değerinin altında bulunmuştur (Tablo 4.8, Grafik 4.10).

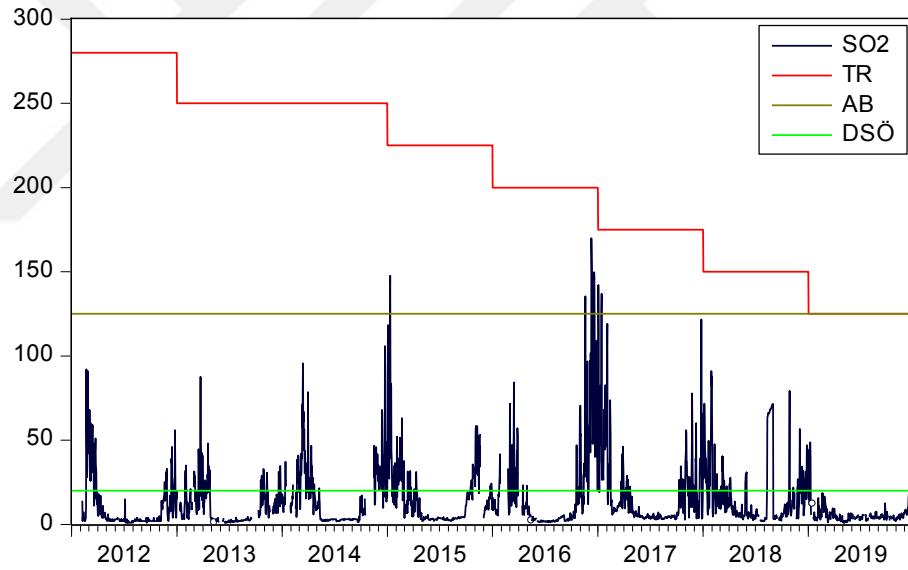
**Tablo 4.9.** SO<sub>2</sub>’nin günlük ortalama limit değerleri ve aşılma gün sayıları

Yıllar	Günlük ölçüm sayısı (n)	%75 doluluğu (n)	Yeterli gün* (n)	TR sınır değeri (µg/m <sup>3</sup> )	TR aşılma durumu		AB sınır değeri (µg/m <sup>3</sup> )	AB aşılma durumu		DSÖ sınır değeri (µg/m <sup>3</sup> )	DSÖ aşılma durumu		TR/DSÖ/AB Aşım
					n	%		n	%		n	%	
2012	365	274	328	280	0	0,0	125	0	0,0	20	48	14,6	3 kez / yıl
2013	365	274	302	250	0	0,0	125	0	0,0	20	54	17,9	
2014	365	274	315	250	0	0,0	125	0	0,0	20	91	28,9	
2015	365	274	350	225	0	0,0	125	1	0,3	20	87	24,9	
2016	365	274	323	200	0	0,0	125	5	1,6	20	84	26,0	
2017	365	274	365	175	0	0,0	125	2	0,6	20	92	25,2	
2018	365	274	350	150	0	0,0	125	0	0,0	20	100	28,6	
2019	365	274	343	125	0	0,0	125	0	0,0	20	6	1,8	
<b>Toplam</b>			2676		0	0,0		8	0,3		562	21,0	

SO<sub>2</sub> 24 saatlik ortalamaları \*İlgili yıl içinde ölçüm yapılan gün sayısı.



**Grafik 4.11.** Günlük SO<sub>2</sub> ortalamalarının sınır değerine göre aşılan gün sayısı



**Grafik 4.12.** Günlük SO<sub>2</sub> ortalamalarının zaman serisi

Tablo 4.9’da SO<sub>2</sub>’nin 24 saatlik ölçümleri için TR, AB ve DSÖ’nün limit değeri ve aşılan gün sayıları gösterilmiştir. 2676 gün SO<sub>2</sub>’nin yeterli ölçümü yapılan 2012-2019 yılları arasındaki zaman serisinin HKDYY’ne göre hiçbir gününde limit değerlerin aşılmadığı, AB’ye göre 8 gününde (%0,3), DSÖ’ye göre zaman serisinin %21,0’inde (562 gün) limit değerlerin aşıldığı bulunmuştur.

SO<sub>2</sub>'nin yıl içinde yeterli ölçümü yapılan günlerine göre AB sınır değerleri için 2015 yılında 1 gün (%0,3); 2016 yılında 5 gün (%1,6); 2017 yılında 2 gün (%0,6) sınır değerlerin aşıldığı saptanmıştır. DSÖ sınır değerlerine göre 2012-2019 yılları arasında sırasıyla 48 gün (%14,6), 54 gün (%17,9), 91 gün (%28,9), 87 gün (%24,9), 84 gün (%26,0), 92 gün (%25,2), 100 gün (%28,6) ve 6 gün (%1,8) sınır değerlerin aşıldığı saptanmıştır.

Ek olarak, HKDYY, DSÖ ve AB kriterlerine göre SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun insan sağlığının korunması için günlük ortalamasının bir yılda 3 kezden fazla sınır değerleri aşmaması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre HKDYY için aşım olmadığı; AB için 2016 yılında 1 yıl, DSÖ için 8 yıl boyunca sınır değerin aşıldığı bulunmuştur (Grafik 4.11, Grafik 4.12).

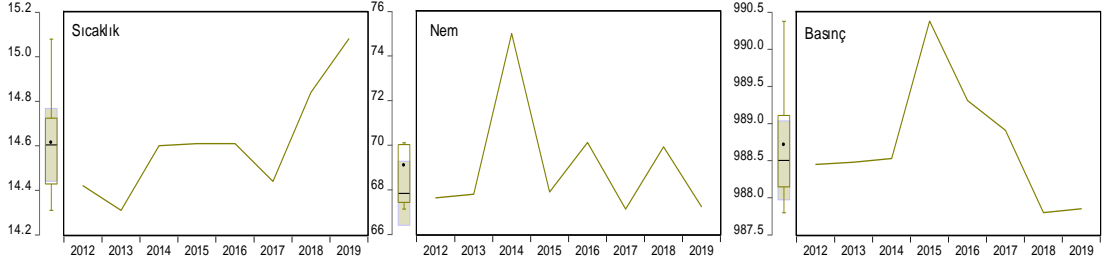
**Tablo 4.10.** Meteorolojik parametrelerin yıllara göre ortalamalarının dağılımı

Yıllar	Ort ± ss	Min.- Maks.
<b>Sıcaklık (°C)</b>		
2012	14,42±9,52	-8,7-30,7
2013	14,31±8,06	-3,5-28,2
2014	14,60±7,34	-4,3-28,8
2015	14,61±8,42	-6,7-30,8
2016	14,61±8,56	-4,6-29,6
2017	14,44±8,70	-8,4-31,7
2018	14,84±8,00	-3,2-27,8
2019	15,08±7,71	-3,9- 27,6
<b>Nem (%)</b>		
2012	67,63±15,76	26,9-99,0
2013	67,80±15,51	36,0-99,0
2014	75,01±11,94	48,4-98,1
2015	67,90±13,70	34,8-97,9
2016	70,12±13,49	34,7-97,5
2017	67,14±15,26	30,5-97,0
2018	69,93±13,25	33,9-95,7
2019	67,25±12,30	33,5- 94,3
<b>Basınç (hPa)</b>		
2012	988,45±6,35	968,9-1005,2
2013	988,48±6,59	966,7-1007,3
2014	988,53±5,65	973,0-1005,1
2015	990,38±6,74	967,4-1008,7
2016	989,31±6,73	967,9-1009,9
2017	988,91±5,63	975,3-1005,4
2018	987,80±6,20	971,9-1004,5
2019	987,85±5,62	968,0-1004,6

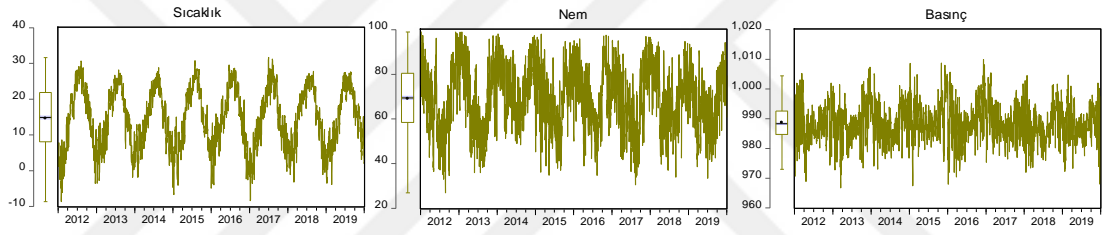
Sıcaklık, nem ve basınç 24 saatlik ortalamaları

Tablo 4.10'da meteorolojik parametrelerin yıllara göre ortalamalarının dağılımı sunulmuştur. Eksik ölçüm yapılan gün olmayan bu verilerde, en yüksek sıcaklık

ortalaması 2019 yılına (Ort  $\pm$  ss:  $15,08 \pm 7,71^\circ\text{C}$ ); nem ortalaması 2014 yılına (Ort  $\pm$  ss:  $67,80 \pm 15,51\%$ ); basınç ortalaması 2015 yılına (Ort  $\pm$  ss:  $990,38 \pm 6,74$  hPa) aittir (Tablo 4.10, Grafik 4.13).



**Grafik 4.13.** Meteorolojik parametrelerin yıllık ortalamalarının zaman serisi



**Grafik 4.14.** Meteorolojik parametrelerin günlük ortalamalarının zaman serisi

Grafik 4.14'de günlük sıcaklık, nem ve basınç düzeylerinin zamana bağlı değişimi gösterilmiştir. Sıcaklık, nem ve basıncın grafiklerinde mevsimsel özellik gözlenmiş, nem ve basınç düzeylerinin yaz aylarında düşük, kış aylarında yüksek düzeyde, sıcaklığın yaz aylarında yüksek, kış aylarında düşük düzeyde seyrettiği izlenmiştir.

**Tablo 4.11.** Ölüm sayıları ile hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerin kolerasyon tahminleri

Parametreler		Toplam	Kadın	Erkek	<65 yaş	≥ 65	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	Sıcaklık	Nem
PM <sub>10</sub>	r	-0,009	-0,013	-0,009	-0,028	0,007	1			
	p	0,645	0,499	0,651	0,152	0,719				
SO <sub>2</sub>	r	0,024	0,003	0,026	0,005	0,028	<b>0,265</b>	1		
	p	0,211	0,875	0,177	0,816	0,142	<b>0,000</b>			
Sıcaklık	r	<b>-0,042</b>	-0,027	-0,031	-0,014	<b>-0,038</b>	<b>-0,069</b>	<b>-0,703</b>	1	
	p	<b>0,023</b>	0,137	0,096	0,457	<b>0,040</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>		
Nem	r	0,033	0,019	0,029	0,018	0,028	<b>-0,070</b>	<b>0,379</b>	<b>-0,611</b>	1
	p	0,075	0,304	0,115	0,326	0,131	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	
Basınç	r	-0,002	0,007	-0,007	-0,019	0,008	<b>0,215</b>	<b>0,318</b>	<b>-0,345</b>	-0,022
	p	0,894	0,715	0,723	0,296	0,666	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,242

r: kolerasyon katsayısı

Tablo 4.11’de ölüm sayıları ile hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerin kolerasyon tahminleri sunulmuştur. Toplam ölüm sayısı ( $r = -0,042$ ,  $p = 0,023$ ) ve 65 yaş ve üzeri ölüm sayısı ( $r = -0,038$ ,  $p = 0,040$ ) ile sıcaklık arasında negatif yönlü istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptamıştır. Kadın, erkek ve 65 yaş altı ölümler ile hava kirliliği ve meteorolojik parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki belirlenememiştir ( $p > 0,05$ ).

Hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerden: PM<sub>10</sub> ile SO<sub>2</sub> ( $r = 0,265$ ,  $p = 0,000$ ), sıcaklık ( $r = -0,069$ ,  $p = 0,000$ ), nem ( $r = -0,070$ ,  $p = 0,000$ ) ve basınç ( $r = -0,215$ ,  $p = 0,000$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. SO<sub>2</sub> ile sıcaklık ( $r = -0,708$ ,  $p = 0,000$ ), nem ( $r = 0,379$ ,  $p = 0,000$ ) ve basınç ( $r = 0,318$ ,  $p = 0,000$ ) arasında; Sıcaklık ile nem ( $r = -0,611$ ,  $p = 0,000$ ) ve basınç ( $r = -0,345$ ,  $p = 0,000$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptamıştır (Tablo 4.11).

Tablo 4.12’de 2012-2019 yılları arasındaki ölümler ile PM<sub>10</sub>’un 10 µg / m<sup>3</sup> artışında maruz kalınan ve gecikmeli günler arasındaki ilişki, düzeltilmemiş ve trend, SO<sub>2</sub>, sıcaklık, nem ve basınca göre düzeltilmiş modellerde Genelleştirilmiş Lineer Model (GLM) Poisson Regresyon analizi ile araştırılmıştır.

**Tablo 4.12.** PM<sub>10</sub>’un her 10 µg/m<sup>3</sup> artışı ile maruz kalınan gün ve gecikmeli günlerde ölümlerin Rölatif Riski (RR)

	Unadjusted RR	95% CI	†Adjusted RR	95% CI
<b>Toplam</b>				
Lag 0	0,982	(0,961-1,003)	0,982	(0,960-1,004)
Lag 1	1,015	(0,991-1,040)	1,015	(0,991-1,039)
Lag 2	1,001	(0,976-1,026)	1,001	(0,976-1,026)
Lag 3	0,991	(0,965-1,016)	0,990	(0,965-1,015)
Lag 4	1,006	(0,981-1,030)	1,005	(0,980-1,029)
Lag 5	1,009	(0,984-1,034)	1,008	(0,983-1,033)
Lag 6	0,982	(0,957-1,007)	0,981	(0,956-1,006)
Lag 7	<b>1,022</b>	<b>(1,002-1,042)*</b>	1,019	(0,999-1,039)
<b>Kadın</b>				
Lag 0	0,979	(0,948-1,011)	0,981	(0,948-1,014)
Lag 1	1,023	(0,987-1,060)	1,024	(0,988-1,060)
Lag 2	0,994	(0,956-1,032)	0,993	(0,955-1,031)
Lag 3	0,990	(0,952-1,029)	0,990	(0,951-1,028)
Lag 4	0,989	(0,952-1,026)	0,988	(0,951-1,025)
Lag 5	1,033	(0,997-1,068)	1,031	(0,995-1,067)
Lag 6	0,987	(0,950-1,024)	0,986	(0,949-1,023)
Lag 7	1,010	(0,979-1,040)	1,007	(0,976-1,038)
<b>Erkek</b>				
Lag 0	0,983	(0,955-1,012)	0,983	(0,953-1,013)
Lag 1	1,009	(0,976-1,042)	1,008	(0,975-1,040)
Lag 2	1,007	(0,974-1,041)	1,007	(0,974-1,040)
Lag 3	0,991	(0,958-1,025)	0,990	(0,957-1,024)
Lag 4	1,019	(0,987-1,052)	1,018	(0,986-1,051)
Lag 5	0,989	(0,955-1,023)	0,988	(0,954-1,023)
Lag 6	0,979	(0,945-1,013)	0,978	(0,944-1,012)
Lag 7	<b>1,031</b>	<b>(1,005-1,058)*</b>	<b>1,028</b>	<b>(1,002-1,055)*</b>
<b>&lt;65 yaş</b>				
Lag 0	0,977	(0,936-1,018)	0,985	(0,942-1,028)
Lag 1	1,004	(0,957-1,052)	1,005	(0,958-1,052)
Lag 2	1,013	(0,966-1,061)	1,012	(0,965-1,060)
Lag 3	0,972	(0,923-1,021)	0,971	(0,923-1,020)
Lag 4	1,022	(0,976-1,069)	1,022	(0,975-1,069)
Lag 5	0,986	(0,938-1,035)	0,985	(0,936-1,033)
Lag 6	1,002	(0,955-1,049)	1,001	(0,954-1,049)
Lag 7	1,015	(0,976-1,054)	1,013	(0,974-1,052)
<b>≥65 yaş</b>				
Lag 0	0,983	(0,959-1,008)	0,981	(0,955-1,007)
Lag 1	1,019	(0,991-1,048)	1,019	(0,990-1,047)
Lag 2	0,997	(0,968-1,026)	0,997	(0,968-1,026)
Lag 3	0,998	(0,968-1,027)	0,997	(0,967-1,026)
Lag 4	1,000	(0,971-1,029)	0,998	(0,969-1,027)
Lag 5	1,018	(0,989-1,046)	1,017	(0,988-1,045)
Lag 6	0,975	(0,946-1,004)	0,974	(0,944-1,003)
Lag 7	<b>1,024</b>	<b>(1,001-1,048)*</b>	1,022	(0,998-1,045)

\*p < 0,05. †Trend, SO<sub>2</sub>, sıcaklık, nem ve basınca göre düzeltilmiş model.

Tablo 4.12’de  $PM_{10}$ ’un  $10 \mu g / m^3$  artışında maruz kalınan günde ve gecikmeli günlerde ölümlerin rölatif risk (RR) artışı sunulmuştur. Toplam ölümler için oluşturulan zaman serisinde;  $PM_{10}$ ’un her  $10 \mu g / m^3$  artışında düzeltilmemiş modelde önceki sekizinci günde (lag 7) toplam ölüm riski 1,022 kat (RR, %95 GA: 1,002-1,042) yüksek saptanmıştır. Erkek ölümleri için oluşturulan zaman serisinde;  $PM_{10}$ ’un her  $10 \mu g / m^3$  artışında düzeltilmemiş modelde önceki sekizinci günde (lag 7) erkeklerde ölüm riski 1,031 kat (RR, %95 GA: 1,005-1,058); düzeltilmiş modelde erkeklerde ölüm riski 1,028 kat (RR, %95 GA: 1,002-1,055) yüksek saptanmıştır. 65 yaş ve üzeri ölümler için oluşturulan zaman serisinde;  $PM_{10}$ ’un her  $10 \mu g / m^3$  artışında düzeltilmemiş modelde önceki sekizinci günde (lag 7) 65 yaş ve üzerinde ölüm riski 1,024 kat (RR, %95 GA: 1,001-1,048) yüksek saptanmıştır (Tablo 4.12).

$PM_{10}$ ’un her  $10 \mu g / m^3$  artışı ile maruz kalınan günde (lag 0) toplam, erkek ve 65 yaş ve üzeri ölümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).  $PM_{10}$ ’un her  $10 \mu g / m^3$  artışı ile maruz kalınan günde ve gecikmeli günlerde (lag 0-7) kadın ölümleri ve 65 yaş altı ölümler arasında anlamlı bir ilişki belirlenememiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.12).



Tablo 4.13’de 2012-2019 yılları arasındaki ölümler ile SO<sub>2</sub>’nin 10 µg / m<sup>3</sup> artışında maruz kalınan ve gecikmeli günler arasındaki ilişki, düzeltilmemiş ve trend, PM<sub>10</sub>, sıcaklık, nem ve basınca göre düzeltilmiş modellerde Genelleştirilmiş Lineer Model (GLM) Poisson Regresyon analizi ile araştırılmıştır.

**Tablo 4.13.** SO<sub>2</sub>’nin her 10 µg / m<sup>3</sup> artışı ile maruz kalınan gün ve gecikmeli günlerde ölümlerin Rölatif Riski (RR)

	Unadjusted RR	95% CI	†Adjusted RR	95% CI
<b>Toplam</b>				
Lag 0	0,986	(0,951-1,021)	0,986	(0,950-1,023)
Lag 1	0,998	(0,956-1,040)	0,999	(0,958-1,041)
Lag 2	1,029	(0,988-1,070)	1,028	(0,987-1,069)
Lag 3	0,991	(0,949-1,033)	0,990	(0,948-1,032)
Lag 4	1,004	(0,962-1,046)	1,003	(0,961-1,045)
Lag 5	1,012	(0,971-1,054)	1,011	(0,969-1,053)
Lag 6	0,983	(0,943-1,024)	0,982	(0,941-1,023)
Lag 7	1,019	(0,986-1,051)	1,017	(0,984-1,050)
<b>Kadın</b>				
Lag 0	0,987	(0,933-1,041)	0,983	(0,926-1,039)
Lag 1	0,965	(0,900-1,031)	0,964	(0,898-1,030)
Lag 2	1,021	(0,959-1,084)	1,020	(0,958-1,084)
Lag 3	1,005	(0,943-1,068)	1,004	(0,941-1,067)
Lag 4	1,001	(0,940-1,063)	0,999	(0,938-1,062)
Lag 5	1,055	(0,994-1,116)	1,053	(0,992-1,115)
Lag 6	0,942	(0,880-1,004)	0,940	(0,877-1,003)
Lag 7	1,038	(0,989-1,086)	1,036	(0,988-1,086)
<b>Erkek</b>				
Lag 0	0,986	(0,940-1,032)	0,990	(0,942-1,038)
Lag 1	1,022	(0,968-1,076)	1,023	(0,969-1,078)
Lag 2	1,035	(0,981-1,090)	1,034	(0,980-1,089)
Lag 3	0,980	(0,924-1,037)	0,978	(0,922-1,035)
Lag 4	1,006	(0,949-1,063)	1,005	(0,948-1,062)
Lag 5	0,977	(0,920-1,034)	0,976	(0,919-1,033)
Lag 6	1,016	(0,963-1,070)	1,015	(0,962-1,069)
Lag 7	1,004	(0,961-1,047)	1,002	(0,959-1,046)
<b>&lt;65 yaş</b>				
Lag 0	0,969	(0,898-1,040)	0,967	(0,893-1,042)
Lag 1	0,954	(0,870-1,038)	0,954	(0,870-1,039)
Lag 2	<b>1,088</b>	<b>(1,009-1,167)*</b>	<b>1,086</b>	<b>(1,007-1,164)*</b>
Lag 3	0,941	(0,858-1,025)	0,940	(0,857-1,023)
Lag 4	1,038	(0,957-1,120)	1,036	(0,955-1,117)
Lag 5	0,975	(0,893-1,058)	0,973	(0,891-1,056)
Lag 6	1,020	(0,943-1,098)	1,018	(0,941-1,096)
Lag 7	1,010	(0,947-1,073)	1,007	(0,943-1,071)
<b>≥65 yaş</b>				
Lag 0	0,991	(0,951-1,032)	0,992	(0,950-1,034)
Lag 1	1,014	(0,966-1,062)	1,014	(0,966-1,063)
Lag 2	1,008	(0,960-1,056)	1,007	(0,959-1,055)
Lag 3	1,009	(0,960-1,058)	1,008	(0,959-1,056)
Lag 4	0,992	(0,944-1,041)	0,991	(0,942-1,040)
Lag 5	1,026	(0,977-1,074)	1,025	(0,976-1,073)
Lag 6	0,970	(0,923-1,018)	0,969	(0,921-1,017)
Lag 7	1,022	(0,984-1,059)	1,021	(0,983-1,059)

\*p < 0,05. †Trend, PM<sub>10</sub>, sıcaklık, nem ve basınca göre düzeltilmiş model.

Tablo 4.13’de SO<sub>2</sub>’nin 10 µg / m<sup>3</sup> artışında maruz kalınan ve gecikmeli günlerde ölümlerin rölatif risk (RR) artışı sunulmuştur. 65 yaş altı ölümler için oluşturulan zaman serisinde; SO<sub>2</sub>’nin 10 µg / m<sup>3</sup> artışında düzeltilmemiş modelde önceki üçüncü günde (lag 2) 65 yaş altı ölüm riski 1,088 kat (RR, %95 GA: 1,009-1,167); düzeltilmiş modelde erkeklerde ölüm riski 1,086 kat (RR, %95 GA: 1,007-1,164) yüksek saptanmıştır.

SO<sub>2</sub>’nin her 10 µg / m<sup>3</sup> artışı ile maruz kalınan günde (lag 0) 65 yaş altı ölümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (p>0,05). SO<sub>2</sub>’nin her 10 µg / m<sup>3</sup> artışları ile maruz kalınan günde ve gecikmeli günlerde (lag 0-7) toplam ölümler, kadın, erkek ve 65 yaş ve üzeri ölümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (p>0,05) (Tablo 4.13).

## 5. TARTIŞMA

Küresel düzeyde PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> kirliliği halen yüksek morbiditeye neden olmakta, acil servis başvuruları, hastane yatışları, iş gücü kaybı gibi nedenlerle hastalık yükü ve sağlık harcamalarında ekonomik yük oluşturmaktadır. Yaşam kalitesinde azalma, yaşam yılı kayıpları ve kirleticiler nedeniyle erken yaşta gerçekleşen ölümler küresel mortalite nedenleri arasında büyük payı oluşturmaktadır. Halk sağlığı açısından önemini sürdüren bu sorunlar nedeniyle Kırklareli'nde yürütülen bu araştırmada 2012-2019 yılları arasındaki PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> kirliliğinin ölümler ile ilişkisi araştırılmıştır.

Araştırmada 2012-2019 yılları arasında erkek ölümleri kadın ölümlerinden; 65 yaş ve üzeri ölümler 65 yaş altı ölümlerden fazladır. Doğumda beklenen yaşam süresinin kadınlarda genetik, hormonal vb. nedenlerle erkeklere oranla daha uzun olduğu bilinmektedir (WHS, 2019). Hong Kong'da 2001-2011 yılları arasında yürütülen bir çalışmada ölümlerin %80,4'ünün 65 yaş ve üzerinde ve %55,6'sı erkek olduğu, kadınlar ve ekonomik olarak inaktif olanların duyarlı grupları oluşturduğu belirlenmiştir (Qui vd., 2015). İran Ahvaz'da 2008-2015 yılları arasında hava kirliliğinin solunum nedenli ölümlere etkisinin incelendiği araştırmada cinsiyete göre dağılımında erkek ölümleri (%60,6) kadınlardan (%39,4) ve 60 yaş ve üzeri ölümler (%64,7) 60 yaş altındakilerden (%35,3) yüksek belirlenmiştir (Dastoorpoor vd., 2018). Bayraktar'ın (2010) yaptığı çalışmada 2007-2010 yılları arasında ölüm vakalarının erkek hastalarda (%51) kadın hastalardan (%49) fazla olduğu ve çalışmada 64 yaş ve üzerindeki kadınların (%41) aynı yaş grubundaki erkeklere (%36) oranla ölümlülüğün daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır (Bayraktar, 2010). TÜİK verilerine göre Türkiye'de 2020 yılında yaşlı nüfus %9,5 oranında iken, aynı yılda Kırklareli'nde yaşlı nüfus %14,6 oranında rapor edilmiştir (TÜİK, 2020). 2012-2019 yılları arasında Türkiye'de kaba ölüm hızı binde 4,9- 5,3 arasında iken Kırklareli'nde bu hız binde 7,5- 8,5 arasındadır. Aynı yıllar arasında Türkiye'de ölümlerin %54,8'ini erkek nüfus, %45,2'sini kadınlar oluştururken, Kırklareli'nde de cinsiyete göre ölümlerin oranı benzer düzeyde bildirilmiştir (TÜİK, 2019). Sonucumuzun literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

PM<sub>10</sub>'un yıllık ortalamalarının HKDYY'ne göre 2016- 2019 yılları arasında, AB ve DSÖ'ye göre ise tüm yıllarda sınır değerleri aştığı bulunmuştur. PM<sub>10</sub>'un günlük ortalamalarının HKDYY'ne göre 8 yıllık zaman serisinin %18,9'unda, AB ve DSÖ'ye göre zaman serisinin %50,0'sinde sınır değerlerin aşıldığı bulunmuştur. PM<sub>10</sub>'un günlük ortalamalarının DSÖ, AB ve HKDYY'de insan sağlığının korunması için günlük ortalamasının bir yılda 35 kezden fazla aşılmaması gereken sınır değerleri HKDYY'ne göre 5 kez (2015-2019 yılları arası), AB ve DSÖ'ye göre 8 yıl boyunca aşıldığı bulunmuştur. Küresel olarak dünyada her on kişiden dokuzunun yüksek düzeyde kirli hava soluduğu, düşük ve orta gelirli ülkelerde bu oranın daha yüksek düzeyde seyrettiği bildirilmiştir (WHO, 2018). İran Sabzevar'da Nisan-Kasım 2017 arasında yürütülen bir araştırmada çalışma süresi boyunca PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10</sub>'un ortalama konsantrasyonlarının DSÖ'nün sınır değerlerinden yüksek olduğu gösterilmiştir (Miri vd., 2018). Çin Şangay'da 2014-2016 yılları arasında yürütülen bir araştırmada ise 3,42 ile 248,25 µg / m<sup>3</sup> arasında değişen günlük PM<sub>2,5</sub> toplam kütle konsantrasyonları ortalaması 59,76 µg / m<sup>3</sup> bulunmuş ve bu değerlerin DSÖ Hava Kalitesi Kılavuzlarından çok daha yüksek ortalamaya sahip olduğu rapor edilmiştir (Wang vd., 2020). Türkiye 2020 yılı Kara Rapor'da 2019 yılında yeterli PM<sub>10</sub> ölçümü yapılan 122 istasyonda yıllık PM<sub>10</sub> ortalamasının DSÖ'nün sınır değerlerinin üzerinde olduğu bulunmuştur. HKDYY'ne göre ise 2019 yılında PM<sub>10</sub>'un yeterli ölçüm yapılan 51 ilin %70'inde (36 il) yıllık PM<sub>10</sub> ortalaması sınır değerleri aşmıştır. 2016 yılında toplam 211 istasyonun 44'ünde, 2017 yılında 211 istasyonun 26'sında, 2018 yılında 211 istasyonun 48'inde ve 2019 yılında 257 istasyonun 105'inde yetersiz ölçüm yapılmıştır (THHP, 2020). Kütahya'da Mart 2014-Nisan 2015 arasında günlük PM<sub>10</sub> değerleri kırsal istasyon ölçümlerinde 58, kentsel istasyon ölçümlerinde 99 kez aşılmıştır (Can, 2016). Samsun'da 2018 yılında yürütülen bir çalışmada Atakum, Canik, Yüzüncüyıl ve Tekkeköy'de yapılan PM<sub>10</sub> günlük ortalama değerlerinin yıl içinde %15,4- %64,4 oranları arasında DSÖ, AB ve HKDYY limit değerleri üzerinde saptanmıştır (Yenerçağ, 2020). Sonuçlarımız elde edilen bu bulgular ile uyumlu olup hava kirliliğinin uluslararası ve ulusal düzeyde halen önemli bir halk sağlığı sorunu olduğu gözlenmektedir.

Araştırmada PM<sub>10</sub>'un her 10 µg / m<sup>3</sup> artışı önceki sekizinci günde toplam ölümleri %2,2, erkek ölümlerinde %3,1 ve 65 yaş ve üzerinde ölümlerde %2,4 artış ile

ilişkilendirilmiştir.  $PM_{10}$ 'un her  $10 \mu g / m^3$  artışı ile kadın ölümleri ve 65 yaş altı ölümler arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir. Literatürde 196 makalenin incelendiği sistematik derleme ve meta-analizde kardiyovasküler, solunum ve serebrovasküler mortalite ile pozitif olarak ilişkili bulunan  $PM_{10}$  ve  $PM_{2,5}$  düzeylerinin,  $PM_{10}$  için riski %0,41 ve  $PM_{2,5}$  için riski %0,65 artırdığı saptanmıştır (Orellano vd., 2020). Çin, Amerika, Japonya, İspanya, Tayland, Fransa, İtalya, Birleşik Krallık, Kanada, İsviçre gibi 24 ülke ve 652 şehirde 1986- 2015 yılları arasındaki  $PM_{10}$  konsantrasyonunun  $10 \mu g / m^3$  artışında maruz kalınan gün ve önceki gün ortalamasını temsil eden 2 günlük hareketli ortalamasının günlük tüm nedenlere bağlı mortalitede %0,44 artışa neden olduğu; bu artışın kardiyovasküler mortalite için %0,36 ve solunum mortalitesi için %0,47 olduğu saptanmıştır.  $PM_{2,5}$  konsantrasyonundaki aynı değişiklik için günlük ölümlere karşılık gelen artışlar sırasıyla %0,68, %0,55 ve %0,74 saptanmıştır.  $SO_2$ 'ye göre düzeltilmiş  $PM_{10}$ 'un  $10 \mu g / m^3$  artışları tüm nedenlere bağlı mortaliteyi %0,36 artırdığı gözlenmiştir (Liu vd., 2019). Portekiz'de 2010-2017 dönemi için  $PM_{10}$  seviyelerinde  $10 \mu g / m^3$  'lük bir artış için, solunum, sindirim ve dolaşım sistemi hastalıkları ve birleşik habis neoplazmalar için ölüm oranında %0,30'luk bir artış tahmin edilmiştir (Brito vd., 2021). İngiltere'de 2008-2011 yılları arasında yürütülen bir araştırmada Londra hariç,  $PM_{10}$  fraksiyon kümesinde (yüksek çinko içerikli) kardiyovasküler mortalite riski 1,07 kat ve solunum mortalitesi riski 1,06 kat yüksek belirlenmiştir.  $PM_{2,5}$  fraksiyonu için (yüksek demir içerikli) kardiyovasküler mortalite riski 1,55 kat ve solunum mortalitesi riski 1,51 kat yüksek bulunmuştur (Lavigne vd., 2020). İtalya'da 2006-2012 yılları arasında  $PM_{10}$ 'un her  $1 \mu g / m^3$  artışı ile kaza dışı ölümler, kardiyovasküler ve solunum nedenli ölümlerde sırasıyla %0,75, %0,93, ve %1,42 artış bulunmuştur (Renzi vd., 2019). İran'da Nisan-Kasım 2017 arasında  $PM_{10}$  düzeyindeki  $10 \mu g / m^3$  artışla toplam ölümlerde %0,6, kardiyovasküler ölümlerde %0,9, solunum nedenli ölümlerde %1,3 artış belirlenmiştir (Miri vd., 2018). Tayland'da yürütülen bir çalışmada  $PM_{10}$ 'un her  $10 \mu g / m^3$  artışında önceki üçüncü günden sekizinci güne kadar (lag 3-lag 7) kaza dışı ölüm riskinin %0,9- %1,8 oranında arttığı;  $PM_{2,5}$  için önceki 7. ve 8. günde (lag 6, lag 7) bu artışın %1,6 oranında olduğu bulunmuştur (Pothirat vd., 2019a). Japonya'da 17 yıl boyunca (1993-2010) yürütülen Ibaraki İl Sağlık Çalışmasında 40-79 yaşlarında izlenen bir kohortta asılı PM konsantrasyonundaki  $10 \mu g / m^3$  artışta tüm kardiyovasküler

ölümler için erkeklerde ölüm riski 1,147 kat ve kadınlarda ölüm riski 1,097 kat yüksek saptanmıştır (Takeuchi vd., 2021). Güney Kore'de 2000- 2009 yılları arasında yürütülen çalışmada  $PM_{10}$ 'un  $10 \mu g / m^3$  artışında 65 yaş altı mortalite %4,13 ve 65 yaş üstü mortalite %1,88 artışla ilişkilendirilmiştir (Kim vd., 2015). Kore Seul'de 2002 ile 2012 yılları arasında yürütülen bir araştırmada ise  $PM_{2,5}$ 'in  $10 \mu g / m^3$  artışında 60 yaş ve üzeri ölümlerin %3,9 ve vasküler nedenli ölümlerin %5,3 arttığı bulunmuştur. Bu yaş grubunda gecikmeli günler için oluşturulmuş düzeltilmemiş modellerde  $PM_{2,5}$  düzeyindeki  $10 \mu g / m^3$  artışla maruz kalınan günde %6,2 ve önceki birinci günden altıncı güne kadar (lag 1-lag 5) %6,0-%5,2 artışla ilişkilendirilmiştir (Jung vd., 2019). Çin'de  $PM_{10}$  ve  $NO_2$ 'nin eşlik ettiği 4 günlük zaman serisinde ilk üç günde (lag 0- lag 2) maruziyetinde kardiyovasküler, serebrovasküler, kaza dışı ölümlerde riskin yüksek olduğu bulunmuştur (Gu vd., 2017). Çin'in Xi'anda 2014-2016 yılları arasında  $PM_{2,5}$ 'in her  $10 \mu g / m^3$  artışında solunum nedenli ölüm riski 1,313 kat yüksek belirlenmiş; erkeklerde solunum nedenli ölüm riski 1,325 kat; kadınlarda 1,318 kat ve 65 yaşından küçük olanlarda 1,341 kat arttığı saptanmıştır. Tek kirletici modelde ve her  $10 \mu g / m^3$  artışta önceki üçüncü günde (lag 2); meteorolojik parametrelere göre düzeltilmiş modelde maruz kalınan (lag 0) ve önceki üçüncü günde (lag 2) solunum nedenli ölümlerde önemli düzeyde artış saptanırken; gecikmeli modelde erkeklerde solunum nedenli ölüm riski önceki ikinci günde (lag 2) yüksek bulunmuş ancak  $PM_{2,5}$  konsantrasyonları ile 65 yaş ve üzerinde ve kadın ölümleri arasında bir ilişki saptanamamıştır (Mokoena vd., 2019). Çin'de yürütülen bir başka çalışmada  $PM_{2,5}$  kirliliğine bağlı tüm nedenlere bağlı mortalite, kardiyovasküler mortalite ve solunum mortalitesinin kentsel alanlara göre kırsal alanlarda riskin 1,01- 1,04 kat yüksek olduğu bulunmuştur (Zhao vd., 2021). İstanbul'da 2007-2012 yılları arasında yürütülen bir çalışmada  $PM_{10}$ 'un her  $10 \mu g / m^3$  artışı toplam mortalitede %2,39 artış ile ilişkilendirilmiş, gecikmeli günler için oluşturulan modelde önceki dördüncü ve beşinci günde (lag 3, lag 4) riski arttırdığı gösterilmiştir (Çapraz vd., 2015). Kırklareli'nde 2010-2014 yılları arasında beş yıllık zaman serisi ile yürütülen bir çalışmada  $PM_{10}$ 'daki  $1 \mu g / m^3$  artışlar ile toplam ölüm sayıları arasında anlamlı bir farklılık saptanamamıştır (Mercan, 2016). Literatür ile uyumlu olan sonuçlarımızda ortaya çıkan farklılıklar, ilişkisi araştırılan PM boyutlarından ve PM içeriklerinden, çalışmalarda araştırılan nedene özel ölüm farklılıklarından, araştırmaların yürütüldüğü bölgelerdeki coğrafi ve iklim

özelliklerinden ve araştırılan yaş gruplarındaki ve cinsiyet farklılıklarından kaynaklanmış olabilir.

Araştırmada SO<sub>2</sub>'nin her 10 µg / m<sup>3</sup> artışı önceki üçüncü günde 65 yaş altı ölümleri %8,8 artırdığı saptanmıştır. SO<sub>2</sub>'nin 10 µg / m<sup>3</sup> artışları ile toplam ölümler, kadın, erkek ve 65 yaş ve üzeri ölümler arasında bir ilişki bulunamamıştır. Literatürde 1999 ve 2019 yılları arasında yedi farklı ülkede yapılan 14 çalışmadan elde edilen verilere göre uzun süreli SO<sub>2</sub> maruziyeti ile ölüm arasındaki ilişkide tüm nedenlere bağlı ölüm için riskin 0,95 ile 1,14 arasında, akciğer kanseri için 0,99 ile 3,05 arasında, solunum hastalıkları için 0,87 ile 1,3 arasında, kardiyovasküler hastalıklar için 0,96 ile 1,14 arasında ve kardiyopulmoner hastalıklar için 0,97 ile 1,05 arasında değiştiği saptanmış, çalışmalarda kadın popülasyonun uzun süreli SO<sub>2</sub> maruziyetine duyarlı olduğu bulunmuştur (Kobayashi vd., 2020). Çin'de 2000-2011 yılları arasında yaş ortalaması 91,3 (78–124) olan yaşlılar ile yürütülen bir araştırmada SO<sub>2</sub> maruziyetindeki her 10 µg / m<sup>3</sup> artışın, il ve bireysel düzeydeki sosyal ve ekonomik özellikler kontrol edilerek ölüm olasılığını yaklaşık %0,8 artırdığı gösterilmiştir (Zhang vd., 2019). Çin Şangay'da 2003-2008 yılları arasında yürütülen bir çalışmada ise SO<sub>2</sub>'nin 10 µg / m<sup>3</sup> artışlarında önceki 4 gün boyunca (lag 0- lag 3) inme nedenli ölümlerde artış gözlenmiştir (Qian vd., 2013). Çin Xian'da 2014-2016 yılları arasında yürütülen bir diğer çalışmada da SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında 10 µg / m<sup>3</sup> artışın solunum nedenli ölüm riskini 1,402 kat; erkeklerde solunum nedenli ölümü riskini 1,555 kat arttırdığı bulunmuştur. Tek gecikmeli ve meteorolojik parametrelere göre düzeltilmiş modellerde SO<sub>2</sub>'nin 10 µg / m<sup>3</sup> artışlarının önceki beşinci günde (lag 4) ve önceki iki günlük kümülatif gecikmede (lag 02) önemli düzeyde artışa yol açtığı saptanmıştır. SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında 10 µg / m<sup>3</sup> artışları ile kadın ölümleri ve yaş grupları arasında önemli bir ilişki belirlenememiştir (Mokoena vd., 2019). Tayland'da SO<sub>2</sub>'ye maruziyeti ile kardiyovasküler ve solunum nedenli ölümler arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Pothirat vd., 2019). İstanbul'da 2007-2012 yılları arasında yürütülen bir çalışmada SO<sub>2</sub>'nin her 10 µg / m<sup>3</sup> artışı toplam mortalitede %11,37 kardiyovasküler mortalitede %16,39, solunum mortalitesinde %21,16 artış ile ilişkilendirilmiştir. Gecikmeli günler için oluşturulan modelde SO<sub>2</sub>'nin her 10 µg / m<sup>3</sup> artışı önceki dördüncü günden altıncı güne kadar (lag 3- lag 5) kardiyovasküler ölümleri, önceki beşinci günden yedinci güne kadar (lag

4- lag 6) maruziyetin sonunum ölümlerini arttırdığı gösterilmiş; toplam ölümler ile gecikmeli günler arasında bir ilişki bulunamamıştır (Çapraz vd., 2015). Kırklareli'nde 2010-2014 yılları arasında beş yıllık zaman serisi ile yürütülen bir çalışmada SO<sub>2</sub>'nin en yüksek seviyede olduğu mevsim kış aylarında görülürken, SO<sub>2</sub>'deki 1 µg / m<sup>3</sup> artışları ile toplam ölüm sayısı arasında anlamlı bir farklılık saptanamamıştır. Aynı çalışmada aylık ortalamalar ile yapılan değerlendirmede SO<sub>2</sub> maruziyetinin acil başvurularında %14 paya sahip olduğu bildirilmiştir (Mercan, 2016). Sonuçlarımızın literatür ile uyumlu bulunduğu, ancak incelenen çalışmalardaki farklılıkların bölge, coğrafya, iklim gibi özelliklerden, sanayi iş kollarının yoğunluğundan, sağlık hizmet sunumu farklılıklarından ve sosyoekonomik belirleyicilerden etkilendiği düşünülmüştür. Sonucumuzu etkileyebilecek diğer faktör ise ölçüm yapılan Merkez ilçedeki kirliliğe maruz kalmamış kişilerin tam olarak belirlenememesinden kaynaklanmış olabilir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### Sonuçlar

Bu araştırmada 01.01.2012-31.12.2019 tarihleri arasında Kırklareli Merkez İlçe Belediye Mezarlığında defnedilmiş 2614 doğal ölümün PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> maruziyetiile ilişkisi incelenmiştir.

- 2012-2019 yılları arasında erkek ölümleri kadın ölümlerinden ve 65 yaş ve üzeri ölümler 65 yaş altı ölümlerden fazladır.
- PM<sub>10</sub> için oluşturulan 2922 günlük zaman serisinin 2674 gününde yeterli ölçüm yapılmış (%75 doluluk), bu yıllar arasında PM<sub>10</sub>'un yıllık ortalamaları 46,21 µg / m<sup>3</sup> ile 74,00 µg / m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. SO<sub>2</sub> için oluşturulan 2922 günlük zaman serisinin 2676 gününde yeterli ölçüm yapılmış (%75 doluluk) bu yıllar arasında SO<sub>2</sub>'nin yıllık ortalamaları 5,66 µg / m<sup>3</sup> ile 18,92 µg / m<sup>3</sup> arasında değişmiştir.
- PM<sub>10</sub>'un yıllık ortalamaları HKDYY'ne göre 2016- 2019 yılları arasında; AB'ye göre (40 µg / m<sup>3</sup>) ve DSÖ'ye göre (20 µg / m<sup>3</sup>) tüm yıllarda limit değerlerin üzerindedir. SO<sub>2</sub>'nin yıllık ortalamaları ekosistemin korunması için belirlenen HKDYY ve AB'nin limit değerlerine göre tüm yıllarda limit değerlerin altındadır.
- PM<sub>10</sub>'ungünlük ortalamaları HKDYY'ne göre 8 yıllık zaman serisinin %18,9'unda, AB ve DSÖ'ye göre zaman serisinin %50,0'sinde limit değerlerin üzerindedir. SO<sub>2</sub>'nin günlük ortalamaları HKDYY'ne göre 8 yıllık zaman serisinde limit değerlerin aşılmadığı, AB'ye göre zaman serisinin %0,3'ünde ve DSÖ'ye göre %21,0'ında limit değerlerin üzerindedir.
- PM<sub>10</sub>'un günlük ortalamaları HKDYY'ne göre 2013-2019 yılları arasında her bir yıl için %2,7 ile %36,4 oranlarında; AB ve DSÖ'yegöre %32,1 ile %82,7 oranlarında limit değerlerin üzerindedir. SO<sub>2</sub>'nin günlük ortalamaları HKDYY'ne göre tüm yıllarda limit değerlerin altında iken DSÖ'ye göre 2012-2019 yılları arasında her bir yıl için %1,8 ile %28,9 oranlarında; AB'ye göre

2015-2017 yılları arasında her bir yıl için %0,3 ile %1,6 oranlarında limit değerlerin üzerindedir.

- PM<sub>10</sub>'un insan sağlığının korunması için günlük ortalamasının bir yılda 35 kezden fazla aşılmaması gereken limit değerleri HKDYY'ne göre 5 yıl (2015-2019 yılları arası), AB ve DSÖ'ye göre 8 yıl boyunca aşılmıştır. SO<sub>2</sub>'nin insan sağlığının korunması için günlük ortalamasının bir yılda 3 kezden fazla aşılmaması gereken limit değerleri HKDYY'ne göre aşılmadığı, AB'ye göre 1 yıl ve DSÖ'ye göre 8 yıl boyunca aşıldığı bulunmuştur.
- Düzeltilmemiş modellerde PM<sub>10</sub>'un her 10 µg / m<sup>3</sup> artışı önceki sekizinci günde toplam ölümlerde %2,2, erkeklerde %3,1, 65 yaş ve üzerinde %2,4 artış ile artış ile ilişkilendirilmiştir. Trend, SO<sub>2</sub>, sıcaklık, nem ve basınca göre düzeltilmiş modellerde PM<sub>10</sub>'un her 10 µg / m<sup>3</sup> artışı önceki sekizinci günde erkek ölümlerinde %2,8 artış ile ilişkilendirilmiştir. PM<sub>10</sub>'un 10 µg / m<sup>3</sup> artışı ile kadın ölümleri ve 65 yaş altı ölümler arasında anlamlı bir ilişki saptanamamıştır.
- Düzeltilmemiş modellerde SO<sub>2</sub>'nin her 10 µg / m<sup>3</sup> artışı önceki üçüncü günde 65 yaş altı ölümlerde %8,8 artış; trend, PM<sub>10</sub>, sıcaklık, nem ve basınca göre düzeltilmiş modellerde %8,6 artış ile ilişkilendirilmiştir. SO<sub>2</sub>'nin 10 µg / m<sup>3</sup> artışı ile toplam ölümler, kadın, erkek ve 65 yaş ve üzeri ölümler arasında anlamlı bir ilişki saptanamamıştır.

## Öneriler

- Kirliliğin yoğun olduğu günlerde dezavantajlı grupların dışarıya çıkmaması için farkındalığı arttırılmalı,
- Sağlık kuruluşlarına başvurularda hava kirliliğinden kaynaklanan akut ataklar dikkate alınmalı,
- Kaliteli yakıt kullanımı teşvik edilmeli,
- Evsel ısınmada doğal gaz kullanımı teşvik edilmeli, kömür kullanımında kaliteli yakıt kullanımı sağlanmalı,

- Motorlu taşıtların emisyon ölçümleri sıklaştırılmalı, denetimlerinin sıklığı ve niteliği artırılmalı,
- Sanayi faaliyetlerinde denetimlerinin sıklığı ve niteliği artırılmalı,
- Toplum sağlığını korumaya yönelik eğitim ve farkındalık faaliyetleri yürütülmeli,
- Hava kirliliğini önlemeye yönelik yerel ve bölgesel düzeyde sektörlerarası işbirliği yapılmalı,
- Kent sağlığının korunması için yeşil alanlar artırılmalı,
- Kırklareli'nde PM<sub>2,5</sub>'in ölçülen parametreler arasında yer alması için yerel yöneticilerin gerekli girişimleri başlatması için çaba harcanmalı,
- PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> kirliliğine yönelik acil eylem planları oluşturulmalı, yerel yönetimlerin ve toplumun hazırlıklı olunması sağlanmalı.
- Ölüm nedenleri longitudinal çalışmalar yürütülerek ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Air Quality Guideline (AQG) (2006). *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. Global update 2005: Summary of risk assessment. WHO Press, Switzerland.
- American Heart Association (AHA) (2015). *How Smoking and Nicotine Damage Your Body*. <https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-lifestyle/quit-smoking-tobacco/how-smoking-and-nicotine-damage-your-body> sayfasından erişilmiştir.
- APHEKOM (2011). *Summary Report of the APHEKOM Project 2008-2011*. Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe, France. <https://www.respire-asso.org/wp-content/uploads/2011/03/201103-APHEKOM-SUMMARY-REPORT.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Bayraktar, E. (2010). *Balıkesir'de partikül madde kirliliğinin kardiyorespiratuar mortalite üzerine etkilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> sayfasından erişilmiştir. (Tez Numarası 282911).
- Bayram, H., Dörtbudak, Z., Fişekçi, F. E., Kargın, M., & Bülbül, B. (2006). Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri, Dünyada, Ülkemizde ve Bölgemizde Hava Kirliliği Sorunu Paneli Ardından. *Tıp Dergisi*, 33, 105-112.
- Brito, J., Bernardo, A., Zagalo, C., & Gonçaves, L.L. (2021). Quantitative analysis of air pollution and mortality in Portugal: Current trends and links following proposed biological pathways. *Science of the Total Environment*, 755, 142473.
- Can, E., (2016). *Kütahya ili genelinde partikül madde kirlenme kaynaklarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> sayfasından erişilmiştir. (Tez Numarası 438147).

- Çapraz, O., Deniz, A., & Doğan, N. (2017). Effects of air pollution on respiratory hospital admissions in İstanbul, Turkey, 2013 to 2015. *Chemosphere*. 181, 544-550.
- Çapraz, Ö., Efe, B., & Deniz, A. (2015). Study on the association between air pollution and mortality in İstanbul, 2007-2012. *Atmospheric Pollution Research*, 7, 147-154.
- Čulić, V., Silić, N., & Hodžić, M. (2013). Triggering of Supraventricular Tachycardia by Physical Activity and Meteorologic Factors. Letters to the Editor, *International Journal of Cardiology*, 168(4), 4295-4300.
- Dadvand, P., Ostro, B., Amato, F., Figuers, F., Minguillón., Martinez, D. vd. (2014). Particulate Air Pollution and Preeclampsia: A Source-Based Analysis. *Occupational Environmental Medicine*, 71, 570–577.
- Dastoorpoor, M., Khanjani, N., Bahrapour, A., Goudarzi, G., Aghababaeian, H., & Idani, E. (2018). Short-time effects of air pollution on respiratory mortality in Ahvaz, Iran. *Medical Journal of The Islamic Republic of Iran (MJIRI)*. 32, 30.
- Dibben, C., & Clemens, T. (2015). Place of Work and Residential Exposure to Ambient Air Pollution and Birth Outcomes in Scotland, Using Geographically Fine Pollution Climate Mapping Estimates. *Environmental Research*, 140, 535–541.
- Estarlich, M., Ballester, F., Davdand P., Llop, S., Esplugues, A., Somano, F.S. vd. (2016). Exposure to Ambient Air Pollution During Pregnancy and Preterm Birth: A Spanish Multicenter Birth Cohort Study. *Environmental Research*, 147, 50–58.
- European Commission (EC) (2020). *Air Quality Standards*. <https://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm> sayfasından erişilmiştir.
- European Environment Agency (EEA) (2017). *Air Pollution Sources*. European Environment Agency. Last update: 23.11.2020.

<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources> sayfasından erişilmiştir.

European Environment Agency (EEA) (2020). *Air quality in Europe — 2020 report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Fischer, P.H., Marra, M., Ameling, C.B., Velders, G.J.M., Hoogerbrugge, R., de Vries, W. vd. (2020). Particulate air pollution from different sources and mortality in 7.5 million adults - The Dutch Environmental Longitudinal Study (DUELS). *Science of the Total Environment*, 705, 135778.

Gu, Y., Lin, H., Liu, T., Xiao, J., Zeng, W., Li, Z. vd. (2017). The interaction between ambient PM10 and NO2 on mortality in Guangzhou, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14, 1381.

Guerreiro, C.B.B., Foltescu, V., & Leeuw, F. (2014). Air quality status and trends in Europe. *Atmospheric Environment*, 98; 376-384.

Guo, Y., Zeng, H., Zheng R., Li, S., Barnett, A.G., Zhang, S. vd. (2016). The Association Between Lung Cancer Incidence and Ambient Air Pollution in China: A Spatiotemporal Analysis. *Environmental Research*, 144, 60–65.

Güler, Ç., & Akın, L. (2015). *Halk Sağlığı Temel Bilgiler*. Cilt1, 3. Baskı, Ankara. Hacettepe Üniversitesi Yayınları.

Health and Environment Alliance HEAL (2015). *Ödenmeyen Sağlık Faturası. Türkiye’de Kömürlü Termik Santraller Bizi Nasıl Hasta Ediyor?*. Ankara: Sağlık ve Çevre Birliği HEAL (Health and Environment Alliance). Erişim 18.09.2019, [https://env-health.org/IMG/pdf/03072015\\_heal\\_odenmeyensaglikfaturası\\_tr\\_2015\\_final.pdf](https://env-health.org/IMG/pdf/03072015_heal_odenmeyensaglikfaturası_tr_2015_final.pdf) sayfasından erişilmiştir.

Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü (HSGM) (2019). *Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri*. Ankara: Sağlık Bakanlığı. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/cevresagligi-ced/ced-birimi/hava-kirlili%C4%9Fi-ve-sa%C4%9Fl%C4%B1k-etkileri.html> sayfasından erişilmiştir.

Hanigan, I.C., Broome, R.A., Chaston, T.B., Cope, M., Dennekamp, M., Heyworth, J.S.vd. (2020). Avoidable Mortality Attributable to Anthropogenic Fine Particulate Matter (PM(2.5)) in Australia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 254.

International Agency for Research on Cancer (IARC) (2013). *Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths*. The International Agency for Research on Cancer, Update: 17 October 2013. [https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221\\_E.pdf](https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221_E.pdf) sayfasından erişilmiştir.

International Agency for Research on Cancer (IARC) (2013a). *Air Pollution and Cancer*. Editors: Straif, K., Cohen, A., Samet, J. IARC Scientific Publication No. 161. WHO Press, World Health Organization, International Agency for Research on Cancer.

Iñiguez, C., Ballester, F., Estarlich, M., Esplugues, A., Murcia, M., Llop, S. vd. (2012). Prenatal Exposure to Traffic Related Air Pollution and Fetal Growth in a Cohort of Pregnant Women. *Occupational Environmental Medicine*, 69(10), 736–744.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) (2020). *Türkiye, Avrupa Birliği, Dünya sağlık Örgütü Standartları ve Hava Kalitesi İndeksi*. <https://havakalitesi.ibb.gov.tr/Icerik/mevzuat/turkiye-standartlari> sayfasından erişilmiştir.

Jackson, M., Marks, L., May, G.H.W., & Wilson, J.B. (2018). The Genetic Basis of Disease. *Essays in Biochemistry*, 62, 643-723.

Jung, E.J., Na, W., Lee, K.E., & Jang, J.Y. (2019). Elderly Mortality and Exposure to Fine Particulate Matter and Ozone. *Journal of Korean Medical Science*, 34(48), e311.

Kırklareli Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (KÇŞİM) (2019). *Kırklareli İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu*. Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü Çed, İzin Ve Denetim Şube Müdürlüğü.

Kırklareli Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü (KÇŞİM) (2020). *Kırklareli İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu*. Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü Çed, İzin Ve Denetim Şube Müdürlüğü.

Kırklareli İl Özel İdaresi (KIÖİ) (2020). *Coğrafi Konumu*. <http://www.kirklareliilozelidaresi.gov.tr/cografik-konumu> sayfasından erişilmiştir.

Kim, S.E., Lim, Y.H., & Kim, H. (2015). Temperature modifies the association between particulate air pollution and mortality: A multi-city study in South Korea. *Science of the Total Environment*, 524-525, 376-83.

Kobayashi, Y., Santos, J.M., Mill, J.G., Júnior, N.C.R., Andreão, W.L., Albuquerque, T.T.A. vd. (2020). Mortality risks due to long-term ambient sulphur dioxide exposure: large variability of relative risk in the literature. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(29), 35908-35917.

Lavigne, A., Freni-Sterrantino, A., Fehcht, D., Liverani, S., Blangiardo, M., de Hoogh, K. vd. (2020). A spatial joint analysis of metal constituents of ambient particulate matter and mortality in England. *Environmental Epidemiology*, 4(4), e098.

Liu, C., Chen, R., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A.M., Guo, Y., Tong, S. vd. (2019). Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities. *The New England Journal of Medicine*, 381(8), 705-715.

Luo, L., Dai, Y., Zhang, F., Chen, M., Chen, F. & Qing, F. (2020). Time series analysis of ambient air pollution effects on dynamic stroke mortality. *Int J Health Plann Manage*. 35(1), 79-103.

Mercan, Y. (2016). *Kırklareli'nde 2010-2014 yılları arasında kardiyovasküler ve solunum sistemi hastalıkları nedeni ile acil polikliniklere başvuruların ve ölümlerin hava kirliliği ve meteorolojik parametreler ile ilişkisi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> sayfasından erişilmiştir. (Tez Numarası 448886).



- Mercan, Y., Babaoglu, U.T., & Erturk, A. (2020). Short-term effect of particulate matter and sulfur dioxide exposure on asthma and/or chronic obstructive pulmonary disease hospital admissions in Center of Anatolia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(10), 646.
- Mills, N.L., Donaldson, K., Hadoke, P.W., Boon, N.A., Macnee, W., Cassee, F.R. vd. (2009). Adverse Cardiovascular Effects of Air Pollution. *Cardiovascular Medicine*, 6(1), 36-44.
- Miri, M., Alahabadi, A., Ehrampush, M.H., Rad, A., Lotfi, M.H., Sheikhha, M.H.vd.(2018). Mortality and morbidity due to exposure to ambient particulate matter. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 165, 307-313.
- Mokoena, K.K., Ethan, C.J., Yu, Y., Shale, K., &Liu, F. (2019). Ambient air pollution and respiratory mortality in Xi'an, China: a time-series analysis. *Respiratory Research*, 20(1), 139.
- Mukherjee, A., & Agrawal, M. (2018). A Global Perspective of Fine Particulate Matter Pollution and Its Health Effects. *Review Environmental Contamination Toxicolog*, 244, 5-51.
- Nawrot, T.S., Perez, L., Kunzli, N., Munters, E., Nemery, B. (2011). Public Health Importance of Triggers of Myocardial Infarction: A Comparative Risk Assessment. *Lancet*, 26, 377, 732–740.
- Orellano, P., Reynoso, J., Quaranta, N., Bardach, A., & Ciapponi, A. (2020). Short-term exposure to particulate matter (PM(10) and PM(2.5)), nitrogen dioxide (NO(2)), and ozone (O(3)) and all-cause and cause-specific mortality: Systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 142, 105876.
- Olsson, D., Mogren, I., & Forsberg, B. (2013). Air Pollution Exposure in Early Pregnancy and Adverse Pregnancy Outcomes: A Register-Based Cohort Study. *British Medical Journal Open*, 3, e001955, 1-8.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2019). *OECD Çevresel Performans İncelemeleri Türkiye 2019*. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma

Örgütü. <http://www.oecd.org/environment/country-reviews/Highlights-Turkiye-2019-TURKISH-WEB.pdf> sayfasından erişilmiştir.

- Parent, M.E., Goldberg, M.S., Crouse, D.L., Ross, N.A., Chen, H., Valois, M.F. vd. (2013). Traffic-Related Air Pollution and Prostate Cancer Risk: A Case–Control Study in Montreal, Canada. *Occupational Environmental Medicine*, 70, 511-518.
- Pereira, G., Haggard, F., & Shand, A.W. (2013). Association between Pre-eclampsia and Locally Derived Traffic-Related Air Pollution: A Retrospective Cohort Study. *Journal of Epidemiology Community Health*, 67, 147–152.
- Perez, L., Declercq, C., Iñiguez, C., Aguilera, I., Badaloni, C., Ballester, F. vd. (2013). Chronic burden of near-roadway traffic pollution in 10 European cities (APHEKOM network). *European Respiratory Journal*, 42(3), 594-605.
- Pothirat, C., Chaiwong, W., Liwsrisakun, C., Bumroongkit, C., Deesomchok, A., Theerakittikul, T. vd. (2019). Acute effects of air pollutants on daily mortality and hospitalizations due to cardiovascular and respiratory diseases. *Journal of Thoracic Disease*, 11(7), 3070-3083.
- Pothirat, C., Chaiwong, W., Liwsrisakun, C., Bumroongkit, C., Deesomchok, A., Theerakittikul, T. vd. (2019a). The short-term associations of particulate matters on non-accidental mortality and causes of death in Chiang Mai, Thailand: a time series analysis study between 2016-2018. *International Journal of Environmental Health Research*. 1-10. doi: 10.1080/09603123.2019.1673883.
- Prüss-Üstün, A., Wolf, J., Corvalán, C., Bos, R., & Neira, M. (2016). *Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*. World Health Organization.
- Qian, Y., Zhu, M., Cai, B., Yang, Q., Kan, H., Song, G., vd. (2013). Epidemiological evidence on association between ambient air pollution and stroke mortality. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 67, 635-640.

- Qui, H., Tian, L., Ho, K.F., Pun, V.C., Wang, X., & Yu, I.T.S. (2015). Air pollution and mortality: Effect modification by personal characteristics and specific cause of death in a case-only study. *Environmental Pollution*, 199, 192-197.
- Raaschou-Nielsen, O., Beelen, R., Wang, W., Hoek, G., Andersen, Z.J., Hoffmann, B. vd. (2016). Particulate Matter Air Pollution Components and Risk for Lung Cancer. *Environment International*, 87, 6673.
- Renzi, M., Forastiere, F., Schwartz, J., Davoli, M., Michelozzi, P., & Stafoggia, M. (2019). Long-term PM10 exposure and cause-specific mortality in the Latium Region (Italy): a difference-in-differences approach. *Environmental Health Perspectives*, 127(6), 67004.
- Resmî Gazete (RG) (2008). Hava Kalitesi Değerlendirme Ve Yönetimi Yönetmeliği. Resmî Gazete Tarihi 06.06.2008, Resmî Gazete Sayısı: 26898. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/06/20080606-6.htm> sayfasından erişilmiştir.
- Sağlık Bakanlığı (SB) (2010). *Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım*. Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü 811 No 'lu Yayın. Ankara: Anıl Matbaacılık.
- Sanders, N.J., Barreca, A.I., & Neidell, M.J. (2020). Estimating Causal Effects of Particulate Matter Regulation on Mortality. *Epidemiology*, 31(2), 160-167.
- Saruhan, C.Ş., & Özdemirci, A. (2016). *Bilim, Felsefe ve Metodoloji*. Beta Yayınları, İstanbul.
- Saygın, H. (2019). *Karaman'da 2012-2018 yılları arasında hava kirliliği parametrelerinin kardiyovasküler ve solunum nedenli acil servis başvuruları ve hastane yatışları ile ilişkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> sayfasından erişilmiştir. (Tez Numarası 566745).

- Shang, Y., Sun, Z., Cao, J., Wang, X., Zhong, L., Bi, X. vd. (2013). Systematic Review of Chinese Studies of Short-Term Exposure to Air Pollution and Daily Mortality. *Environment International*, 54,100–111.
- Soleimani, Z., Darvishi Bolorani, A., Khalifeh, R., Griffin, D.W., & Mesdaghinia, A. (2019). Short-term effects of ambient air pollution and cardiovascular events in Shiraz, Iran, 2009 to 2015. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(7), 6359-6367.
- Song, J., Lu, M., Lu, J., Chao, L., An, Z., Liu, Y. vd. (2019). Acute Effect of Ambient Air Pollution on Hospitalization in Patients With Hypertension: A time-seriesstudy in Shijiazhuang, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 170, 286-292.
- Takeuchi, A., Nishiwaki, Y., Okamura, T., Milojevic, A., Ueda, K., Asakura, K. vd. (2021). Long-Term Exposure to Particulate Matter and Mortality from Cardiovascular Diseases in Japan: The Ibaraki Prefectural Health Study (IPHS). *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 28(3), 230-240.
- Temiz Hava Hakkı Platformu (THHP) (2016). *Türkiye’de Hava Kirliliği: Kara Rapor*. Temiz Hava Hakkı Platformu.
- Temiz Hava Hakkı Platformu (THHP) (2020). *Kara Rapor 2020: Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri*. Temiz Hava Hakkı Platformu.
- Tosun, E. (2017). *Türkiye'nin 2009-2016 yılları arasındaki hava kalitesi verilerinin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> sayfasından erişilmiştir. (Tez Numarası: 493917).
- Tunçbilek, E. (2005). Obesite genetik bir hastalık mıdır?. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48, 101-108.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2019). *Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri, 2019 ve İstatistiksel Tablolar*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-ve-Olum-Nedeni-Istatistikleri-2019-33710> sayfasından erişilmiştir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2019a). *Kırklareli Nüfusu*. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> sayfasından erişilmiştir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2020). *İstatistiklerle Yaşlılar, 2020*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=İstatistiklerle-Yaşlılar-2020-37227> sayfasından erişilmiştir.

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) (2019). *Hava Kirliliği 2018 Raporu*. TMMOB Birliği Çevre Mühendisleri Odası, Ankara. [http://www.cmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=99281&tipi=67&sube=0](http://www.cmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=99281&tipi=67&sube=0) sayfasından erişilmiştir.

Türk Toraks Derneği (TTD) (2015). *Sessiz katil, hava kirliliği*. Türk Toraks Derneği. Güncelleme: 14 Nisan 2015. <https://toraks.org.tr/site/news/2352> sayfasından erişilmiştir.

U.S. EPA (1989). *Environmental Acronyms, Abbreviations and Glossary of Terms*. The United States Environmental Protection Agency, New York.

U.S. EPA (2016). *Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>) Pollution*. The United States: Environmental Protection Agency. Last updated: 08.09.2016. <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2#What%20is%20NO2> sayfasından erişilmiştir.

U.S. EPA (2019). *Managing Air Quality - Air Pollutant Types*. Last updated: July 3, 2019. The United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/air-quality-management-process/managing-air-quality-air-pollutant-types> sayfasından erişilmiştir.

U.S. EPA (2019a). *Sulfur Dioxide (SO<sub>2</sub>) Pollution*. The United States: Environmental Protection Agency. Last Updated: 02.04.2019. <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#what%20is%20so2> sayfasından erişilmiştir.

- U.S. EPA (2020). *Particulate Matter (PM) Pollution*. The United States: Environmental Protection Agency. Last updated: 01.10.2020. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM> sayfasından erişilmiştir.
- U.S. EPA (2020a). *Sources of Greenhouse Gas Emissions*. The United States: Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions> sayfasından erişilmiştir.
- U.S. EPA (2020b). *Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)*. The United States: Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm> sayfasından erişilmiştir.
- U.S. EPA (2021). *Ground-level Ozone Pollution*. The United States: Environmental Protection Agency. Last Updated: 01.04.2021. <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics#effects> sayfasından erişilmiştir.
- U.S. EPA (2021a). *Lead Air Pollution*. The United States: Environmental Protection Agency. Last Updated: 14.01.2021. <https://www.epa.gov/lead-air-pollution/basic-information-about-lead-air-pollution#how> sayfasından erişilmiştir.
- Wang, C., Hao, L., Liu, C., Chen, R., Wang, W., Chen, Y. vd. (2020). Associations between fine particulate matter constituents and daily cardiovascular mortality in Shanghai, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 191, 110154.
- World Health Organization (WHO) (1992). *United Nations Environment Programme. Urban Air Pollution in Megacities of the World*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39902> sayfasından erişilmiştir.
- World Health Organization (WHO) (2013). *Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution—REVIHAAP Project: Technical Report*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

[http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1) sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2016). *WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs)*. Meeting report, Bonn, Germany, 29 September-1 October 2015. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

World Health Organization (WHO) (2018). *9 out of 10 People Worldwide Breathe Polluted Air, But More Countries Are Taking Action*. <https://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action> sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2018a). *Air Pollution*. [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1) sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2018b). *Burden of disease from ambient air pollution for 2016*. [https://www.who.int/airpollution/data/AAP\\_BoD\\_results\\_May2018\\_final.pdf](https://www.who.int/airpollution/data/AAP_BoD_results_May2018_final.pdf) sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2019). *Drinking-water, Key facts*. Update: 14 June 2019. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2019a). *Sanitation, Key facts*. Update: 14 June 2019. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation> sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2020). *The Top 10 Causes of Death*. Update: 9 December 2020. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2020a). *Road traffic injuries, Key facts*. Update: 7 February 2020. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2021). *Noncommunicable diseases, Key facts*. Update: 13 April 2021. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases> sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2021a). *Air quality and health*. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants> sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2021b). *Primary health care, Key facts*. Update: 1 April 2021. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/primary-health-care> sayfasından erişilmiştir.

World Health Organization (WHO) (2021c). *Vaccines and immunization*. [https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab_1) sayfasından erişilmiştir.

World Health Statistic (WHS) (2019). *Life Expectancy and Causes of Death*. Monitoring Health for the SDGs. [https://www.who.int/gho/publications/world\\_health\\_statistics/2019/EN\\_WHS\\_2019\\_Main.pdf](https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2019/EN_WHS_2019_Main.pdf) sayfasından erişilmiştir.

Xu, X., Hu, H., & Ha, S. (2014). Ambient Air Pollution and Hypertensive Disorder of Pregnancy. *Journal of Epidemiology Community Health*, 68,13-20.

Yenerçay, T.N.F. (2020). *Samsun ilinde hava kirliliğinin sağlık kurumlarına başvuru ve ölümler üzerine etkisinin değerlendirilmesi*. Tıpta Uzmanlık Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> sayfasından erişilmiştir. (Tez Numarası 625694)

Yalta, K., Geyik, B., Sivri, N., & Yetkin, E. (2013). Meteorologic Factors May Trigger Arrhythmogenesis Through Induction of Systemic Inflammation and Coagulation Response: Potential Antiarrhythmic Benefits of Mitigating This



Response in Arrhythmia-Prone Subjects under Poor Meteorologic Conditions?  
*International Journal of Cardiology*, 168(5), 4937-4938.

Zhang, J., McLaughlin, S.J., & Li, L.W. (2019). Cumulative exposure to air pollution and subsequent mortality among older adults in China. *J Public Health (Oxf)*. 41(3), 518-526.

Zhao, Q., Liang, Z., & Tao, S. (2011). Effects of Air Pollution on Neonatal Prematurity in Guangzhou of China: A Time-Series Study. *Environmental Health*, 10(2), 1-10.

Zhao, S., Liu, S., Hou, X., Sun, Y., & Beazley, R. (2021). Air pollution and cause-specific mortality: A comparative study of urban and rural areas in China. *Chemosphere*, 262, 127884.

Zhou, M., Wang, H., Zeng, X., Yin, P., Zhu, J., Chen, W. vd. (2019). Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*, 394(10204), 1145-1158.

## EKLER

## EK 1:

## ETİK KURUL ONAYI



T.C.  
KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : 54001588-199-E.11511  
Konu : Etik Kurul Karar (Haziran)

03/07/2019

## SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 18/06/2019 tarihli ve 69456409-199-E.10605 sayılı yazınız.

İlgi yazınız gereği; aşağıda sorumlu araştırmacı ve ismi yer alan çalışma; Etik Kurulumuzda değerlendirilmiş olup etik açıdan uygun görüldüğüne dair karar formu ekte sunulmuştur.

Gereğini bilgilerinize arz/rica ederim.

e-İmzalıdır

Doç. Dr. Serpil AKÖZCAN  
Kurul Başkanı

SORUMLU ARAŞTIRMACI	YARDIMCI ARAŞTIRMACILAR	ÇALIŞMA KONUSU
Dr. Öğr. Üyesi Yeliz MERCAN	Öğrenci/ Hamza DEMİRBİLEK	Kırklareli Merkezinde Partikül Maddelerin (PM10) Ölümler Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Ek: Etik Kurul Karar Formu (2 Sayfa)

Adres: Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurul Başkanlığı  
Telefon: 0288 214 54 13 Faks: 0288 214 70 86  
e-posta: Elektronik Ağ: <http://www.klu.edu.tr/>

Zeynep USLU  
Dahili: Zeynep USLU

5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile üretilmiştir.  
Evrak teyidi <https://ebysorgu.klu.edu.tr> adresinden 1A00-TIHL-89RM kodu ile yapılabilir.

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ETİK KURULU KARAR FORMU  
( 2019-SBEK-07 )

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	KIRKLARELİ MERKEZİNDE PARTİKÜL MADDELERİN (PM10) ÖLÜMLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	P0153R00

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Kırklareli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Kırklareli Üniversitesi Kayalı Kampüsü Merkezi Derslik-2
	TELEFON	0288 214 76 34
	FAKS	0288 214 70 86
	E-POSTA	sabe@klu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	SORUMLU ARAŞTIRMACI	UNVANI/ADI/SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Yeliz MERCAN		
		UZMANLIK ALANI	Halk Sağlığı		
		BULUNDUĞU MERKEZ	Kırklareli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü		
	YARDIMCI ARAŞTIRMACI	UNVANI/ADI/SOYADI	Hamza DEMİRBİLEK		
		UZMANLIK ALANI	Halk Sağlığı		
		BULUNDUĞU MERKEZ	Kırklareli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü		
	BAŞVURULAN ETİK KURUN ADI		Kırklareli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu		
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ		YOK		
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ		FAZ 1	<input type="checkbox"/>	
			FAZ 2	<input type="checkbox"/>	
			FAZ 3	<input type="checkbox"/>	
			FAZ 4	<input type="checkbox"/>	
			Gözlemsel ilaç çalışması	<input type="checkbox"/>	
Tıbbi cihaz klinik araştırması			<input type="checkbox"/>		
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları			<input type="checkbox"/>		
İlaç dışı klinik araştırma			<input checked="" type="checkbox"/>		
		Diğer ise belirtiniz			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER		TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ETİK KURULU KARAR FORMU  
( 2019-SBEK-07 )

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	KIRKLARELİ MERKEZİNDE PARTİKÜL MADDELERİN (PM10) ÖLÜMLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	P0153R00

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	10.06.2019	1
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>		
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>		
	İLAN	<input type="checkbox"/>		
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>		
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>		
	DİĞER:	<input checked="" type="checkbox"/>		Akademik Kurul/Kurum Kararı Başvuru Dilekçesi Başvuru Formu Araştırma Protokolü Kullanılacak Araç Gereçler Literatür Örnekleri Taahhütname Helsinki Bildirgesi Taahhütnamesi, İyî Klinik Uygulamalar Kılavuzu Taahhütnamesi, İzin Belgeleri, Özgeçmişler CD
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2	Tarih: 21.06.2019	Karar: Uygun Görüldü	
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplanıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.			

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurul Yönergesi.
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Doç. Dr. Serpil AKÖZCAN

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Doç. Dr. Serpil AKÖZCAN (Başkan)	Nükleer Fizik	Kırkareli Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ayşe Yasemin KARAGEYİM KARŞIDAĞ	Kadın Hastalıkları ve Doğum Uzmanı	Kırkareli Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Aylin AYDIN SAYILAN	Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği	Kırkareli Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi İlknur METİN AKTEN	Hemşirelik	Kırkareli Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Engin ASAV	Biyokimya	Kırkareli Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

\*:Toplantıda Bulunma

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı	HAMZA	Soyadı	DEMİRBİLEK
Doğ.Yeri		Doğ.Tar.	
Uyruğu		Email	

### Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora		
Yük.Lis.		
Lisans		

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.			
2.			
3.			

Yabancı Dilleri	Okuduğu nu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	ÜDS/YDS/YÖ KDİL Puanı	(Diğer) Puanı

\*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı			
(Diğer)Puanı			

### Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi

### Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri