

**T.C**  
**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**HALK SAĞLIĞI**  
**ANABİLİM DALI**

Tez Yöneticisi  
Prof. Dr. Muzaffer ESKİOCAK

**2015-2017 YILLARI ARASINDA TRAKYA'DA**  
**PARTİKÜLER MADDE KİRLİLİĞİ VE MORTALİTE**  
**İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Uzmanlık Tezi)

**Dr. Aziz ALTUNOK**

EDİRNE-2019



## **TEŐEKKÜR**

Eğitimim ve tez s¼recim boyunca benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen; hayatımda bilgi, deneyim, iş ahlakı ve çalışkanlığını her zaman örnek aldığım ve alacağım başta danışmanım Prof. Dr. Muzaffer Eskiocak olmak üzere, Anabilim Dalımız başkanı Prof. Dr. Faruk Yorulmaz ile Anabilim Dalımızın değerli öğretim üyeleri Prof. Dr. Galip Ekuklu ve Prof. Dr. Burcu Tokuç'a teőekk¼rü borç bilir ve saygılarımı sunarım.

Bu süreçte yanımda olan biricik eşime, hayatım boyunca desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme; 4 yılda bana çok şey katan, iyi ve kötü günler geçirdiğimiz eski ve yeni çalışma arkadaşlarıma da çok teőekk¼r ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
<b>GENEL BİLGİLER</b> .....	3
<b>MORTALİTE İLE İLGİLİ KAVRAM VE ÖLÇÜTLER</b> .....	3
<b>HAVA KİRLİLİĞİ</b> .....	7
<b>İÇ ORTAM HAVA KİRLİLİĞİ</b> .....	10
<b>DIŞ ORTAM HAVA KİRLİLİĞİ VE KİRLETİCİLERİ</b> .....	11
<b>HAVA KİRLİLİĞİ NEDENLERİ</b> .....	15
<b>DIŞ ORTAM KİRLETİCİLERİNİN SINIR DEĞERLERİ</b> .....	19
<b>TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA HAVA KİRLİLİĞİ</b> .....	23
<b>HAVA KİRLİLİĞİNİN ETKİLERİ</b> .....	26
<b>AIR Q+</b> .....	33
<b>GEREÇ VE YÖNTEMLER</b> .....	36
<b>BULGULAR</b> .....	47
<b>TARTIŞMA</b> .....	73
<b>SONUÇLAR</b> .....	83
<b>ÖZET</b> .....	87
<b>SUMMARY</b> .....	89
<b>KAYNAKLAR</b> .....	91
<b>EKLER</b>	

## SİMGE VE KISALTMALAR

<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>CO</b>	: Karbon monoksit
<b>DSÖ</b>	: Dünya Sağlık Örgütü
<b>ICD</b>	: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
<b>KOAH</b>	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
<b>KÖH</b>	: Kaba Ölüm Hızı
<b>KVS</b>	: Kardiyovasküler Sistem
<b>MTHM</b>	: Marmara Temiz Hava Merkezi
<b>NO</b>	: Nitrik Oksit
<b>NO<sub>2</sub></b>	: Azot Dioksit
<b>NO<sub>x</sub></b>	: Azot Oksitleri
<b>O<sub>3</sub></b>	: Ozon
<b>PM</b>	: Partiküler Madde
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	: Partiküler Madde < 2.5 mikron
<b>PM<sub>10</sub></b>	: Partiküler Madde < 10 mikron
<b>SDG</b>	: Sustainable Development Goals
<b>SO<sub>2</sub></b>	: Kükürt Dioksit
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu

## GİRİŞ VE AMAÇ

Dünyayı tamamen saran, güneş enerjisinin dünyadan yansiyarak uzay boşluğuna hızlı şekilde geri dönmesine engel olan ve canlılığın devamı için gerekli olan gaz tabakaya atmosfer denir. Atmosferi meydana getiren çeşitli gazların karışımına da hava adı verilmektedir. Soluduğumuz hava başlıca, % 78 azot ve % 21 oksijen olmak üzere % 99 oranında bu iki gazın karışımından meydana gelmektedir. Bunun dışındaki % 1'lik kısmı da argon, neon, su buharı, metan, karbon dioksit, nitrik oksit, karbon monoksit gibi çeşitli gazlar oluşturmaktadır (1).

Son yıllarda başta hava kirliliği olmak üzere, çevreyle alakalı birçok sorun artış göstermektedir ve bu durum başta insan sağlığı ile diğer canlıları ve doğayı da tehdit etmektedir. Hava kirliliğini, bir yerin (örneğin bölge, şehir, ülke) havasının doğal yapısında, birçok farklı kirletici sebebiyle bozulma meydana gelmesi şeklinde nitelendirebiliriz. Başka bir deyişle hava kirliliği; atmosferde katı (parçacık), sıvı ve gaz şeklinde yer alan kirletici maddelerin canlılara, sağlığa ve tüm ortama zarar verecek seviyelerde olmasıdır. Hava, canlılığın sürdürülmesinde vazgeçilemez bir kaynak olduğu için, hava kirliliğinin de dünya çapında birçok olumsuz sonucu olmaktadır. Özellikle sanayi devrimi ile fosil yakıt kullanımının artışıyla hava kirliliği sorunu da tüm dünyada gözle görülür derecede artmıştır. Artan şehirleşme, sanayi ve trafik kirliliğinin başta gelen sebepleri olarak gösterilmektedir (2).

Dış ortam kirleticileri fazla sayıda olmakla birlikte sağlık açısından başlıca önemli olanları; partiküler maddeler (PM), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), nitröz oksitler (NO<sub>x</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>), Karbon monoksit (CO) ve uçucu organik bileşikler (VOC) şeklinde sıralayabiliriz (3).

PM; boyut, şekil, yüzey alanı, kimyasal bileşim ve çözünürlük durumuna göre farklılık gösterebilen katı ve sıvı partiküllerin havada asılı bir karışımıdır. Partikül boyutu aerodinamik

çaplarına göre ifade edilmektedir. Çapı 10 µm'den küçük olan partiküller kaba partiküler madde (PM10), çapı 2,5 µm'den küçük olan partiküller ince partiküler madde (PM 2.5) olarak isimlendirilmiştir. PM 2.5 ayrıca 0.1 µm'den daha küçük bir çapa sahip ultra ince tanecikleri de (PM0.1) içerir. Partikül boyutu PM'nin etkileri için önemlidir. PM 2.5 daha uzun süre askıda kalıp, daha uzak yerlere kolayca taşınıp, akciğerlerin daha iç kısımlarına nüfuz edebilirken, PM 10 üst solunum yollarında tutulabilmektedir. Çok ince partiküller ise alveolleri geçerek direkt dolaşıma katılabilmektedir (4).

Hem iç hem de dış ortam hava kirliliği, düşük dozlarda dahi insan sağlığı için bilinen bir tehdittir ve dünya çapında artan önemli bir morbidite ve mortalite sebebidir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tahminlerine göre, hava kirliliği 2012'de her 8 kişiden 1'inin yani 7 milyon kişinin erken ölümüne sebep olmuştur. Bu ölümlerden yaklaşık 3,7 milyonu dış ortam hava kirliliği ile ilişkilidir. Bu erken ölümler, büyük oranda iskemik kalp hastalığı, inme, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH), alt solunum yolu enfeksiyonları ve akciğer kanseri nedeniyle ortaya çıkmakta olup, bu hastalıklar 2012 yılında dünyadaki ilk on ölüm sebebi arasında yer alan hastalıklardır (5).

Akut PM maruziyetinin astım, hastane ve acil servis başvuruları ile prematür ölümler de dâhil olmak üzere olumsuz sağlık sonuçları ile ilişkili olduğuna dair birçok çalışmadan elde edilen kanıtlar nedeniyle, özellikle PM 2.5, sağlık bilimcilerince daha fazla önemsenmektedir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve DSÖ'nün incelemeleri, ince parçacıklara kısa ve uzun süreli maruz kalma ile erken ölüm riski arasında nedensel bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır (6). 2015 yılı Küresel Hastalık Yükü çalışması, PM maruziyetinin tüm dünyada ölümlerin %7,6'sı olan 4.2 milyon ölüme neden olduğunu ortaya koymuştur (7).

Çalışmamızın amacı Trakya'da (Edirne Merkez ilçe, Keşan, Kırklareli Merkez ilçe, Lüleburgaz, Tekirdağ Merkez ilçe ve Çerkezköy) 2015-2017 yılları arasında PM kirliliğini incelemek, aylık ortalamalar ile yaz ve kış ayları arasındaki PM ortalamaları ve ölüm sayılarını değerlendirmek, AIR Q+ programı ile önlenebilir ölüm sayılarını hesaplamak ve PM10 ölçümlerinin aynı dönemde çeşitli mortalite hızları ve ölüm nedenleri ile ilişkisini değerlendirmektir. Ayrıca, kirliliğin yüksek olduğu ilçeler ve illerde bunun halk sağlığı açısından önemini, çevre ve sağlık etkilerini gerekli kurum ve kuruluşlarla paylaşarak farkındalığı artırmak, alınması gereken önlemlerin bir an önce alınmasını sağlamak ve hava kirliliği ile kirliliğe bağlı morbidite ve mortaliteyi azaltmaktır.

## GENEL BİLGİLER

### MORTALİTE İLE İLGİLİ KAVRAM VE ÖLÇÜTLER

#### **Mortalite**

Mortalite istatistikleri, erken ve istenmeyen ölümleri önleyebilecek kamusal politikaların oluşturulmasında yardımcı bilgiler sağlar. Epidemiyologlar, toplumdaki sağlık sorunlarını tanımlamak ve olumsuz sağlık sonuçlarına ve erken ölüme sebep olabilecek etiyolojik faktörler hakkında hipotezler üretmek amacıyla “Önde gelen ölüm nedenleri nelerdir?” “Coğrafi olarak nasıl farklılık gösterirler ve bu farklılıkların olası nedenleri nelerdir?” gibi sorular sorar (8).

Uluslararası Hastalık Sınıflaması (ICD), hastalıklarla birlikte, ölüm bildirim formlarında ölüm nedenlerinin de kodlandığı küresel bir standarttır. ICD sistemi, yaklaşık on yılda bir revize edilmekte olup, çoğunlukla bütün ülkeler aynı anda yeni ICD revizyonlarını kabul etmektedirler (8).

Türkiye’de 2009’dan önce ölüm belgeleri yalnızca il-ilçe merkezlerinde ve elle doldurulmaktaydı ve ICD-10 kodlarının kullanımı zorunlu değildi. 2009 yılından sonrasında ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ölümle ilgili bilgileri Merkezi Nüfus İdare Sistemi (MERNİS) veri tabanındaki ölüm bildirim formundan almaya başlamıştır (9). 1 Ocak 2013 tarihinden itibaren bildirimler Ölüm Bildirim Sistemi (ÖBS) ile elektronik ortam üzerinden yapılmaya başlanmıştır. ICD-10 kodlaması ile elektronik formlara gerekli bilgiler doldurularak 24 saat içerisinde elektronik imza ile onaylanıp, kaydı kesinleştirilmektedir. Belgeler, çalışma saatlerinde belediye tabibi tarafınca, eğer yoksa Toplum Sağlığı Merkezi (TSM) doktorları veya

aile hekimlerince doldurulurken, çalışma saatleri dışında (hafta sonu, resmi tatiller gibi) nöbet sistemi ile nöbetçi doktor tarafından doldurularak kayıt altına alınmaktadır (10).

### **Mortalite Ölçütleri**

Mortalite ölçütleri bize çeşitli ölüm hızları hakkında bilgi verir. Oranlar genellikle yıllık hesaplanır ve bin kişide, yüz bin kişide veya bir milyon kişide gibi belirli bir nüfus büyüklüğüne göre ifade edilir. Bin kişi, kaba ölüm hızı için kullanılırken; diğer ikisi seçilmiş sonuçlar (motorlu taşıt kazası ölümleri gibi) veya nadir görülen olaylar (zehirli yılan ısırıklarından ölümler gibi) bildirilirken kullanılır (8).

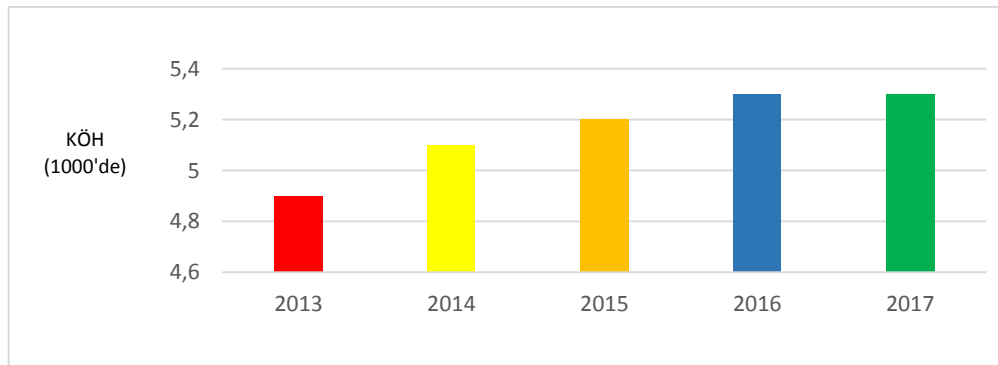
**Kaba ölüm hızı (KÖH):** Bir toplumda belli bir sürede meydana gelen tüm ölümlerin, aynı toplumun o süredeki yıl ortası nüfusuna bölünmesiyle hesaplanır. Ölüm hesaplanmasında en sık kullanılan ölçüttür ve hesaplanırken 3 temel bilgi gereklidir:

- Tanımlanabilir bir risk altındaki nüfus
- Bir zaman aralığı
- Aynı zaman aralığında aynı popülasyonda gözlenen ölüm sayısı

$$\text{Kaba Ölüm hızı} = \frac{\text{Bir toplumda belli bir süre içinde meydana gelen ölüm sayısı}}{\text{Aynı toplumun aynı süre içindeki yıl ortası nüfusu}} \times k (1000)$$

Çoğunlukla yıllık hesaplanır ve katsayı olarak da 1000 kullanılır. Tüm yaşları, cinsiyetleri ve ölüm nedenlerini içerdiği için, toplumların sağlık düzeylerini belirlemede hassas bir ölçüt değildir. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için de standardize edilmiş veriler veya yaşa, cinsiyete-özel ölüm hızları kullanılabilir (11).

TÜİK verilerine göre KÖH yükselme eğiliminde olup 2017 yılında 1000'de 5,3 olarak hesaplanmıştır. 2013-2017 yılları arasında Türkiye'de KÖH Şekil 1'de gösterilmiştir (12).



**Şekil 1:** Türkiye'de yıllara göre kaba ölüm hızındaki değişimler (2013-2017) (12)



**Özel ölüm hızları:** Bir toplumda ölümlerle ilgili daha hassas belirlemeler yapmak için cinsiyete-özel, nedene-özel, yaşa-özel gibi özel ölüm hızları hesaplanabilir. Böylece hem bir toplum farklı süreler için veya farklı toplumlar birbiriyle daha doğru şekilde karşılaştırılabilir.

a. Yaşa özel ölüm hızı: Belirli bir yaş grubu için ölüm düzeylerini öğrenmeyi sağlar. 5'er yıl aralıklı yaş grupları veya 5 yaş altı, 30 yaş üstü, 65 yaş altı gibi özellikli yaş grupları için hesaplama yapılabilir (11).

$$\text{"X" yaş grubuna özel ölüm hızı} = \frac{\text{Bir toplumda belli bir süre içinde "X" yaş grubunda ölen kişi sayısı}}{\text{O toplumun aynı sürede "X" yaş grubu nüfusu}} \times k (1000)$$

Prematür ölüm hızı: Çeşitli kaynaklara göre 65,70 veya 75 yaşından önce meydana gelen ölümlerin o yıl ortası nüfusa bölünmesiyle hesaplanır. KÖH ölümlere ilişkin genel bir bilgi verdiğinden, hastalıkların ölüme etkisi, ölümün meydana geldiği yaş ve potansiyel yaşam yılı kayıpları (PYYK) gibi bilgi ve ölçütler mortalite ile ilgili daha detaylı bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. PYYK, prematür ölümler nedeniyle kaybedilen yaşam yıllarının toplam sayısıdır. Ülkedeki veya bir bölgedeki sağlık hizmetleri, sosyoekonomik durum ve hava kirliliği gibi çevresel etkenler prematür ölümleri etkileyen önemli faktörlerdir (13).

b. Cinsiyete özel ölüm hızı: Kadın ve erkek cinsiyete göre ölüm düzeylerini belirlemeyi sağlar.

$$\text{Erkeklerde ölüm hızı} = \frac{\text{Bir toplumda bir yılda ölen erkek sayısı}}{\text{Aynı yılda o toplumdaki erkek nüfusu}} \times k (1000)$$

c. Nedene özel ölüm hızı: Bir yerde ölüme en sık neden olan hastalıkların ve ölüm nedenlerinin belirlenmesinde kullanılır.

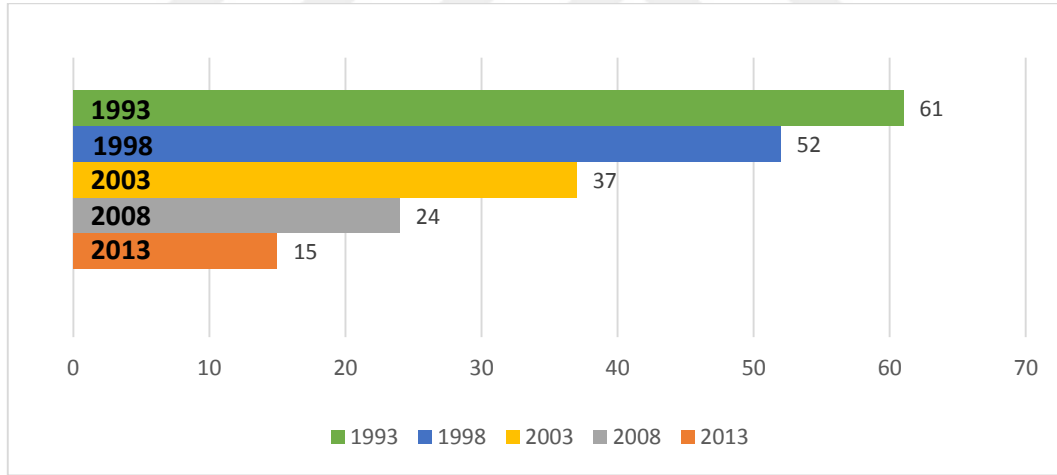
$$\text{"X" nedenine özel ölüm hızı} = \frac{\text{Bir toplumda bir takvim yılı içinde "X" nedenine bağlı ölen kişi sayısı}}{\text{O toplumda aynı takvim yılındaki yıl ortası nüfusu}} \times k (1000)$$

### Orantılı ölüm hızları

a. Yaşa özel orantılı ölüm hızı: Bir toplumda bir takvim yılı içerisinde ölen belirli bir yaştaki kişi sayısının aynı takvim yılındaki toplam ölümler içindeki payıdır. Özellikle 5 yaş altı orantılı ölüm hızı önemli bir ana-çocuk sağlığı ölçütüdür. Düşük olması genel sağlık düzeyinin ve anne-çocuk sağlığı hizmetlerinin iyi olduğunu göstermektedir (11).

$$\text{5 yaş altı orantılı ölüm hızı} = \frac{\text{Bir toplumda belli bir zamanda 0 - 4 yaş arasında ölen kişi sayısı}}{\text{O toplumda aynı süredeki toplam ölüm sayısı}} \times k (1000)$$

Türkiye’de 5 yaş altı çocuk ölümleri azalmakta olup 2013 TNSA verilerine göre 1000’de 15’tir. Kırdaki kentten (26-18/1000); eğitimi olmayanlarda, lise ve üzeri okul mezunlarına göre (30-12/1000); hane halkı refah düzeyi en düşük olanlarda, en yüksek olanlara göre (28-8/1000) daha fazla 5 yaş altı çocuk ölümü meydana gelmektedir (Şekil 2) (14).



Şekil 2: Türkiye’de yıllara göre 5 yaş altı çocuk ölümleri (binde) (14)

b. Nedene özel orantılı ölüm hızı: Bir toplumda toplam ölümler içinde belirli bir nedenden dolayı ölenlerin büyüklüğünü belirlemeye yarar.

$$\text{Nedene özel orantılı ölüm hızı} = \frac{\text{Bir toplumda belli bir zamanda "X" nedenine bağlı ölen kişi sayısı}}{\text{O toplumda aynı süredeki toplam ölüm sayısı}} \times k (1000)$$

Türkiye’de 2018 TÜİK verilerine göre en sık 3 ölüm nedeni olarak; dolaşım sistemi hastalıklarına bağlı ölümlerin toplam ölümler içindeki oranı % 38,4 iken, iyi ve kötü huylu tümörler tüm ölümlerin % 19,7’sini ve solunum sistemi hastalıklarına bağlı ölümler de tüm ölümlerin % 12,5’ini oluşturmaktadır (15).

### **Postneonatal ölüm hızı**

Bebeğin doğumundan sonraki ilk 28 gün neonatal (yenidoğan) dönem olarak adlandırılırken, 29. günden itibaren başlayan ve 1 yaşına kadar olan dönem postneonatal (yenidoğan sonrası) dönemdir. Postneonatal ölümler, kötü çevre ve sosyoekonomik koşullar başta olmak üzere çoğunlukla önlenilecek sebeplerle meydana gelmektedir. Dolayısıyla çevrenin çocuk sağlığına olan negatif etkilerini görmemizi sağlar (11).

$$\text{Postneonatal ölüm hızı} = \frac{\text{Bir toplumda canlı doğup} \\ \text{29 – 365. günler içinde ölen bebek sayısı}}{\text{O toplumda aynı süredeki} \\ \text{toplam canlı doğum sayısı}} \times k (1000)$$

### **HAVA KİRLİLİĞİ**

Çevreyi; insanlarla birlikte bütün canlı-cansız varlıkların bulunduğu her yer, şeklinde tanımlayabiliriz (16). Türkiye Cumhuriyeti Anayasası’nın 56. maddesi “Herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir.” demektedir (17).

Hava, insanlar da dâhil olmak üzere hayvanlar ve bitkilerin de paylaştığı, yaşamın devamı için gerekli olan ve çevreyi oluşturan en önemli maddedir (18). Tüm canlıların hayatı, soludukları havadaki oksijeni kullanarak enerji üretme yeteneğine bağlıdır. Hayatı boyunca, bir insan yaklaşık 300 ton ağırlığa denk olan, 250 milyon litre hava solumaktadır (19).

Dünyanın atmosferi, kütesinin ve hacminin yaklaşık % 78’ini oluşturan azot başta olmak üzere çeşitli gazların karışımından oluşmaktadır. Bu gaz karışımı, konsantrasyonları sürekli olarak sabit kalan ve günlük, mevsimsel olarak ya da insan faaliyetleri sonucu oranları değişebilen çeşitli maddeler içermektedir (Tablo 1). Bu gazların bazıları atmosferde belli bir düzeyden daha fazla miktarda bulunduğu kirletici olarak kabul edilir (20).

**Tablo 1. Atmosferi Oluşturan Gazlar (20)**

<b>Atmosferde Sabit Konsantrasyonda Bulunan Gazlar</b>	<b>Konsantrasyon (ppmv)</b>	<b>Atmosferde Değişken Konsantrasyonda Bulunabilen Gazlar</b>	<b>Konsantrasyon (ppmv)</b>
Azot	780840	Su Buharı	0,1-30000
Oksijen	209460	Karbondioksit	360
Argon	9340	Metan	1,72
Neon	18,18	Nitröz Oksit	0,33
Helyum	5,24	Karbon monoksit	0,11
Kripton	1,14	Ozon	0,02
Hidrojen	0,50	Nitrojen dioksit	0,001
Ksenon	0,09	Sülfür dioksit	0,001

ppmv: milyon hacim başına düşen kısım (parça).

Hava kirliliği, çoğunlukla insan faaliyetlerinin bir neticesi olarak, insan sağlığını tehdit eden ve ekosistemlere zarar veren istenmeyen, genellikle tehlikeli maddelerin havada yer almasıdır (21). Başka bir deyişle hava kirliliği, olumsuz bir etki meydana getirme potansiyeli olan bir konsantrasyonda veya doğal seviyelerinin üzerinde bir süre boyunca bir veya daha fazla maddenin soluduğumuz havada bulunmasıdır (22). Hava da çevreyi oluşturan su, toprak vb. maddeler gibi kirlenebilir ancak, insan açlığa 2 ay, susuzluğa 1 hafta dayanabilirken havasızlığa ancak birkaç dakika dayanabilir. Bu sebeple kirlenmemiş, doğal yapısındaki temiz hava yaşam için en önemli hak ve kaynaktır (23).

Hava kirliliği yüzyıllar öncesinden beri dünya genelinde farkına varılan ve o zamanlardan beri çeşitli önlemlerin alınmaya çalışıldığı önemli bir sorundur. İngiltere’de 1300’lü yılların başında kömürle ilgili düzenlemelerle başlayan süreçte ilk olarak John Evelyn 1621’de hava kirliliğini tanımlamıştır. Özellikle 1900’lü yıllarla birlikte hava kirliliğinde meydana gelen artış, birçok ülkede toplu ölümlere neden olmuştur. 1930’da Belçika’daki Meuse Vadisi’nde, bölgedeki fabrika emisyonlarından kaynaklanan SO<sub>2</sub> yoğun bir sis tabakası oluşturmuştur ve sonraki 3 gün boyunca, birkaç bin kişi akut pulmoner semptomlar yaşamış ve 60 kişi solunumsal nedenlerden ötürü hayatını kaybetmiştir. 1948 yılında Pennsylvania’da SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun 5500 µg/m<sup>3</sup>’leri bulmasıyla sadece üç günde 17 kişi ölmüş ve 6000 kişi hastalanmıştır. 1952 yılının aralık ayında, SO<sub>2</sub> ve partiküller içeren yoğun bir sis Londra’nın üzerine çökmüş ve takip eden 3 hafta boyunca yaklaşık 4000 ölüme sebep olmuştur (24-26).

Yaşanan bu felaketler sonrası, hava kirliliğinin ciddi bir halk sağlığı sorunu olduğu daha da iyi anlaşılmıştır ve bu konuyla ilgili ilk olarak 1955'te İngiltere'de bir takım yasal düzenlemelere gidilmiştir (26). ABD'de 1963'te Temiz Hava Yasası çıkartılmış ve 1970'te EPA, kirleticilerle ilgili ulusal hava kalitesi standartlarını belirlemiştir (25). Hava kirliliği, 1958'de DSÖ tarafından sağlık için bir risk faktörü olarak kabul edilmiş, ancak veri eksikliği o dönemde bazı spesifik önerilerin geliştirilmesini engellemiştir. Avrupa için ilk hava kalitesi standartları 1987'de tanımlanmış ve 2000 yılında güncellenmiştir; son olarak 2005'te dört kirleniciye PM, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>'ye odaklanarak ve PM 2.5 için ilk kez bir limit belirlenmiştir (27). Türkiye'de ise 1983 yılında 2872 sayılı Çevre Kanunu çıkarılmış, ardından 1986'da Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği ve 2008'de de Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) yayımlanmıştır (26).

Hava kirliliği herkes için zararlı olsa da, bazı kişiler kirlilikten daha fazla etkilenebilmektedir. Yüksek düzeyde kirliliğin olduğu yerlerde yaşayanlar, araç geçişinin yoğun olduğu yollara yakın oturanlar ya da bu bölgelerde çalışanlar ile belli yaş grubundakiler ve mevcut tıbbi durumları nedeniyle hassas olan kişiler hava kirliliğinden daha fazla etkilenebilmektedirler (19). Bunun dışında hava kirliliği, en fakir ve korunmasız grupları ve özellikle onların çocuklarını daha fazla etkilemektedir. Çocuklar anne karnındayken ve erken bebeklik döneminde kirleniciye düşük dozda maruz kalsalar bile etkilenebilmektedirler. Kirliliğin yol açtığı hastalıklar; azınlıklar ve marjinalleşmiş gruplar arasında daha yaygındır (28).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG), Birleşmiş Milletlerin 2016'da uygulamaya koyduğu, küresel kalkınmaya rehberlik etmek amacıyla toplam 17 hedeften oluşan küresel bir çağrıdır (Şekil 3) (28,29).



Şekil 3: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (29)

Kirlilik kontrolü; tüm ülkelerde sağlığın iyileştirilmesine (SDG 3) ek olarak yoksulluğun azaltılmasına (SDG 1), temiz su ve sağlıklı koşulların iyileştirilmesine (SDG 6), sosyal adaletin teşvik edilmesine (SDG 10), sürdürülebilir şehirler ve topluluklar inşa edilmesine (SDG 11) ve toprak ile suyun korunmasına yardımcı olacaktır (SDG 14-15). Ayrıca çevre kirliliğine neden olmayan yenilenebilir enerjiye, az miktarda atık üreten verimli endüstriyel işlemlere ve sanayi süreçlerine, şehirlerde özel araç kullanımını kısıtlayarak toplu taşımayı güçlendiren sistemlere dayanan sürdürülebilir bir ekonomiye geçiş yaparak iklim değişikliğinin hızını yavaşlatma çabalarına da (SDG 13) faydalı olacaktır (21). Kirlilik kontrolü sağlandığında sağlık ve refah yararları önemli olacak, iklim değişikliği hızı yavaşlayacak ve sosyal adalet teşvik edilecektir (28).

### **İÇ ORTAM HAVA KİRLİLİĞİ**

Kapalı ortam yani iç ortam, insanların dış çevreden korunmak ve uygun bir iç çevre oluşturmak amacıyla oluşturdukları binaların, yapıların tümüdür. İç ortam havası kişilerin yaşadığı konutlar ile ortak paylaşılan okul, kamu binaları, otel, sinema, kütüphane, alışveriş merkezleri, toplu taşıma araçları vb. gibi kapalı olan yerlerin içindeki havadır. İç ortam hava kirliliği de, yaşanan konutlarda veya diğer kapalı yapıların havasında; kimyasalların, çeşitli mikroorganizmalar gibi biyolojik ve fiziksel etkenlerin insan sağlığına olumsuz etkisi olabilecek bir süre ve düzeyde var olmasıdır (30). Ortamda bulunan maddelerin miktarı ve niteliği; içinde vakit geçirilen binanın yapımında kullanılan malzemeye, içinde yaşayanların davranışlarına, havalandırma şartlarına göre değişebilmektedir (31). Son dönemlerde nüfusun çoğunun kentlerde yaşaması ve bu insanların zamanlarının çoğunu kapalı ortamlarda geçirmesi sebebiyle iç ortam hava kalitesi önemli bir konudur (30).

İç ortam havası insanların yaşam konforunu, performans ve sağlığını etkilemektedir. Nefes alınan havanın belli bir sıcaklık ve nem düzeyinin olması gerekmektedir. Çalışılan ortam başta olmak üzere vakit geçirilen kapalı yerlerde sağlık için tehlikeli olan kirleticilerin bulunması performans ve sağlık açısından çok önemlidir (30).

Hasta Bina Sendromu (HBS); ucuz, kalitesiz ve sağlığa zararlı etkileri olan malzemelerle inşa edilen, hava dolaşımının azaldığı, havalandırma sistemlerinin yetersiz olduğu, dışarı açılan pencerelerin yer almadığı binalarda gözlenen, 1970'li yıllarda ortaya çıkmış olan bir kavramdır. Kapalı ortamlarda çalışanlarda daha sık gözlenen bu durum, çalışanların performansında azalma, gözlerde kızarıklık ve yanma, baş ağrısı, halsizlik, burun akıntısı, konsantrasyon eksikliği gibi belirtilerle karakterizedir. Kişilerin böyle ortamlarda semptomları belirginleşirken, ortamda olmadıklarında şikâyetleri de düzelmektedir (31).

İç ortamı kirleten kaynakları azaltmak, ortamın düzgün ve yeterli bir şekilde havalandırılmasını sağlamak, sağlık için zararlı olan kirleticilerin kapalı ortamdan uzaklaştırılmasını sağlayarak insan sağlığı için zararlı olabilecek etkileri azaltacaktır (30).

## **DIŞ ORTAM HAVA KİRLİLİĞİ ve KİRLETİCİLERİ**

Dış ortam ya da açık hava kirliliği, gaz ya da parçacık halindeki maddelerin dış ortam havasında, insan sağlığını ve canlı yaşamını olumsuz etkileyebilecek miktar ve sürede bulunmasıdır. Tüm dünyada, hem canlılar hem de cansızlar için önemli bir sorun olan dış ortam hava kirliliğini oluşturan birçok sebep vardır. Kirlenme sebebi ne olursa olsun atmosfere bir takım kirleticiler bırakılmaktadır ve kirliliğin başta sağlık etkisi olmak üzere hemen bütün etkilerinden bu kirleticiler sorumludur (32). Sağlık etkileri açısından en güçlü kanıtları olan kirleticiler: PM, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> ve nitrojen dioksittir (NO<sub>2</sub>) (33).

Kirleticiler; kimyasal bileşimleri, büyüklükleri ile buldukları ortama göre sınıflandırılabilirler (Tablo 2). Doğrudan atmosfere salınan kirleticiler birincil (primer) kirleticiler olarak adlandırılırken, diğer kirleticilerle veya atmosferik gazlarla kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan kirleticiler ikincil (sekonder) kirleticiler olarak isimlendirilirler. Birincil kirleticilerin salınımı ile ortam konsantrasyonları arasında doğrudan bir ilişki olmasına rağmen, birincil kirleticinin azaltılması, onlardan meydana gelen ikincil kirleticilerin seviyesinde orantılı bir azalmaya yol açmaz. Hatta NO<sub>2</sub> kaynaklı O<sub>3</sub> seviyeleri, NO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltılması durumunda da artabilmektedir (34).

**Tablo 2. Hava Kirleticilerin Sınıflaması (34)**

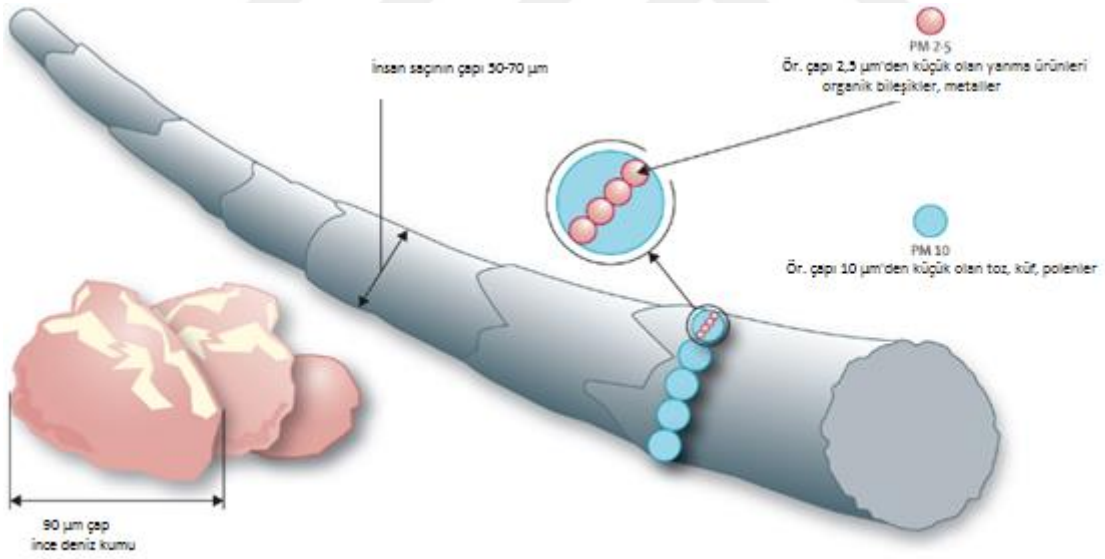
<b>A. İç Ortam-Dış Ortam Kirleticiler</b>	
<b>a. İç ortam kirleticileri</b>	Tütün dumanı, CO, CO <sub>2</sub> , Mikrobiyal ajanlar, organik tozlar, radon...
<b>b. Dış ortam kirleticileri</b>	PM, O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, VOC
<b>B. Primer-Sekonder Kirleticiler</b>	
<b>a. Primer kirleticiler</b>	PM, CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> ,
<b>b. Sekonder kirleticiler</b>	NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , bazı partiküller
<b>C. Gaz-Partiküler Kirleticiler</b>	
<b>a. Gaz yapıdakiler</b>	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , CO, VOC ( PAH, benzen..)
<b>b. Partiküler</b>	PM 10, PM 2.5, PM 0.1

VOC: Uçucu Organik Bileşikler, PAH: Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

## Partiküler Maddeler (PM)

PM, soluduğumuz havada asılı olarak yer alan katı ve sıvı haldeki, organik ve inorganik parçacıkların bir karışımını olan, yaygın bir hava kirleticisidir. Mikroskopla görülebilecek kadar küçük partiküllerden, toz ve duman gibi gözle de görülebilecek partiküllere kadar çok geniş bir boyut aralığı vardır. Aerodinamik çaplarına göre PM'leri 3 şekilde sınıflandırabiliriz. PM10; çapı 10  $\mu\text{m}$ 'den, PM2.5; çapı 2.5  $\mu\text{m}$ 'den ve PM0.1; çapı 0,1  $\mu\text{m}$ 'den küçük olan parçacıklardır. PM10 kaba partiküller, PM 2.5 ince partiküller ve PM0.1 de ultra ince partiküller olarak da adlandırılmaktadır (Şekil 4) (35,36).

Avrupa'da PM10'un yaklaşık %50-70'ini PM2.5 oluşturmaktadır. Çapları 0,1  $\mu\text{m}$  ile 1  $\mu\text{m}$  arasında olan PM'ler, günler hatta haftalar boyunca havada kalabilir ve çok uzak mesafelere kolayca taşınabilirler. PM, bölgesel olarak farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip bir karışımdır. Bileşenleri genel olarak; sülfatlar, nitratlar, amonyum, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve klorür gibi inorganik iyonlar; kadmiyum, bakır, nikel çinko gibi bazı metaller, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ile bir takım mikrobik maddelerdir (35).

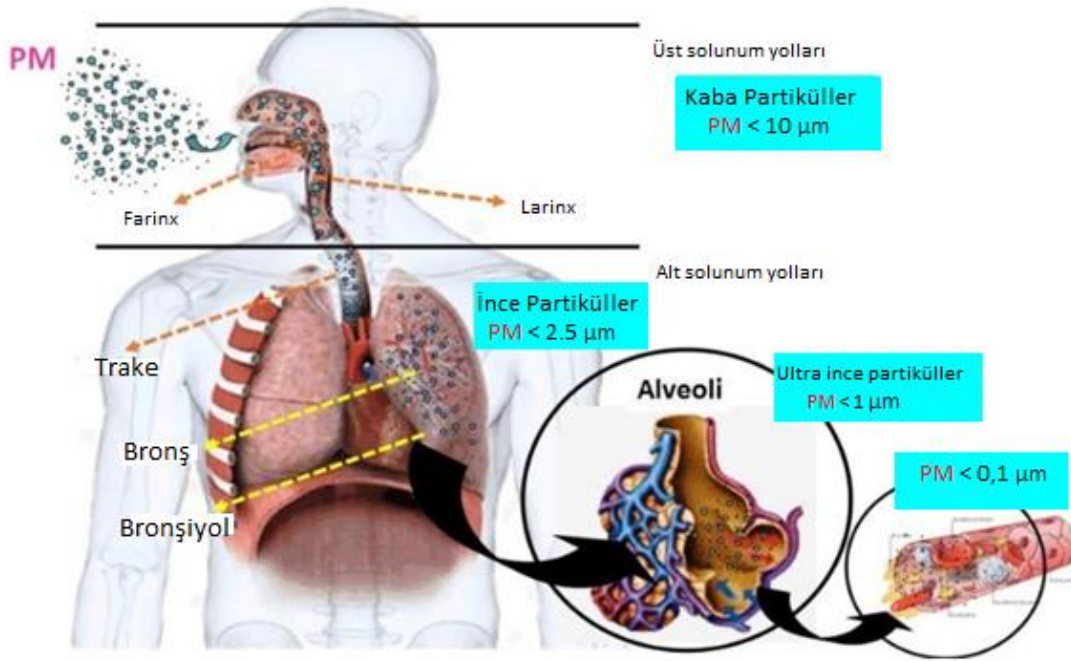


Şekil 4. Kum ve saç teline göre PM boyutları (36)

PM'nin vücut üzerindeki etkilerinden birisi, aerodinamik çapına bağlıdır. PM10, 10  $\mu\text{m}$ 'den küçük bir çapa sahiptir ve sıklıkla burun boşluğu ile üst solunum yollarında tutulur. Bununla birlikte, PM2.5 akciğer alveollerine nüfuz edip birikebilir ve PM0.1 ise, alveollerden intrakapiller aralığa geçerek doğrudan kan dolaşımına girebilir. Ayrıca, hayvan modellerinde yapılan çalışmalar PM2.5'in alveolar makrofajlar ve endotel hücreleri tarafından alınabildiğini, bu da hava kirliliğinin doğrudan sağlık etkilerine sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla



üst solunum yollarındaki savunma engellerini aşabildiği ve solunum sisteminin daha derinlerine nüfuz edebildiği için PM<sub>0.1</sub> ve PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>'a göre çok daha tehlikelidir (Şekil 5) (37,38).



**Şekil 5. Aerodinamik çaplara göre PM'lerin solunum yollarında ulaşabildiği kısımlar (38)**

Parçacıklar ya kaynaklardan direkt havaya yayılabilir (primer) ya da atmosferde diğer kirleticilerin kimyasal reaksiyonları sonucu (sekonder) oluşabilir. Her iki PM de doğal veya insan yapımı (antropojenik) olabilir. Bunlar, azot oksitlerin (çoğunlukla trafik ve bazı endüstriyel işlemler tarafından yayılan) atmosferik dönüşümünün ve kükürt içeren yakıtların yanmasından kaynaklanan SO<sub>2</sub> ürünleridir. Sekonder parçacıklar çoğunlukla ince PM'de bulunur. Toprak ve toz süspansiyonları PM'nin yapısına katkıda bulunan maddelerdendir (35).

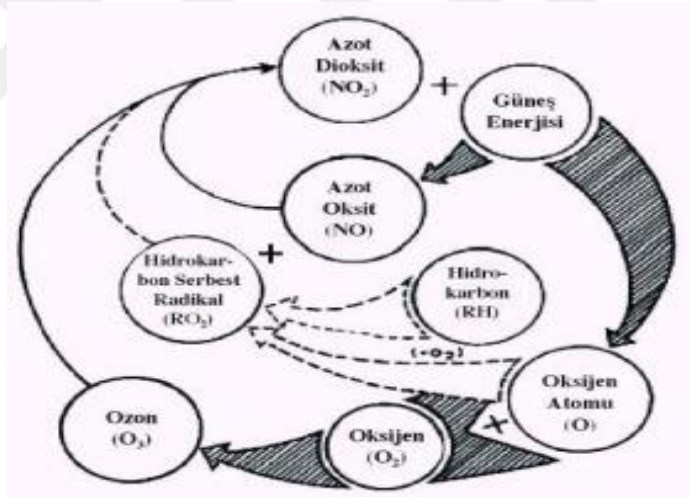
### SO<sub>2</sub>

SO<sub>2</sub> suda kolayca çözünebilen, renksiz, yanmayan, kokulu ve boğucu bir gazdır. Suda çözünebildiği için solunum yollarının distal kısımlarına ulaşmadan, genellikle burun ve üst solunum yollarında eliminasyona uğrar. Genel olarak kükürt içeren fosil yakıtların yanması sonucu oluşsa da volkanik olaylar ile orman yangınları gibi sebeplerle de atmosfere salınımı olabilmektedir. Dünyada birçok yerde PM ile birlikte dış ortam hava kirliliğine yol açan önemli kirleticilerdendir. SO<sub>2</sub> ile ilgili en önemli sorunlar özellikle kalorisi düşük, kalitesiz kömürün konutlarda ısınma amaçlı veya sanayi tesislerinde kullanılması sonucu yaşanmıştır (18,39).

SO<sub>2</sub> bazı kimyasallar ve katalizörlerin varlığında, oksidasyon ile kükürt trioksidi (SO<sub>3</sub>), SO<sub>3</sub> de suyla reaksiyona girerek sülfürik asidi oluşturabilir. Sülfürik asit kaynama noktası 330 °C olan renksiz bir sıvıdır. Güçlü bir asit olan sülfürik asidin, asit yağmurlarının meydana gelmesinde önemli bir rolü vardır (18,39).

### NO<sub>x</sub>

Ortam havasında bulunabilecek 7 adet azot oksidi vardır. Nitroz oksit (N<sub>2</sub>O) dünya genelinde sera gazı oluşumuna katkısı olan antropojenik bir gazdır. Nitrik oksit (NO) ve nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>) yanma sonucu ortaya çıkan ve en yaygın azot oksitlerden ikisidir. NO havada oksidasyon ile NO<sub>2</sub>'yi oluşturur (Şekil 6). Sıvı haldeyken renksiz veya kahverengi olabilen NO<sub>2</sub>'nin kaynama noktası 21,1 °C iken, normal ortam koşullarında (25 °C) atmosferdeki düşük kısmi basıncı, havada yoğunlaşmasını önler. Gaz hali uçucu, kırmızımsı kahverengi renkte ve havadan daha ağır olup, güçlü bir oksidandır ve suda zayıf çözünür. Su ile reaksiyona girerek sülfürik ve nitrik asitte çözünebilir (Şekil 6) (40,41).



Şekil 6. NO<sub>2</sub> oluşumu (41)

Azot oksitleri, yanma prosesleri esnasında yüksek sıcaklıklarda azot ve oksijenin farklı kombinasyonlarıyla oluşur. Daha yüksek yanma sıcaklıklarında daha fazla NO üretilir. Azot oksitlerin % 90'ından fazlası NO olarak ve % 5-10'u NO<sub>2</sub> şeklinde yayılır. Trafik kaynaklı kirlenme başlıca NO<sub>2</sub> kaynağıdır. Soba, fırın, şömineler, tütün dumanı da önemli iç ortam kaynaklarıdır (40).

### Ozon (O<sub>3</sub>)

Atmosferin doğal yapısında da yer alan, oldukça reaktif bir gazdır. % 90'ı stratosferde yer alan ozon burada ultraviyole (UV) ışınları emerek dünyadan yansıyan güneş ışınlarını tutar

ve dünyanın aniden soğumasını engeller. Ozonun % 10'luk kısmı ise atmosferin alt katlarından olan troposferde yer almaktadır. Çok güçlü bir oksidandır ve birçok biyolojik materyalle tepkime verebilmektedir. Suda çözünmediği için, solunum yoluyla alınan ozon, respiratuar sistemin en alt kısımlarına kadar ulaşır, akciğerleri çok fazla etkileyebilmektedir (18,23).

Ozon, kirletici kaynaklar tarafından direkt atmosfere verilen bir gaz değildir. Atmosferde özellikle metan haricindeki VOC'lar ve NO<sub>2</sub>'den, güneş ışığı varlığında bir dizi reaksiyonla oluşan sekonder bir kirleticidir. Ortamdaki ozon konsantrasyonları güneş ışığının yoğunluğu, ortamdaki VOC ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonları, hava akımı gibi bir takım faktörlere göre değişebilmektedir. Ozon oluşunca rüzgârla çok uzak mesafelere taşınabilmektedir (39).

Yeryüzündeki ozon, iklim değişikliği yapan ve küresel ısınmaya neden olan sera gazları arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Özellikle güneşten gelen UV radyasyonun, atmosferde daha uzun süre kalmasına neden olarak, sera etkisini daha da artırmaktadır (23).

### **Karbon monoksit (CO)**

CO renksiz, kokusuz, tahriş edici olmayan, yanıcı ve toksik bir gazdır. Karbonlu yakıtların tam yanmaması sonucu ortaya çıkar. Molekül ağırlığı hava ile çok yakın olduğundan, hava ile serbestçe karışarak hareket edebilir. Oksijen ve NO ile kuvvetli reaksiyonlara girebilir. Atmosferdeki CO'nun üçte ikisi antropojeniktir ve motorlu taşıt egzozları başlıca kirletici kaynağıdır (39).

İnsanlar tarafından görme, tat veya koku gibi duyuyla tespit edilemeyen CO için solunum, tek maruziyet kaynağıdır. Alveoler-kapiller membrandan difüzyonla kolayca kana geçer. Su, kan serumu ve plazmada az çözüldüğünden hemoglobin ile bağlanarak karboksihemoglobini oluşturur (COHb). COHb oksijenin hemoglobine bağlanmasını önleyerek dokulara oksijen taşınmasını engeller ve boğulmaya neden olabilir (39).

## **HAVA KİRLİLİĞİ NEDENLERİ**

Hava kirliliğinin meydana gelmesinde pek çok farklı etken bulunmaktadır. Ancak genel bir sınıflama ile kirlenme sebeplerini doğal ve antropojenik olarak ikiye ayırabiliriz. Kirliliğin doğal nedenleri arasında volkanik aktiviteler, yanardağlar, orman yangınları, sel, deprem ve fırtınalar sayılabilir. Meteorolojik ve topografik koşullar da hava kirliliğinde rol oynasa da, hava kirliliğinin en önemli sebebi insan faaliyetleri sonucu oluşan durumlardır. Bunlardan bazıları:

- Şehirlerde artan nüfus yoğunluğu ve çarpık kentleşme,
- Konut ve bina ısınmasında kullanılan maddelerin yanma ürünleri,
- Endüstri tesisleri faaliyetleri,

- Motorlu taşıtların egzozları,
- Anız, çöp vs. yok etme amaçlı yapılan yakma işlemleri,
- Savaşlar,
- Yeşil alanların azalmasıdır.

Hava kirliliğine neden olan en önemli antropojenik faktörler olarak artan kentleşme, sanayileşme, ısınma kaynaklı kullanılan yakıtlar ile trafik yoğunluğunu en başta sayabiliriz.

Isınma amacıyla kullanılan yakıtların kalitesiz olması sonucu ortaya çıkan kirleticiler hava kirliliğini oluşturan önemli etmenlerdendir (33). Ayrıca bacaların bakımlarının yapılmaması, yanlış yakma yöntemleri, filtre vs. gibi kirliliği azaltabilecek cihazların kullanılmaması, eksik denetimler, yakma işinde çalışanların eğitimsizliği gibi sebepler de ısınmadan kaynaklı kirlenmenin önemli sebeplerindendir (42).

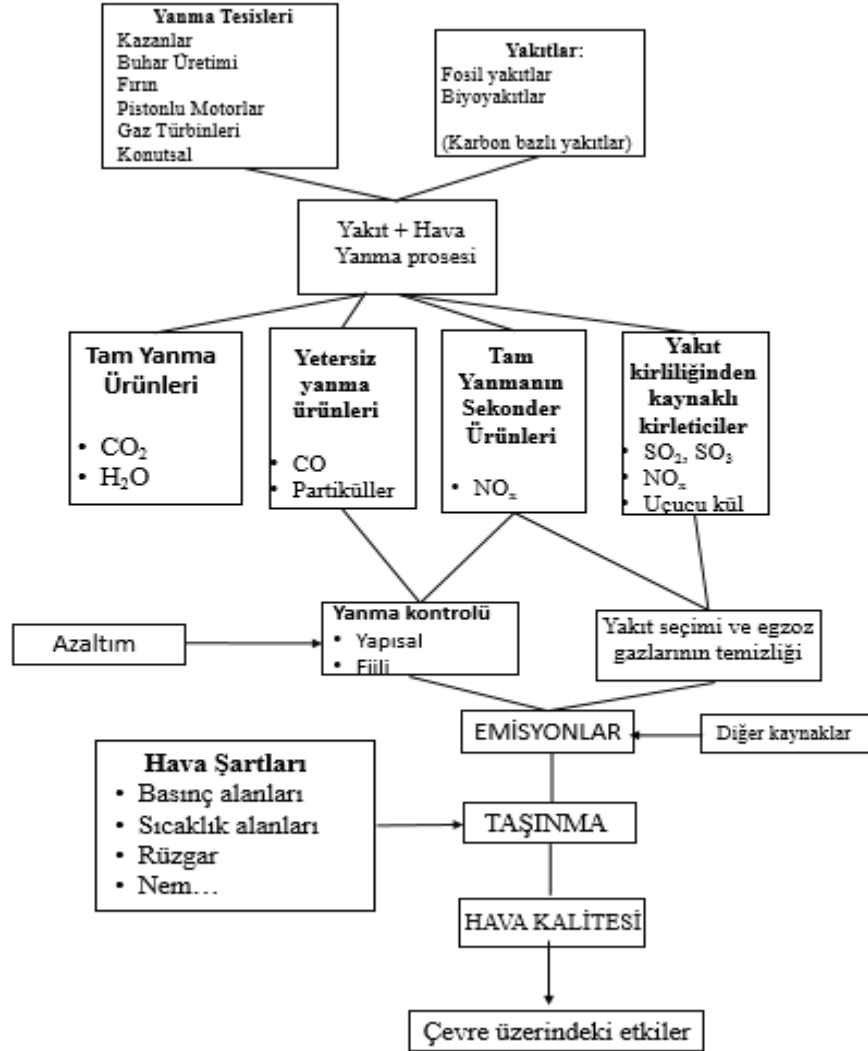
Sanayi de hava kirliliğinin meydana gelmesinde önemli bir nedendir. Tesislerde kullanılan yakıtların (kalitesiz, düşük kalorili, yüksek kükürt içeren yakıtlar) tipi ve miktarı, sanayi tesislerinin kurulduğu yerin özelliği, kullanılan teknoloji, kirliliği önlemek için alınması gereken tedbirler (personel eğitimi, baca temizliği, arıtma sistemleri...), denetimlerin yapılma durumu sanayi kaynaklı kirliliğin boyutunu etkilemektedir (42).

Motorlu taşıt sayısının sürekli artması ile beraber trafik kaynaklı hava kirliliği son yıllarda önemli bir sorun haline gelmiştir. Araçların egzozlarından çıkan gazlar atmosferi kirletmektedir. Son yıllarda gelişen teknolojiyle araçlar daha modern hale gelse de kullanılan yakıt türü, aracın yaşı, bakımlarının veya muayenelerinin zamanında yapılmaması, toplu taşıma kullanımının az olması trafik kaynaklı kirlilik oluşumuna neden olmaktadır (3). Trafığe bağlı emisyonlar, birçok farklı kimyasalın karışımıdır. Bu kirletici konsantrasyonu hem konum olarak, hem de zamana göre değişmektedir. Trafik hacmi yüksek olan kentsel alanlarda ve yoğun olarak kullanılan karayollarının olduğu yerlerde kirletici maddelere maruz kalma oranı da artmaktadır (43).

Meteorolojik koşullar da kirlilik oluşumu ve yayılımı için önemlidir. Hava akımları ve rüzgâr yönüne bağlı olarak havadaki kirleticiler atmosfere salındıkları yerlerden daha uzak bölgelere taşınabilirler. Yağış olması durumunda havadaki kirleticiler hem yeryüzüne kolayca ulaşabilir, hem de suda çözünerek veya suyla reaksiyona girerek bazı asidik maddeler (asit yağmurları) oluşabilir. Bölgenin topografik özellikleri, yani yüksekliği ya da düz olması vb. etkenler kirliliği etkilemektedir. Örneğin çanak şeklinde bir yer hâkim rüzgârların etkisi dışında kalacak ve kirli hava burada birikebilecektir. Şehirleşmenin hâkim rüzgârları kesecek şekilde olması da bu duruma sebebiyet verebilecektir. Yerleşim yerinin durumuna göre sanayinin yakın

olması ya da bölgenin sonradan sanayi kuruluşunun olduğu yere doğru büyümesi, bu bölgede kirliliğin daha fazla olmasına neden olacaktır (24).

Antropojenik kirlenme nedenleri ve ürünleri Şekil 7’de sunulmuştur (44).



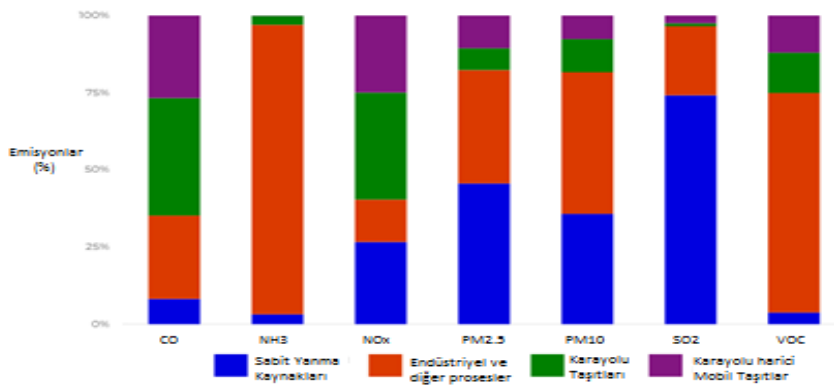
Şekil 7. Antropojenik kirlenmenin nedenleri ve ürünleri (44)

PM10 toprak ve tozların süspansiyonu, deniz serpintisi, tarım, taşıtların lastik ve frenlerinin aşınması, endüstriyel faaliyetler sonucu oluşmaktadır. PM2.5 sekonder organik ve inorganik bileşikleri içerir. Primer olarak da benzinli ve dizel motorlar, kömür ve biyokütle yakma işlemleri gibi yanma kaynaklarından oluşur. Toz fırtınaları da PM2.5 ve PM10 içeriğine katkı yapar (21). 28 Avrupa Birliği (EU-28) ülkesinde 2016’da PM10 emisyonlarının % 39’u ve PM2.5 emisyonlarının da % 56’sı mesleki, kurumsal ve evsel kaynaklıdır (45). ABD’de 2014’te primer PM2.5’nin % 45,6’sı sabit yanma, primer PM10’un da % 45,9’u da sanayi ve diğer prosesler kaynaklıdır (46).

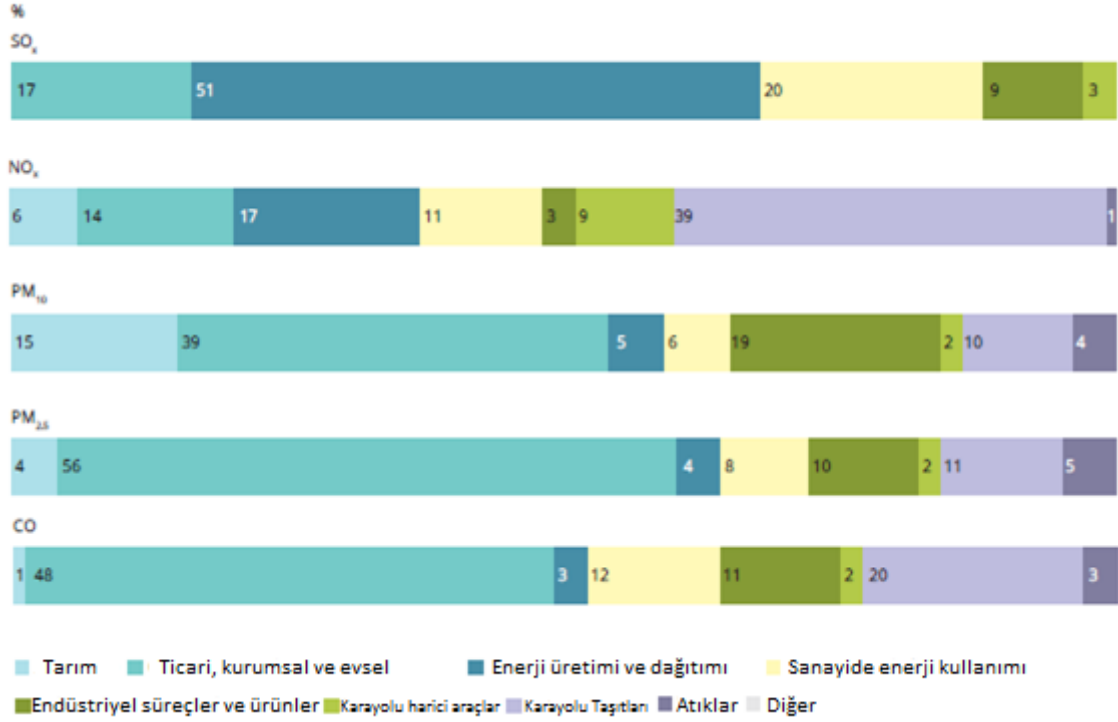
SO<sub>2</sub>'yi meydana getiren doğal kaynaklardan başlıcaları volkanik olaylar ve orman yangınlarıdır. Ancak özellikle gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde insan yapımı katkılar önemli endişe kaynağıdır. Evlerde ısınma amaçlı ve sanayide yüksek kükürt içeren yakıt kullanımı en önemli SO<sub>2</sub> kaynaklarıdır (39). EU-28 ülkelerinde SO<sub>2</sub> % 71 sanayide enerji kullanımı, üretimi ve dağıtımı kaynaklıyken (45), ABD'de 3/4'e yakın kısmı yine sabit yanma kaynaklarından atmosfere salınmaktadır (46).

NO<sub>x</sub>'in doğal kaynaklar arasında, bakteriyel organizmalar, volkanik etki ve yıldırım bulunur. Atmosferdeki NO<sub>x</sub>'in antropojenik emisyonlarının ana kaynakları, sabit kaynaklardaki (ısıtma, elektrik üretimi) ve mobil kaynaklardaki (taşıt ve gemilerdeki içten yanmalı motorlar) yanma prosesleridir. Özellikle trafik NO<sub>x</sub> için önemli bir kaynaktır. Çeşitli ülkelerin NO ve NO<sub>2</sub> emisyonlarındaki farklılıklar temel olarak yakıt tüketimi ve içeriğindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (39). EU-28 ülkelerinde NO<sub>x</sub> emisyonlarının % 39'u karayolu taşımacılığı nedeniyle oluşurken (45), ABD'de % 34,7'si karayolu araçları, % 25'i de karayolu dışı mobil araçlardan (deniz araçları, uçak ve lokomotifler gibi) kaynaklıdır (46).

CO oluşumu, çoğunlukla yanma havasının ve yakıtının kötü bir şekilde karışmasından yani eksik yanmadan kaynaklanmaktadır. Kentsel ortamlarda dış ortamda CO konsantrasyonları karayolu taşımacılığı (benzinli veya dizel motorlar) ve biyokütle yakma aktivitesi kaynaklıdır. Kırsal alanlarda ve biyokütle yakıtlarının konutlarda yemek pişirme ve ısınma için yaygın olarak kullanıldığı yerlerde, dış mekanlarda CO konsantrasyonları bu biyokütle yakma aktiviteleri nedeniyle oluşur. Orman yangınları da önemli CO kaynağı olabilir (22). ABD'de % 64,8 karayolu ve karayolu dışı mobil kaynaklıyken (46), EU-28'de % 48'i mesleki, kurumsal ve evsel; % 20'si trafik kaynaklıdır Şekil (8,9) (45,46).



Şekil 8. ABD'de 2014'te Kaynaklara Göre Ulusal Emisyonlar (45)



Şekil 9. 2016 yılında ana kaynak sektörlerin AB-28 emisyonlarına katkıları (46)

## DIŞ ORTAM KİRLLETİCİLERİNİN SINIR DEĞERLERİ DSÖ Limitleri

DSÖ'nün hava kalitesi ile ilgili çalışmaları, ilk raporu hazırladıkları 1958 yılına kadar uzanmaktadır. Bundan sonra Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı (IPCS) Çevresel Sağlık Kriterleri monograflarını içeren 1964, 1972, 1976 ve 1984 tarihli dört adet DSÖ uzman yayını 1987 yılındaki DSÖ Hava Kalitesi kılavuzunun temelini oluşturmuştur. İkinci baskı, daha düşük maruziyet seviyelerinde meydana gelen sağlık etkilerinin kanıtlarına bir cevap olarak 2000 yılında yayınlanmış ve AB Hava Kalitesi Direktifleri çerçevesinde, yasal olarak bağlayıcı sınır değerlerinin belirlenmesi adına bir başlangıç noktası oluşturmuştur. En son olarak da "WHO Air Quality Guidelines: Global Update 2005" politika geliştirme ve risk azaltma için hava kalitesi standartlarının uygulanması gerekliliğini vurgulamakta ve ardından dört klasik hava kirletici PM, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> için kapsamlı bir risk değerlendirmesini içermektedir. Ek olarak limit değerler dışında, DSÖ kurallarını yakalamada istikrarlı bir ilerleme için bir takım geçici hedefler de belirlenmiştir (5).

Klasik hava kirleticiler ile bir takım organik ve inorganik maddelerin DSÖ üst limitleri ve IARC'ye göre kanser sınıflamaları Tablo 3'te sunulmuştur (5).

**Tablo 3. Klasik kirleticiler ve bazı organik-inorganik maddelerin DSÖ limitleri (5)**

<b>KİRLETİCİLER</b>	<b>ZAMAN BİRİMİ</b>	<b>ORTALAMA SINIR DEĞER</b>	<b>IARC GRUP SINIFLAMASI</b>
PM2.5	24 saatlik	25 µg/m <sup>3</sup>	1
	Yıllık	10 µg/m <sup>3</sup>	
PM10	24 saatlik	50 µg/m <sup>3</sup>	1
	Yıllık	20 µg/m <sup>3</sup>	
SO <sub>2</sub>	10 dakikalık	500 µg/m <sup>3</sup>	3
	24 saat	20 µg/m <sup>3</sup>	
O <sub>3</sub>	Günlük 8 saat max	100 µg/m <sup>3</sup>	-
NO <sub>2</sub>	1 saatlik max	200 µg/m <sup>3</sup>	-
	Yıllık	40 µg/m <sup>3</sup>	
CO	15 dakikalık	100 µg/m <sup>3</sup>	-
	2 saatlik	35 µg/m <sup>3</sup>	
	8 saatlik	10 µg/m <sup>3</sup>	
	24 saatlik	7 µg/m <sup>3</sup>	
Benzen*	-	Güvenli düzeyi yok	1
Formaldehid*	30 dakikalık	100 µg/m <sup>3</sup>	1
Trikloretilen*	-	Güvenli düzeyi yok	1
Vinil Klorid*	-	Güvenli düzeyi yok	1
Arsenik**	-	Güvenli düzeyi yok	1
Asbest**	-	Güvenli düzeyi yok	1
Kadmiyum**	Yıllık	5 ng/m <sup>3</sup>	1
Krom**	-	Güvenli düzeyi yok	Metalik krom 3
Kurşun**	Yıllık	0.5 µg/m <sup>3</sup>	2B, inorganik 2A, organik 3
Cıva**	Yıllık	1 µg/m <sup>3</sup>	İnorganik bileşikler 3 Metilcıva 2B
Nikel**	-	Güvenli düzeyi yok	Nikel- metalik ve alaşımları: 2B; Nikel- bileşikleri: 1

\*Organik kirleticiler \*\*İnorganik kirleticiler, IARC: Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı.

Grup 1: İnsanlarda kesin kanserojen, 2A: İnsanlarda muhtemel kanserojen, 2B: İnsanlarda olası kanserojen, 3: İnsanlarda kanserojen olarak sınıflanamaz.



## AB Limitleri

Dış ortam kirleticileri için AB üst limitleri Tablo 4’te sunulmuştur (45).

**Tablo 4. Sağlık için AB Hava Kalitesi Standartları (45)**

KİRLETİCİ	ZAMAN BİRİMİ	ORTALAMA SINIR DEĞER	YORUMLAR	
PM2.5	Yıllık	25 µg/m <sup>3</sup>	-	
PM10	Günlük	50 µg/m <sup>3</sup>	Yılda 35’ten fazla aşım olmamalıdır	
	Yıllık	40 µg/m <sup>3</sup>	-	
SO <sub>2</sub>	1 saatlik (Uyarı eşiği)	350 µg/m <sup>3</sup> (500 µg/m <sup>3</sup> )	Yılda 24 saatten fazla aşılmamalı (Art arda 3 saat ölçüm)	
	Günlük	125 µg/m <sup>3</sup>	Yılda 3 günden fazla aşılmamalıdır	
O <sub>3</sub>	Günlük 8 saat max	120 µg/m <sup>3</sup>	Yılda 25 günden fazla aşılmamalı	
	1 saatlik	Bilgi eşiği	180 µg/m <sup>3</sup>	
		Uyarı eşiği	240 µg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub>	1 saatlik limit (Uyarı eşiği)	200 µg/m <sup>3</sup> (400 µg/m <sup>3</sup> )	Yılda 18 saatten çok aşılmamalı (Art arda 3 saat ölçümde)	
	Yıllık	40 µg/m <sup>3</sup>		
CO	Günlük 8 saat ort. max.	10 µg/m <sup>3</sup>		
Kadmiyum	Yıllık	5 ng/m <sup>3</sup>	PM10 içeriği olarak ölçüm	
Kurşun	Yıllık	0.5 µg/m <sup>3</sup>	PM10 içeriği olarak ölçüm	
Nikel	Yıllık	20 ng/m <sup>3</sup>	PM10 içeriği olarak ölçüm	

## Türkiye Limitleri

Ülkemizde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın 2008’de yayımladığı HKDYY ile hava kirliliğine dair neler yapılması gerektiği planlanmıştır. Bu yönetmelikte ülkemiz hava kirleticileri sınır değerleri belirlenmiş ve il çevre müdürlüklerinin görevleri tanımlanmıştır. Yönetmeliğin 1. maddesinde amacı: “Hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedeflerini tanımlamak ve oluşturmak, tanımlanmış metotları ve kriterleri esas alarak hava kalitesini değerlendirmek, hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut durumu korumak ve diğer durumlarda iyileştirmek, hava kalitesi ile

ilgili yeterli bilgi toplamak ve uyarı eşikleri aracılığı ile halkın bilgilendirilmesini sağlamaktır.” şeklinde yazmaktadır. HKDYY’ye göre kirleticilerin Türkiye’de yıllara göre kademeli azaltılan limitleri Şekil 10’da sunulmuştur (47).

Kirlenici	Ortalama süre	SINIR DEĞER $\mu\text{g}/\text{m}^3$							UYARI EŞİĞİ
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
SO <sub>2</sub>	Saatlik -insan sağlığının korunması için-	500	500	470	440	410	380	350	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (hava kalitesinin temsili bölgelerinde bütün bir “bölge” veya “alt bölgede” veya en azından 100 km <sup>2</sup> ’de- hangisi küçük ise- üç ardışık saatte ölçülür)
	24 saatlik -insan sağlığının korunması için-	250	250	225	200	175	150	125	
	Yıllık ve kış dönemi (1 Ekim den 31 Mart’a kadar) - ekosistemin korunması-	20	20	20	20	20	20	20	
NO <sub>2</sub>	saatlik -insan sağlığının korunması için-	—	300	290	280	270	260	250	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (hava kalitesinin temsili bölgelerinde bütün bir “bölge” veya “alt bölge” de veya en azından 100 km <sup>2</sup> ’de- hangisi küçük ise- üç ardışık saatte ölçülür)
	Yıllık -insan sağlığının korunması için-	60	60	56	52	48	44	40	
NO <sub>x</sub>	Yıllık - vejetasyonun korunması için-	—	30	30	30	30	30	30	—
PM <sub>10</sub>	24 saatlik -insan sağlığının korunması için-	100	100	90	80	70	60	50	—
	Yıllık -insan sağlığının korunması için-	60	60	56	52	48	44	40	
Pb	Yıllık -insan sağlığının korunması için-	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	—
Benzen	Yıllık -insan sağlığının korunması için-	10	10	10	10	9	8	7	—
CO	maksimum günlük 8 saatlik ortalama -insan sağlığının korunması için-	16	16	14	12	10	10	10	—

Şekil 10. Türkiye’de Kirleticilerin Sınır Değerlerinde 5 Yıllık Kademeli Azaltım (47)

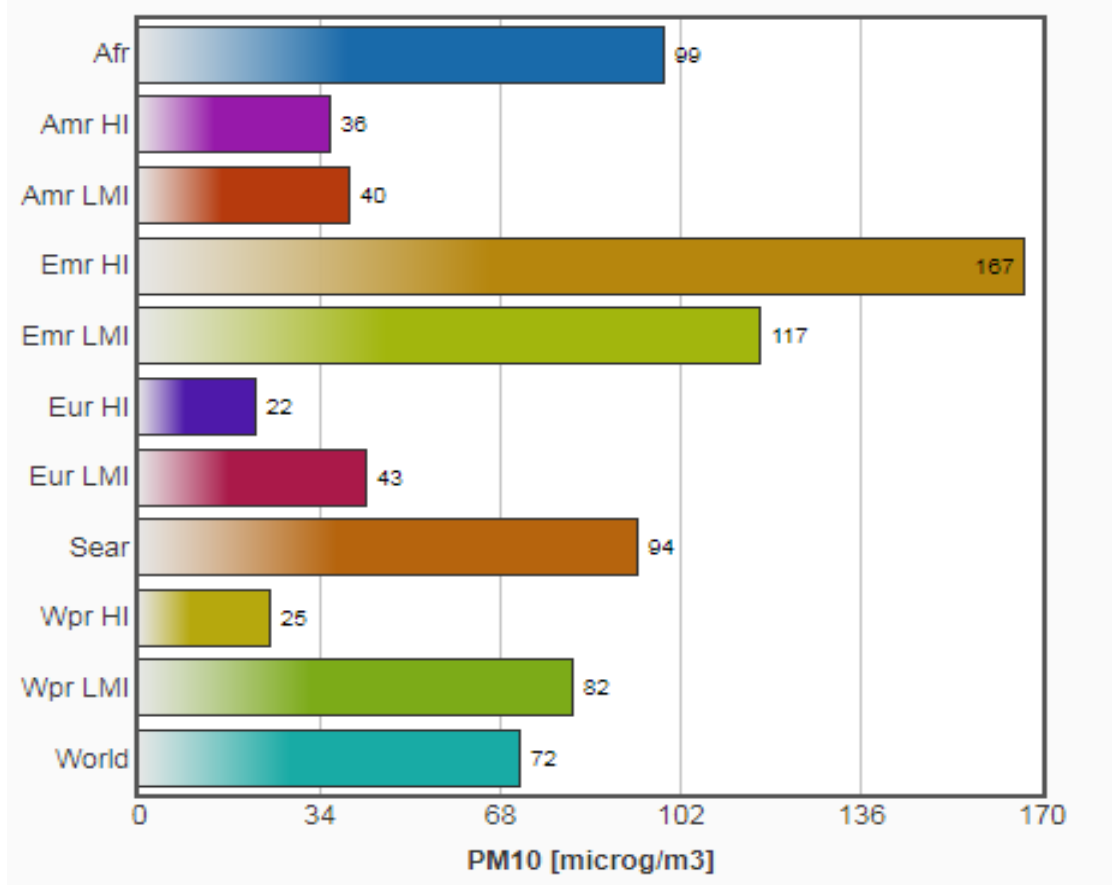
Türkiye ve dünyada bazı ülkeler için kirleticilerin sınır değerleri Tablo 5’te yer almaktadır (3,22,47).

Tablo 5. Bazı Ülkelerin Hava Kirleticileri için Sınır Değerleri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (3,22,47)

ÜLKE	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>		O <sub>3</sub>	
	24 saat	1 saat	1 yıl	1 saat	1 yıl	24 saat	1 yıl	24 saat	8 saat	1 saat
İsviçre	100	-	30	-	20	50	-	-	-	120
İngiltere	100	200	40	200	40	50	25	-	100	-
Japonya	105	262	-	-	-	100	-	-	-	118
ABD	-	366	100	-	50	150	15	65	157	-
Çin	150	500	40	120	-	-	35	75	-	-
Hindistan	80	50	80	40	-	-	40	60	100	180
Türkiye	125	350	40	250	40	50	-	-	-	-

## TÜRKİYE ve DÜNYADA HAVA KİRLİLİĞİ

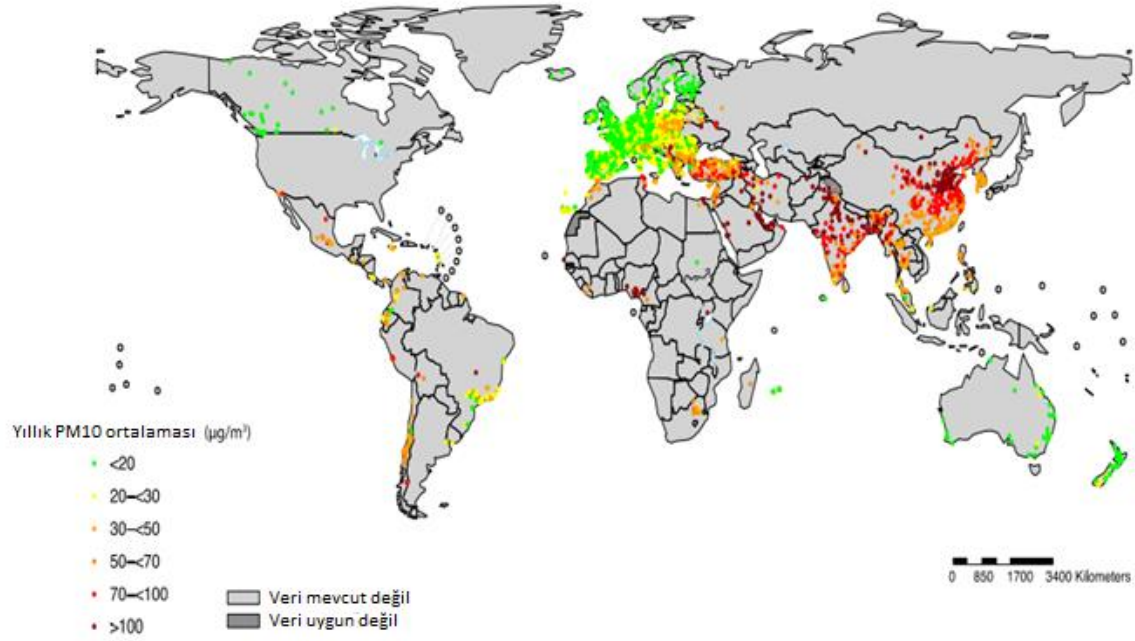
DSÖ'nün 2018 yılı Hava Kalitesi Veri Tabanına göre tüm dünya nüfusunun % 91'i hava kirliliğinin, DSÖ üst limitlerinin üzerinde olduğu yerlerde yaşamaktadır. Hava kirliliği global çapta hemen her yeri olumsuz etkilese de, düşük gelirli ülkeler etkilenmenin daha fazla olduğu yerlerdir. 100.000'den fazla kişinin yaşadığı düşük ve orta gelirli ülkelerdeki şehirlerin % 97'si DSÖ'nün hava kalitesi kriterlerine uymamaktadır. Yüksek gelirli ülkelerde ise bu oran % 49'dur. Tüm dünyada PM10 ortalaması 72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olup, en düşük değerler yüksek gelirli Avrupa ve Batı Pasifik ülkelerinde, en yüksek değer ise; yüksek gelirli Doğu Akdeniz ülkelerinde ölçülmüştür (Şekil 11) (48).



Afr: Sahra-altı Afrika; Amr: Amerika; Emr: Doğu Akdeniz; Eur: Avrupa; Sear: Güneydoğu Asya; Wpr: Batı Pasifik; HI: Yüksek Gelir; LMI: Düşük ve Orta Gelir.

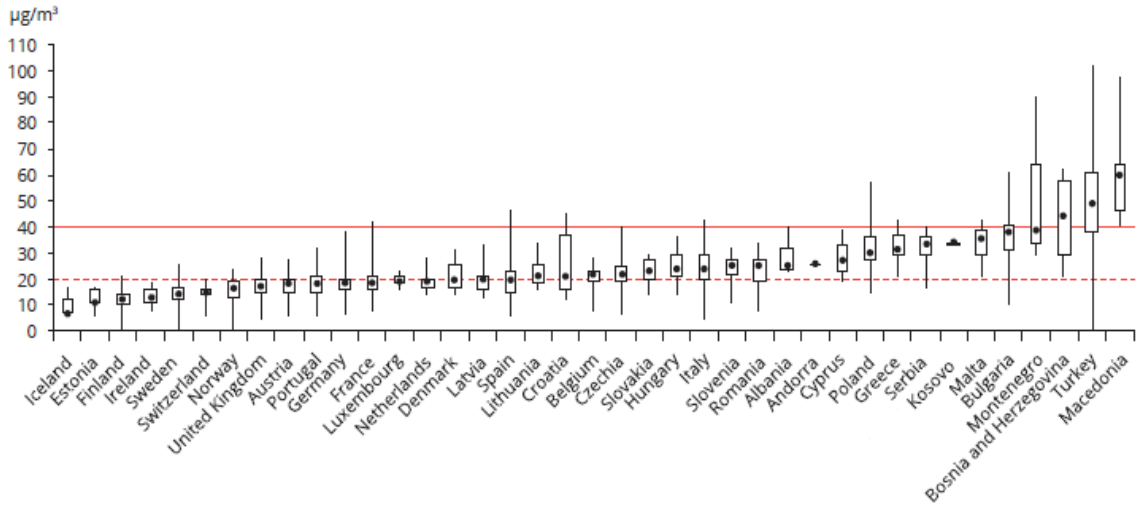
**Şekil 11. 2008-2016 güncel verilere göre DSÖ bölge-alt bölgelerinde PM10 düzeyleri (48)**

Dünya'da PM10 ölçümü yapan istasyonlar ve PM10 ortalamaları Şekil 12'de sunulmuştur (49).



**Şekil 12. Dünyada hava kalitesi ölçüm istasyonları ve PM 10 konsantrasyonları (49)**

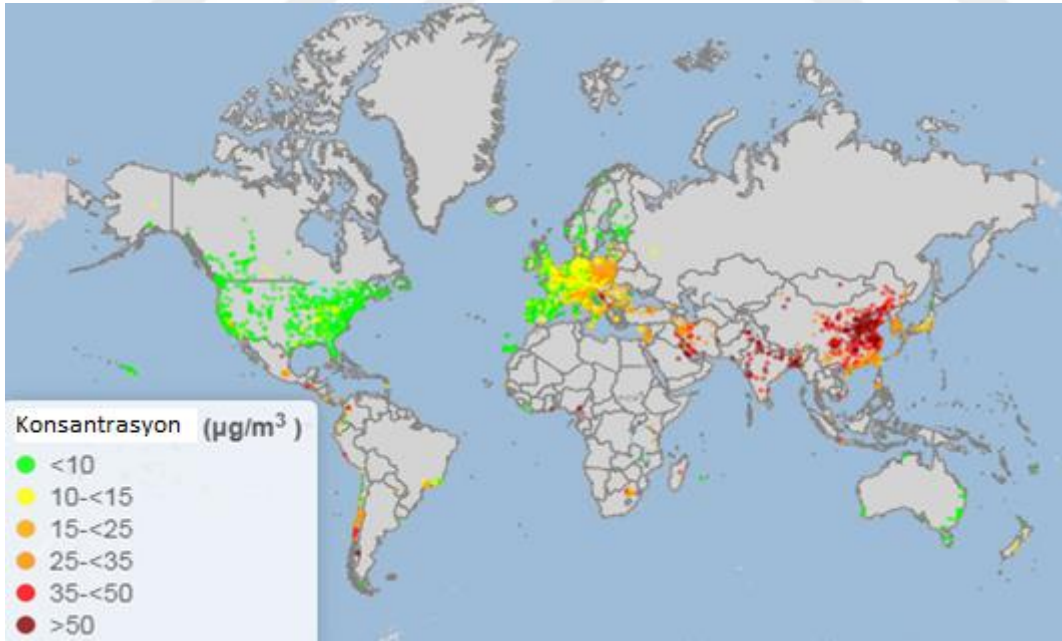
Ülkelere göre tüm dünyada PM10 kirliliği açısından en olumsuz yer Pakistan'ın Peshawar şehri ( $540 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olup, DSÖ Avrupa bölgesinde ise Kuzey Makedonya'nın Tetovo kentidir ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Avrupa şehirleri arasında en kirli 50 kentin 31'i, yalnızca düşük-orta gelirli Avrupa ülkelerinin şehirleri arasında ise en kirli 50 kentin 39'u Türkiye'dedir. DSÖ veri tabanına göre Türkiye'nin PM10 kirliliği en yüksek 3 şehri sırasıyla Siirt ( $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Iğdır ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Muş'tur ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En düşük iller ise Şırnak ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Artvin ( $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Tunceli'dir ( $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (50). Avrupa hava kalitesi 2018 raporuna göre Avrupa'da yıllık PM10 ortalama değerleri en yüksek ülkeler K. Makedonya, Türkiye, Bosna Hersek ve Karadağ şeklindeyken, en düşük ortalamaların olduğu ülkeler ise İzlanda, Estonya ve Finlandiya'dır (Şekil 13) (45).



\*Her ülke için, istasyonlarında kaydedilen en düşük, en yüksek ve ortanca değerler verilmiştir. Dikdörtgenler 25. ve 75. yüzdilik dilimleri göstermektedir. AB yıllık limit değeri üst sürekli yatay çizgi ile DSÖ limiti alt kesikli yatay çizgi ile çizilmiştir.

**Şekil 13. Avrupa ülkelerinin 2016 yılı PM10 konsantrasyonları (45)**

PM2.5 için 2016 yılı DSÖ veri tabanına göre dünyada ölçümü olan yerlerde kirlilik seviyeleri Şekil 14’te gösterilmiştir (51).



**Şekil 14. Dünyadaki PM2.5 hava kalitesi istasyonları ve konsantrasyonları-2016 (51)**

Dünyada PM2.5 ortalamaları en yüksek ülkeler Nepal ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Nijer ( $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Katar ( $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ile Hindistan’dır ( $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (52). Avrupa’da düşük-orta gelirli ülkelerin şehirlerinde, en yüksek üç PM2.5 değeri sırasıyla Kuzey Makedonya’nın Tetovo şehri ( $81$

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ile Türkiye’den Iğdır ( $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Muş’tadır ( $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). DSÖ Avrupa bölgesindeki düşük-orta gelirli ülkelerde PM2.5 açısından en kirli 50 kentin 38’i de Türkiye’de bulunmaktadır (50).

## HAVA KİRLİLİĞİNİN ETKİLERİ

### Sağlık Etkileri

Hava kirliliğine maruz kalmanın etkileri uzun yıllardan beri araştırılmakta ve bununla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Başta KOAH, alt solunum yolu enfeksiyonları gibi solunum sistemi hastalıkları ile iskemik kalp hastalığı, miyokard infarktüsü (MI) gibi kardiyovasküler sistem (KVS) hastalıkları olmak üzere; kanserler ve nörolojik hastalıklar nedeniyle morbidite ve prematür ölümlere yol açabileceği kanıtlanmıştır. Hava kirliliği tüm dünyayı etkilediği için kirlilik boyutu hafif bile olsa etkilenen kişi sayısı fazla olabileceğinden halk sağlığı açısından çok önemli bir sorundur. Hava kirliliğine maruz kalmanın sağlığa etkileri ile ilgili kanıtların çoğu, nedene özgü ölümler (özellikle solunum sistemi hastalıkları, KVS hastalıkları, akciğer kanseri, inme vs.), prematür ölümler ve morbidite çalışmalarıyla ilişkilidir (45).

Hava kirliliğinin etkilerini genel olarak kısa dönem (advers) etkiler ve uzun dönem (kronik) etkiler olarak ikiye ayırabiliriz. Genel olarak hava kirliliğinin kısa ve uzun dönemli etkileri Tablo 6’da gösterilmiştir.

**Tablo 6. Hava kirliliğinin sağlık etkileri (39)**

<b>Kısa Süreli Maruziyete Bağlı Etkiler</b>	<b>Uzun Süreli Maruziyete Bağlı Etkiler</b>
Günlük Mortalite	Kalp-damar ve solunum sistemi hastalıklarına bağlı ölümler
Solunumsal ve kardiyovasküler nedenli hastane ve acil servis başvuruları	Astım ve KOAH gibi kronik solunum yolu hastalıkları insidans ve prevalansında artış
İş ve okula devamsızlık	Akciğer kanseri ve diğer organ kanserleri
Aktivitelerde kısıtlılık	Kronik kalp-damar hastalıkları
Akut semptomlar (öksürük, hırıltı, balgam vs.)	İntrauterin büyüme geriliği, düşük doğum ağırlığı gibi perinatal etkiler
Fizyolojik değişiklikler (akciğer fonksiyonları vs.)	İnme gibi nörolojik hastalıkların insidans ve prevalansında artış

Hava kirliliğine maruz kalma ile ilişkili bir sağlık etkisinin ortaya çıkma ihtimali, sıklıkla sağlık durumunun ciddiyeti ile ters orantılıdır. Yani maruziyet sonucu, daha az ciddi sonuçlardan etkilenen nüfusun oranı, daha ağır sonuçlardan etkilenenlerden çok daha büyüktür (Şekil 15) (7,39). Geçici akciğer fonksiyon bozuklukları veya pulmoner inflamasyon gibi

subklinik veya hafif etkiler, kirliliğe maruz kalan birçok kişide ortaya çıkabilecekken, mortalite etkileri çok daha az kişide ortaya çıkabilir. Ciddi etkilere maruz kalan kişiler genellikle daha duyarlı kişilerdir. Kirliliğin önemli sonuçlarından olan prematür ölümler, hava kirliliği ile ilgili tüm etkilerin küçük bir kısmını yansıtan buzdağının görünen kısmıdır. Halk sağlığı açısından daha önemli sonuçlar yalnızca prematür ölümler değil; hastane başvuruları, okul-iş devamsızlıkları, morbidite ve mortalite gibi sonuçların, hem sağlık hem de ekonomik etkileri nedeniyle (39).



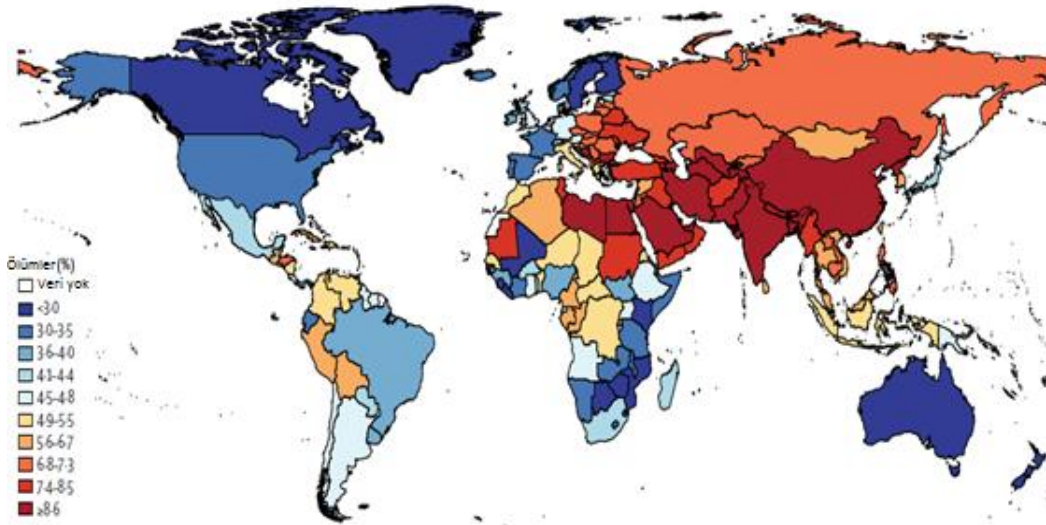
**Şekil 15. Hava kirliliği ile ilişkili sağlık etkileri (7)**

Ulusal Hastalık Yüğü 2015 çalışmasına göre tüm dünyada 9 milyon ölüm çevresel nedenlere atfedilirken, toplam 6,4 milyon ölüm iç ve dış ortam hava kirliliği nedeniyle meydana gelmiştir. 4,2 milyon kişi uzun süreli dış ortam hava kirliliği maruziyeti nedeniyle hayatını kaybederken bu sayı tüm dünyadaki ölümlerin % 7,6'sı demektir. Dış ortam hava kirliliğine maruziyet toplamda tüm dünyada 103,1 milyon DALY kaybına yol açmıştır (7).

Ulusal Hastalık Yüğü çalışmasında hava kirliliği nedeniyle meydana gelen ölümlerin en sık sebebi kardiyovasküler hastalıklardır (iskemik kalp hastalıkları ve inme). İskemik kalp hastalıkları kaynaklı mortalitenin % 17,1'i, serebrovasküler hastalık mortalitesinin % 14,2'si, akciğer kanseri mortalitesinin % 16,5'i, alt solunum yolu enfeksiyonlarına bağlı mortalitenin % 24,7'si ve KOAH sebepli mortalitenin % 27,1'i dış ortam PM2.5 kirliliğine atfedilmiştir. Dış

ortam kirliliğine bağlı mortalite hızı erkeklerde (100.000’de 1018,6) kadınlara göre (100.000’de 703,4) daha yüksek bulunmuştur (7).

DSÖ, hem şehirlerde hem de kırsal alanlarda dış ortam hava kirliliğinin, 2016 yılında dünyada yılda 4,2 milyon erken ölüme neden olduğu tahmin etmektedir. Bu ölümler sıklıkla, KVS ve solunum yolu hastalıkları ile kanserlere neden olan PM2.5 nedeniyle meydana gelmektedir. Bu ölümlerin % 91’i düşük-orta gelirli ülkelerde meydana gelmektedir ve kirlilik nedeniyle en fazla ölüm DSÖ Güney-Doğu Asya ve Batı Pasifik bölgelerinde görülmektedir (Şekil 16) (21,53). DSÖ’ye göre dünyada dış ortam hava kirliliği akciğer kanserine bağlı ölümlerin % 29’undan, akut alt solunum yolu enfeksiyonlarının % 17’sinden, inmeye bağlı ölümlerin % 24’ünden, iskemik kalp hastalıklarına bağlı ölümlerin % 25’inden ve KOAH’a bağlı ölümlerin % 43’ünden sorumlu tutulmaktadır (54). Hava kirliliği her yıl dünyada, kalp hastalıkları nedeniyle 2,4 milyon, akciğer hastalıkları ve kanser nedeniyle 1,8 milyon ve inme sebebiyle de 1,6 milyon ölüme neden olmaktadır. Tüm bu etkileri nedeniyle çoğunlukla gözümüzle göremediğimiz hava kirliliği sessiz katil olarak adlandırılmaktadır. (55).



**Şekil 16. Dış Ortam PM kirliliğine atfedilen ölümler, 2015 (21)**

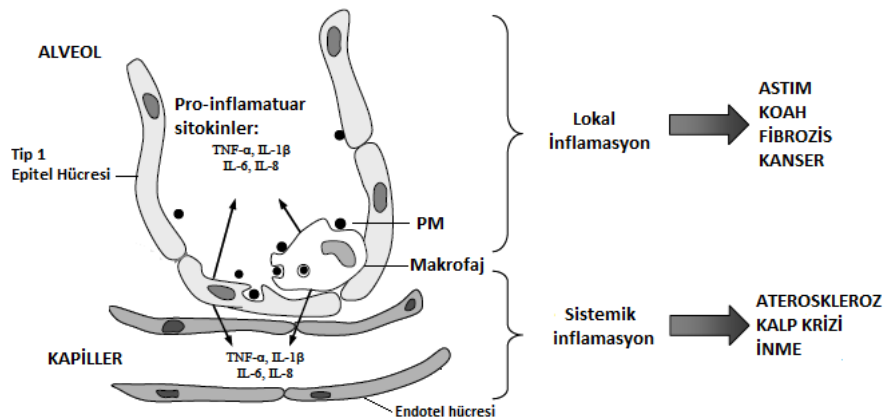
Hava kirliliği tüm dünyada önemli bir mortalite ve morbidite sebebi olmakla birlikte, bazı gruplar kirliliğe daha hassastırlar. Çocuklar bu gruplar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Henüz anne karnında kirliliğe maruz kalmaya başlayıp, doğumdan sonra tüm hayatları boyunca da kirlilikten etkilenebilirler. Hava kirliliği, yılda 600.000, 5 yaş altı çocuk ölümüne sebep olan hastalık ve enfeksiyonlarla ilişkilidir. 5 yaş altı çocuk ölümlerinin % 16’sının sebebi olan pnömoninin yarısından fazlası hava kirliliği ile bağlantılıdır (56).



Hava kirleticileri içinde sağlık etkisi en iyi bilinen ve üzerinde en çok araştırma yapılan kirletici PM'dir. Zaman serisi çalışmalarında akut etkilerinden, kohort çalışmalarında kronik etkilerin büyük ölçekli epidemiyolojik analizlerine kadar çeşitli çalışma türlerinde PM veya spesifik PM bileşenleri ile ilgili olarak bir takım olumsuz etkiler belirlenmiştir:

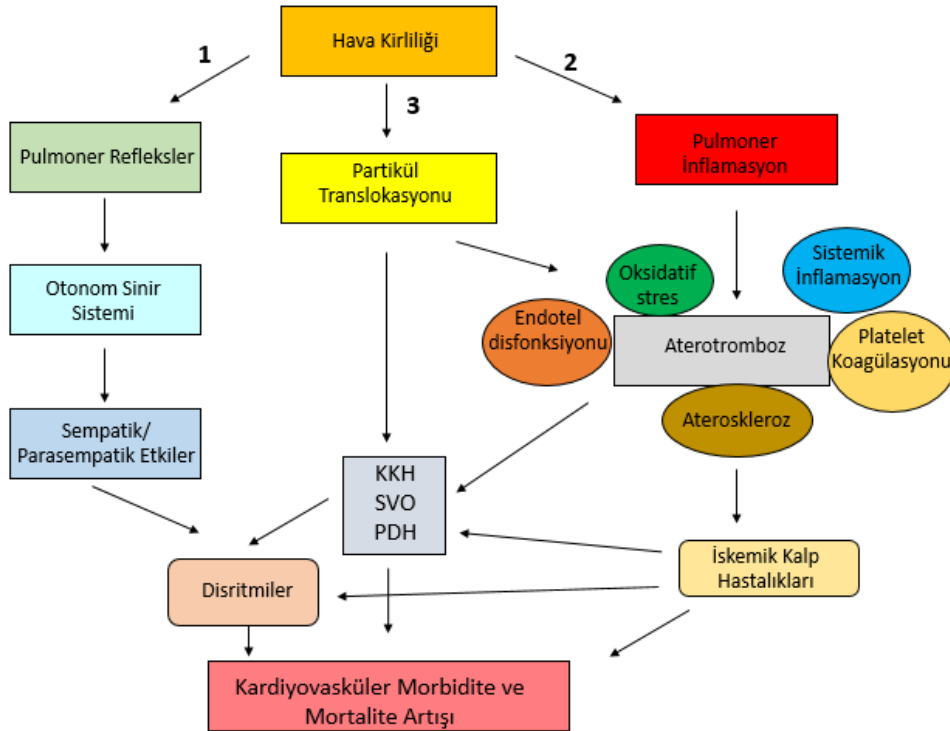
- KOAH hastalarında hastane başvuruları ve mortalite artışı
- Astım semptomlarında alevlenme
- Kardiyovasküler hastalıkları olanların hastane başvurularında artış
- Diabet hastalarında hastane başvuruları ve mortalite artışı
- MI riski artışı
- Pulmoner ve sistemik inflamasyon
- Endotelial ve vasküler disfonksiyon
- Ateroskleroz gelişimi
- Enfeksiyon insidansında artış
- Solunum sistemi kanserleri
- Fetal ölüm, prematür doğum, düşük doğum ağırlığı
- İntrauterin büyüme geriliği (39)

Bu etkilerin gelişiminde ve akut alevlenmelerde anahtar süreç inflamasyondur. İnflamasyon, iltihaplı organlara göç eden immün sistem hücreleri de dâhil olmak üzere çeşitli hücreleri içeren bir süreçtir. Akciğerde birinci savunma hattı, fagositize makrofajları ve epitel hücrelerini içerir. Bu hücreler, adezyon moleküllerine ek olarak kemokinler, sitokinler, lökotrienler ve prostaglandinler gibi çeşitli sinyal moleküllerini salgılayabilirler (Şekil 17) (57).



Şekil 17. PM kaynaklı inflamasyonun akciğere ve kardiyovasküler hastalıklara etki mekanizması (57)

PM maruziyeti sonrası solunan parçacıkların, kardiyovasküler sisteme nasıl etkisi olduğuna dair varsayılan 3 yol vardır: Birincisi otonom sinir sistemi imbalansı, ikincisi pulmoner ve dolayısıyla sistemik inflamasyon/oksidatif stres ile çeşitli mediatörlerin sistemik dolaşıma geçmesi ve üçüncüsü de partikül veya spesifik kimyasal bileşenlerin, doğrudan sistemik dolaşıma geçerek kalp ve damarları etkilemesi. Bunun haricinde kişilerin duyarlı olup olmamaları, PM'yi oluşturan maddeler, ek kirleticilerin varlığı, ortamdaki PM yoğunluğu ve maruziyet süresi gibi durumlar, etkilerin ortaya çıkmasını veya şiddetini etkileyen unsurlardır. Dolayısıyla, hava kirliliğinin tüm etkilerinin atfedilebileceği tek bir sorumlu mekanizma veya yol bulunmadığı muhtemeldir. Bu 3 mekanizma iç içe bir süreçte olabilir, sinerjistik olarak kardiyovasküler hastalık riskini arttırabilir (Şekil 18). Ancak, kardiyovasküler sistem etkilerinin indüksiyonunda akciğerlerin aktif etkisinin olup olmadığı kesin olarak söylenemese de, PM ile ilişkili interlökin 1-6 (IL-1, IL-6) ve tümör nekrozis faktör alfa (TNF) gibi sitokinler, C-reaktif protein (CRP) gibi akut faz reaktanları, endotelin gibi hemodinamik/vasküler aktivitesi olan moleküller gibi çok sayıda proinflamatuvar mediatör ile kardiyovasküler etkilerin ilişkisi olduğu kuvvetle muhtemeldir (58).



KKH:Konjestif Kalp Hastalığı, SVO: Serebrovasküler Olay, PDH: Periferik Damar Hastalıkları

**Şekil 18. PM maruziyetinin KVS hastalıklarına potansiyel yol açma mekanizmaları (58)**

Sağlık etkisi iyi bilinen bir diğer kirletici O<sub>3</sub>'tür. Ozonun vücutta meydana getirdiği hasara aracılık eden çeşitli mekanizmalar vardır:

- Ozon inhalasyonu, nazal kavite gibi solunum yollarının bazı kısımları daha hassas olmasına rağmen, solunum yollarının tamamında diffüz bir inflamasyona neden olur.

- Ozonun neden olduğu akut inflamasyonun, solunum sistemi ile sınırlı olmadığına dair kanıtlar vardır, çünkü sistemik inflamasyon belirteçleri de tespit edilmiştir. Ozon, mukosilyer klirensin bozulması, makrofaj aktivitesinde azalma ve dolaşımdaki lenfositler üzerindeki etkiler ile pulmoner savunmayı bozmaktadır.

- Ozon, bronşiyal aşırı duyarlılığa neden olur.

- Uzun süreli ozon maruziyeti, akciğerlerde, yaygın mukus hiperplazisi, bronşiyol daralması ve alveoler fibroz ile belirgin yapısal değişikliklere neden olur.

- Ozon, nörotoksisiteye neden olabilir.

Bu şekilde ozon solunum sistemi ve kardiyovasküler sistemi etkileyebilir, akciğer fonksiyonlarını azaltıp, astım ve ateroskleroz gelişimine sebep olarak yaşam beklentisini düşürebilir (39).

Bir diğer dış ortam kirleticisi olan NO<sub>2</sub>'nin yüksek konsantrasyonda solunması, havayollarını tahriş edebilir. Kısa süreli maruziyetler solunum yolu hastalıklarını, özellikle astımı şiddetlendirebilir, öksürük, hırıltı veya solunum sıkıntısına, hastane ve acil servis başvurularında artışa neden olabilir. Yüksek NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarına uzun süreli maruziyet astım gelişimine katkıda bulunabilir ve potansiyel olarak solunum yolu enfeksiyonlarına yatkınlığı artırabilir. Astım tanısı olan özellikle çocuk ve yaşlı hastalar, NO<sub>2</sub>'nin sağlık etkileri açısından genellikle daha büyük risk altındadır. NO<sub>2</sub> ayrıca diğer NO<sub>x</sub>'ler ile birlikte havadaki bir takım kimyasallarla reaksiyona girerek hem PM hem de ozon oluşturur ki her iki madde de solunum sistemine zararlıdır (59).

SO<sub>2</sub> de başlıca solunum sistemine zarar veren bir kirleticidir. Solunduktan sonra kısa sürede (10-15 dakika) etkileri hissedilir; öksürük, hırıltı, nefes darlığı gibi akut semptomlara yol açabilir. Özellikle astımlı kişiler SO<sub>2</sub> etkilerine tıpkı NO<sub>2</sub>'ye oldukları gibi daha duyarlıdırlar (60).

Hava kirliliğinin sağlık etkileriyle ilgili bilimsel literatürde oldukça fazla araştırma bulmak mümkündür. Kaliforniya Çocuk Sağlığı çalışması yeni ortaya çıkan astım ile yüksek konsantrasyondaki NO<sub>2</sub> düzeyleri arasında ilişki olduğunu söylemiştir (61). Gasana ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, NO<sub>2</sub> maruziyet artışının yeni başlangıçlı astım, PM10 maruziyetinin de, yeni tanı hırıltı ilişkisini ortaya koymuşlardır (62). Wang ve arkadaşlarının yaptığı bir meta analiz, uzun süreli hava kirliliği ile tip 2 diabet ilişkisini ortaya koymuştur (63).

Epidemiyolojik çalışmalar hem uzun hem de kısa süreli hava kirliliği maruziyetinin MI, kardiyak hasar, aritmi ve inme riskini artırdığını ve buna bağlı olarak prematür ölümlere neden olduğunu kanıtlamıştır (64,65). İki Amerikan araştırması (Amerikan Kanser Topluluğu ve Altı Şehir araştırmaları) uzun süre hava kirliliğine maruz kalma (özellikle PM) ve akciğer kanserinden ölümler arasındaki ilişkiyi gösteren ilk büyük çalışmalardandır. O zamandan beri, diğer hava kirliliği çalışmaları, akciğer kanseri ölümleri ve görülme sıklıkları ile ilişkilerini bildirmiştir (39). ESCAPE çalışması dokuz Avrupa ülkesindeki 17 çalışmadan elde edilen verileri kullanarak, PM'nin Avrupa'daki akciğer kanseri insidansına katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Bu çalışmalara dayanarak, IARC hava kirliliğini ve PM'yi grup 1 kanserojen olarak sınıflandırmıştır. Dış ortam hava kirliliğine maruz kalmanın, insan gen ekspresyonundaki değişikliklerle ve bunun artan kanser riskine bağlı genetik hasar ile ilişkili olduğuna dair güçlü kanıtlar olduğu sonucuna varılmıştır (39,66).

Kanser Önleme Çalışması-2'de akciğer kanseri haricinde PM2.5 ile böbrek ve mesane kanserlerine bağlı ölümlerle pozitif ilişkili bulunmuş, ayrıca NO<sub>2</sub> ve kolorektal kanser mortalitesi arasında anlamlı ilişki saptanmıştır (67). Kanada Nüfus Sağlık ve Çevre Kohortu çalışmasında PM2.5, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> tek başlarına ve iki veya üçlü modellerin hepsinde total mortalite, solunum yolu kanserleri, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklardan kaynaklı mortalite ile ilişkili bulunmuştur (68). Lee ve arkadaşları yaptıkları bir derlemede, farklı çalışmalarda PM2.5, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında her 10 µg/m<sup>3</sup> lük artışın inme insidansında çeşitli artışlarla ilişkili olduğunu göstermişlerdir (69). Çapraz ve arkadaşları İstanbul'da yaptıkları bir çalışmada PM10, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub>'nin total mortalite ve kardiyovasküler mortalite artışı ile ilişkili olduğunu söylemişlerdir (70).

### **Çevresel Etkileri**

Önemli sağlık etkileri olan hava kirliliği insan dışında tüm canlı hayatını ve ekosistemi de olumsuz etkilemektedir. PM'ler uzun mesafelere rüzgârla taşınıp sonrasında su ve toprağa karışabilmektedir. Kimyasal içeriklerine bağlı olarak; kıyı sularında ve büyük nehir havzalarındaki besin dengesini değiştirebilir, ormanlara ve tarla bitkilerine zarar verebilir, ekosistemlerin çeşitliliğini etkiler ve asit yağmuru etkilerine katkıda bulunabilirler (71).

Ozon; ormanlar, parklar ve vahşi yaşam alanları da dâhil olmak üzere hassas bitki örtüsü ve ekosistemleri etkiler. Bitkilerin güneş ışığını enerjiye dönüştürmek için kullandıkları ve büyüdükleri süreç olan fotosentezi azaltır, bitkinin büyümesini yavaşlatır, hassas bitkilerde hastalıkları, diğer kirleticilerin etkilerini ve şiddetli hava koşullarından kaynaklanacak zararları artırır. Ozonun tek tek bitkiler üzerindeki etkileri olduğu gibi; tür çeşitliliği kaybı (daha az bitki,

hayvan, böcek çeşidi gibi), bir ormandaki bitkilerin çeşidinde, habitat kalitesinde ve su ile besin döngülerinde değişiklikler gibi ekosistemler üzerinde de olumsuz etkileri olabilir (72).

NO<sub>2</sub> ve diğer NO<sub>x</sub>'ler asit yağmuru oluşturmak için atmosferdeki su, oksijen ve diğer kimyasallarla etkileşime girer. Asit yağmuru, göller ve ormanlar gibi hassas ekosistemlere zarar verir (59). Yüksek konsantrasyonlarda gaz haldeki SO<sub>x</sub>, yapraklarına zarar vererek ve büyümeyi azaltarak ağaçları ve bitkileri etkileyebilir. SO<sub>2</sub> ve diğer kükürt oksitler, hassas ekosistemlere zarar verebilecek asit yağmuruna katkıda bulunabilir (60).

### **Yapılara ve Eşyaya Etkileri**

Hava kirliliği canlı hayatı dışında binalar, eşyalar gibi cansız varlıkları da etkileyebilmektedir. Asit yağmuru ve kuru asidik parçacıklar toprağa düştüğünde sadece canlılara değil; heykellere, binalara ve diğer insan yapımı yapılara zarar verebilir. Asitli parçacıklar metali aşındırır ve boya ile taşın daha hızlı bozulmasına neden olur. Ayrıca binaların yüzeylerini ve anıtlar gibi diğer yapıları da kirletebilir. Bu hasarın sonucunda hasar gören malzemelerin onarılması veya değişimi gerekebilir, bakım maliyetleri artabilir (73).

### **AIR Q+**

AIR Q+ programı DSÖ Avrupa Bölge Ofisinde geliştirilen, hava kirliliği etkilerini ve hastalık yükünü belirlemede kullanılan bir yazılımdır. Hava kirliliğine uzun ve kısa süreli maruziyet etkilerini değerlendirmeyi sağlamaktadır. PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> ve siyah karbon (BC) kirleticileri için değerlendirme yapılabilir. Ayrıca katı yakıt kullanımı (SFU) ile ilgili iç ortam kirlilik etkilerinin tahmininde de kullanılabilir. Bu program kullanılarak PM<sub>2.5</sub> ortalamaları ile bir bölgede hava kirliliğine atfedilebilecek 30 yaş üstü toplam ölüm sayıları başta olmak üzere, 30 yaş üstü erişkinlerde akciğer kanseri ve KOAH'a, 25 yaş üstü erişkinlerde iskemik kalp hastalıkları ve inmeye, 5 yaş altı çocuklarda alt solunum yolu hastalıklarına atfedilecek ölüm sayıları hesaplanabilir. Ayrıca PM<sub>10</sub> ortalamaları ile hava kirliliğine atfedilebilecek, çocuklarda bronşit prevalansı, erişkinlerde kronik bronşit insidansı ve postneonatal infant mortalite sayıları hesaplanabilmektedir (74).

Air Q+ tarafından yapılan tüm hesaplamalar epidemiyolojik çalışmalar tarafından oluşturulan metodolojilere ve doz-cevap ilişkilerine dayanmaktadır. Yazılımda kullanılan doz-cevap ilişkisi mevcut tüm çalışmaların sistematik olarak gözden geçirilmesine ve meta-analizine dayanmaktadır. Dış ortam PM kirliliği için kullanıcının aşağıdaki verileri girmesi gerekir:

- Hava kalitesi verileri: Uzun süreli etkileri için ortalama konsantrasyon, Kısa vadeli etkileri için detaylı konsantrasyon (saatlik, günlük ortalamalar gibi);

- Risk altındaki nüfus (örneğin:30 yaş üstü yetişkin sayısı);
- Çalışılan popülasyondaki temel sağlık sonuçlarının oranları (insidans vs.) gibi sağlık verileri;
- Değerlendirme için bir kesme değeri (örneğin PM2.5 için 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- DSÖ tarafından sağlanan varsayılan değerlerden farklıysa, Rölatif Risk (RR) değeri;
- Yaşam tablosu analizi kullanılırken, her ikisi de yaşa göre sınıflandırılan nüfus verileri ve ölüm verileri.

Hesaplamaları kolaylaştırmak için,AIR Q+ seçilmiş kirleticiler için sağlık sonuçlarının RR'lerini, PM2.5 ve PM10 arasında ulusal düzeyde dönüşüm faktörünü ve dünya genelinde ulusal düzeyde katı yakıt kullanım istatistiklerini içermektedir (74).

AIR Q+ programının kısıtlılıkları; dış ortam hava kirliliği izlem verilerine nüfusun maruziyetinin proxy göstergesidir. Hesaplamalar çoklu maruziyet durumlarını hesaba katmamaktadır. Morbidite tahminleri, hastaneye yatışla ilgili sağlık sonuçlarının değerlendirilmesindeki zorluk nedeniyle düşük güvenilirlik göstermektedir (74).

AIR Q+ programı ile birçok ülkede hava kirliliğine atfedilebilecek ve kirlilik ulusal ya da DSÖ'nün belirlediği limitlere düşürülürse önlenebilecek ölüm sayıları ve oranlarının hesaplandığı çalışmalar yapılmış olup, ülkemizdeki çeşitli illere göre atfedilen ölüm sayı ve oranları Tablo 7'de sunulmuştur (75).

**Tablo 7. Çeşitli illerde 30 yaş üstü doğal ölümler içerisinde PM 2.5 kirliliğine atfedilen ölüm sayıları, ölüm oranları ve 100.000 kişi başına düşen ölüm sayıları (2017) (75)**

<b>Şehir</b>	<b>Yıllık PM2.5 ortalaması (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı</b>	<b>Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Oranı (%)</b>	<b>Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)</b>
<b>Edirne</b>	34	452	13,4	165,4
<b>Kırklareli</b>	28	288	10,3	120
<b>Tekirdağ</b>	40	824	16,5	129,7
<b>Adana</b>	37	1417	15	106,3
<b>Ankara</b>	26	2139	9,2	62,6
<b>Bursa</b>	48	3098	20,4	165,1
<b>Çanakkale</b>	24	343	8,1	95,7
<b>Düzce</b>	53	485	22,8	207,2
<b>İstanbul</b>	28	5851	10,3	63,3
<b>İzmir</b>	28	2518	10,3	89
<b>Kayseri</b>	45	1169	19	141,4
<b>Konya</b>	47	2082	20	161
<b>Samsun</b>	37	1207	15	144,3
<b>Tokat</b>	42	733	17,5	192
<b>Trabzon</b>	27	463	9,7	92,5

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### ARAŞTIRMA BÖLGESİNİN TANITILMASI

#### **Edirne**

Tarihsel bir geçmişi olan Edirne, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesinin Trakya kesiminde yer almaktadır. 41° 40' kuzey enlemleri ile 26° 34' doğu boylamları arasında bulunan şehrin batısında Yunanistan, kuzeyinde Bulgaristan ülkeleri ile komşuluğu olup, doğuda Tekirdağ ve Kırklareli, güneyde Çanakkale ile komşudur. Kuzeyinde Istranca Dağları, orta kısmında Ergene Havzası, güneyinde Kuru dağları ve çeşitli platolar ile batısında Meriç Nehri ve Ovası yer almaktadır. İklimi karasaldir. En yüksek sıcaklık ortalamaları, temmuz ve ağustos aylarında, en düşük ortalamalar ise ocak ve şubat aylarında ölçülmektedir. En çok yağış ilkbahar aylarında olup, yıllık yağış ortalaması yaklaşık 450 kg/m<sup>2</sup>'dir. Türkiye'nin Avrupa'ya bağlantısını sağlayan kara ve demiryollarına sahip olan Edirne'de, ülkemizin en büyük sınır kapısı olan Kapıkule ile birlikte, Pazarkule, İpsala, Hamzabeyli gibi sınır kapıları yer almaktadır (76). Sanayi kuruluşları ve faaliyetleri, komşusu olan Kırklareli ve Tekirdağ'a göre daha az olsa da ilde başlıca sektör tarımsal ürünlerin işlendiği gıda sanayiidir. Özellikle yağ, çeltik, un, süt-süt ürünleri tesisleri bunlardan en önemlileridir. Son yıllarda tekstil sanayii de önem kazanmaya başlamıştır. En büyük iki ilçesi olan Keşan ve Uzunköprü'de sanayi diğer ilçelere göre biraz daha yoğundur (77).

#### **Kırklareli**

Marmara bölgesinde yer alan bir diğer il olan Kırklareli; batısında Edirne, kuzeyinde Bulgaristan, güneyinde Tekirdağ, doğusunda ise kuzeyde Karadeniz, güneyde Tekirdağ ile komşudur. 41° 13' 34'' ve 42° 05' 03'' kuzey paralelleri ile 26° 54' 14'' ve 28° 06' 15'' doğu meridyenleri arasında yer bulunan ilde, kuzey ve doğu bölgelerinde orman ve dağlar mevcutken



diğer bölgelerde düzlükler hâkimdir. Karasal iklim ile beraber özellikle yıldız Dağları'nın kuzeyinde Karadeniz iklimi de görülmektedir. Bu sebeple kuzeyde, kıyı kesimlerde yağış, iç kesimlere göre daha yüksektir. Sanayi daha çok Lüleburgaz ilçesinde yoğunlaşmıştır ve hızla artmaktadır. 2017 itibarıyla 807 sanayi tesisi bulunan ilde cam, tekstil, gıda, ilaç önemli sanayi alanlarındandır. İlde ayrıca çeşitli madencilik faaliyetleri de yürütülmektedir (78).

### **Tekirdağ**

Marmara denizinin kuzeyinde bulunan, tamamı Trakya topraklarındaki 3. şehirdir. Batısında Edirne, Kuzeyinde Kırklareli, güneyinde Marmara Denizi ve doğusunda İstanbul ile komşuluğu bulunmaktadır. İlin iklimi ılıman bir iklimdir. Ergene havzasının bulunduğu kıyı kesimlerinde daha çok karasal iklim hâkimken, sahil kısmında ise Akdeniz iklimi egemen olup yazlar sıcak ve kışlar ılık olmaktadır. Özellikle kıyı kesimlerde iç kesimlere göre bir miktar yağış fazlalığı ve sıcaklık düşüklükleri olmaktadır. Sanayinin ilde önemli bir yeri olup, ilin Gayri Safi Yurt içi Hasılatı'nda % 43,5 payı vardır. Tarım ve haberleşme diğer önemli sektörlerdendir. Sanayi özellikler Çorlu, Çerkezköy ve Merkez ilçede daha yoğundur. Tekstil başta olmak üzere, gıda, makine, metal eşya ve enerji önemli sektörlerdendir (79).

İllerin 2015, 2016 ve 2017 yıllarına ilişkin çeşitli demografik bilgileri Tablo 8'de, illere ait bir takım sağlık göstergeleri ise Tablo 9'da sunulmuştur (80-82).

**Tablo 8. İllere göre bazı demografik göstergeler (80-82)**

<b>İl</b>	<b>Yıl</b>	<b>Nüfus</b>	<b>Kırsal nüfus oranı (%)</b>	<b>Kentsel nüfus oranı (%)</b>	<b>0-14 yaş nüfus oranı (%)</b>	<b>65 yaş üstü nüfus oranı (%)</b>	<b>Toplam yaş bağımlılık oranı (%)</b>
<b>Edirne</b>	2015	402537	35,3	64,7	15,4	12,9	39,4
	2016	401701	34,8	65,2	15,3	13,3	40,1
	2017	406855	33,8	66,2	15,1	13,5	40,2
<b>Kırklareli</b>	2015	346973	38,5	61,5	15,7	12,4	45
	2016	351684	38	62	15,6	12,5	39,1
	2017	356050	37,2	62,8	15,5	12,9	39,6
<b>Tekirdağ</b>	2015	937910	0	100	21,3	7,9	41,2
	2016	972875	0	100	21,4	8	41,7
	2017	1005463	0	100	21,6	8,1	42,1

**Tablo 9. İllere göre bazı sağlık göstergeleri (80-82)**

İl	Yıl	Hastane sayısı	10.000 kişiye düşen yatak sayısı	AH birimi sayısı	AH başına düşen nüfus	Kişi başı hekim başvurusu	1000 kişiye düşen hekim sayısı
<b>Edirne</b>	2015	10	46,4	118	3411	10,8	2,56
	2016	11	47,9	127	3163	11,4	2,66
	2017	11	47	129	3154	11,4	2,63
<b>Kırklareli</b>	2015	9	25	98	3541	9,1	1,27
	2016	9	25,6	113	3112	9,2	1,42
	2017	9	24,8	113	3151	9,6	1,40
<b>Tekirdağ</b>	2015	20	22	244	3844	8,7	1,34
	2016	20	26,4	293	3320	8,7	1,36
	2017	19	27,3	300	3352	8,9	1,36

AH: Aile hekimi.

Araştırmaya dâhil edilen il ve ilçe merkezlerindeki hava kalitesi izleme istasyonları ile istasyonlara ait bilgiler Tablo 10'da gösterilmiştir (83).

**Tablo 10. Hava Kalitesi İzleme İstasyonları ve İstasyon Bilgileri (83)**

İstasyon Yeri	İstasyon Koordinatları (Enlem/Boylam)	Ölçümü Yapılan Kirleticiler
<b>Edirne-Merkez UHKİS</b>	41° 39' 33" K - 26° 35' 06" D	PM10, PM2.5, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
<b>Keşan MTHM</b>	40° 51' 04" K - 26° 38' 07" D	PM10, PM2.5, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
<b>Kırklareli-Merkez UHKİS</b>	41° 43' 28" K - 27° 12' 52" D	PM10, PM2.5, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
<b>Lüleburgaz MTHM</b>	41° 23' 54" K - 27° 20' 45" D	PM10, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>
<b>Tekirdağ-Merkez MTHM</b>	40° 58' 38" K - 27° 30' 11" D	PM10, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO
<b>Tekirdağ-Merkez-UHKİS</b>	40° 58' 35" K - 27° 30' 45" D	PM10, PM2.5, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
<b>Çerkezköy MTHM</b>	41° 18' 49" K - 27° 58' 48" D	PM10, PM2.5, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , CO

MTHM: Marmara Temiz Hava Merkezi, UHKİS: Ulusal Hava Kalitesi İzleme İstasyonu.

Edirne merkez ilçe ve Keşan'daki hava kalitesi izleme istasyonlarının harita üzerindeki konumları Şekil 19 ve 20'de sunulmuştur (84,85).



Şekil 19. Edirne Merkez İlçe Hava Kalitesi İzleme İstasyonunun Konumu (84)



Şekil 20. Keşan Marmara Temiz Hava Merkezi (MTHM) İstasyonunun Konumu (85)

Kırklareli merkez ilçe ve Lüleburgaz'da bulunan hava kalitesi izleme istasyonlarının harita üzerindeki konumları Şekil 21 ve 22'de gösterilmiştir (86,87).

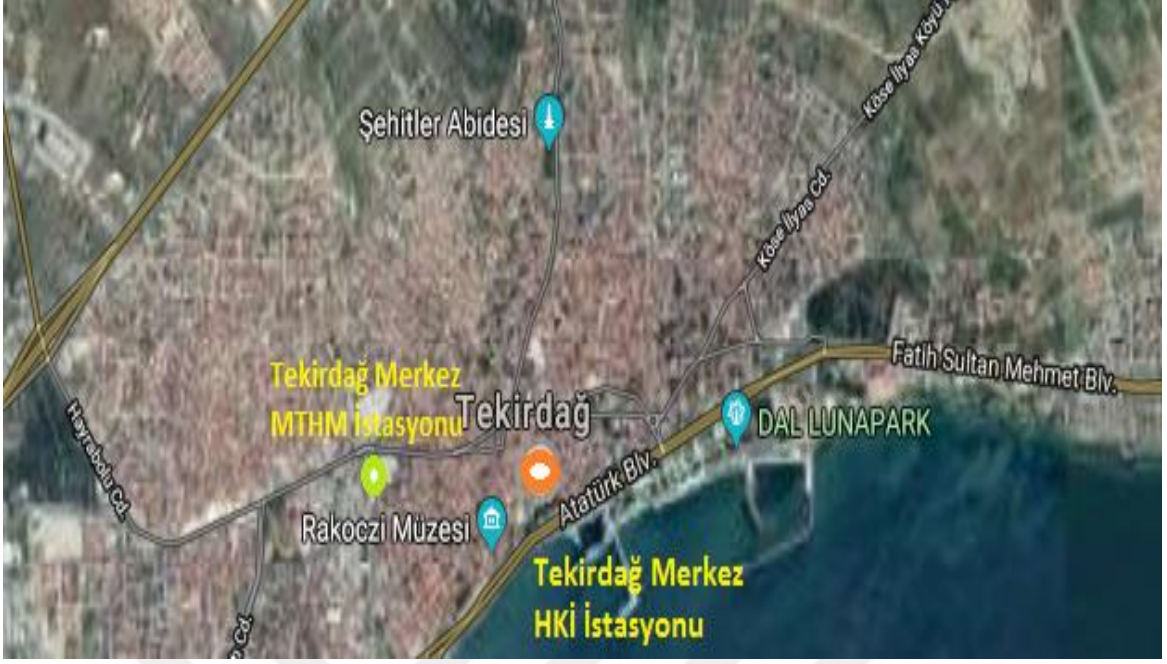


Şekil 21. Kırklareli Merkez İlçe Hava Kalitesi İzleme İstasyonunun Konumu (86)

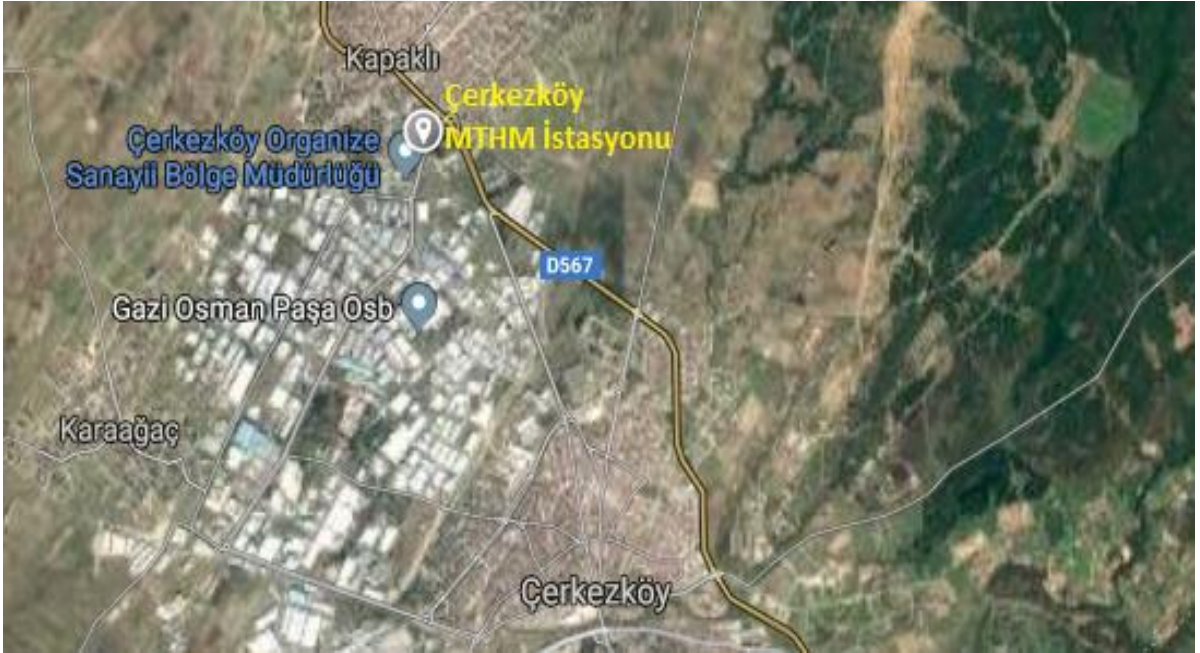


Şekil 22. Lüleburgaz MTHM İstasyonunun harita üzerindeki konumu (87)

Tekirdağ Merkez Süleymanpaşa ilçesi ve Çerkezköy'de yer alan hava kalitesi izleme istasyonlarının harita konumları Şekil 23 ve 24'te sunulmuştur (84).



Şekil 23. Tekirdağ Merkez ilçe hava kalitesi izleme istasyonu ve MTHM İstasyonunun harita üzerindeki konumu (84)



Şekil 24. Çerkezköy MTHM istasyonunun harita üzerindeki konumu (84)

Bazı istasyonların dıştan görünüşleri Şekil 25 ve 26’da sunulmuştur (79,88).



**Şekil 25. Edirne Merkez İlçe Hava Kalitesi İzleme İstasyonu (88)**



**Şekil 26. Tekirdağ Merkez Süleymanpaşa İlçesi MTHM İstasyonu (79)**

## **ARAŞTIRMANIN TİPİ**

Araştırmamız tanımlayıcı tipte, ekolojik bir çalışmadır.

## **ARAŞTIRMANIN EVRENİ ve ÖRNEKLEMİ**

TÜİK'in TR21 alt gruplamasında yer alan 3 il olan Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde yer alan ve hava kalitesi ölçümü yapılan il ve ilçe merkezleri çalışmamıza dâhil edilmiştir. Edirne Karaağaç istasyonu ve Kırklareli Limanköy istasyonu kırsal olmaları sebebiyle, Kırklareli Vize istasyonunda PM ölçümü yapılmadığı için ve Çorlu merkez ile organize sanayi bölgesindeki MTHM istasyonlarında kirlilik ölçümleri 2017 kasım ayından sonra başladığı için çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Aylık ve yıllık ortalamaları hesaplamak için, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın internet sitesi olan [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) sitesinden elde edilen 01.01.2015-31.12.2017 tarihleri arasındaki saatlik PM10 ölçüm verileri kullanılmıştır.

## **ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİ**

H<sub>0A</sub>: Çalışmanın yapıldığı merkezlerde PM10 kirliliği yoktur.

H<sub>1A</sub>: Çalışmanın yapıldığı merkezlerde PM10 kirliliği vardır.

H<sub>0B</sub>: Çalışmanın yapıldığı merkezler arasında PM10 kirliliği açısından fark yoktur.

H<sub>1B</sub>: Çalışmanın yapıldığı merkezler arasında PM10 kirliliği açısından fark vardır.

H<sub>0C</sub>: Ölçümlerin yapıldığı yerlerde PM10 hava kirliliği ile çeşitli mortalite ölçütleri arasında ilişki yoktur.

H<sub>1C</sub>: Ölçümlerin yapıldığı yerlerde PM10 hava kirliliği ile çeşitli mortalite ölçütleri arasında ilişki vardır.

H<sub>0D</sub>: Yaz ve kış ayları arasında PM ve ölüm sayıları açısından farklılık yoktur.

H<sub>1D</sub>: Yaz ve kış ayları arasında PM ve ölüm sayıları açısından farklılık vardır.

## **ARAŞTIRMANIN DEĞİŞKENLERİ**

### **Bağımlı Değişkenler**

Çalışmamızın bağımlı değişkenleri aylık ölüm sayıları, kaba ölüm hızı, cinsiyete özel ölüm hızları, 30 yaş üstü ve 65 yaş altı özel ölüm hızları, postneonatal ölüm hızı, prematür (65 yaş altı) ölüm hızı, kardiyovasküler sistem hastalıklarına özel orantılı ölüm hızı, solunum sistemi hastalıklarına özel orantılı ölüm hızı, merkezi sinir sistemi hastalıklarına özel orantılı

ölüm hızı, endokrin sistem hastalıklarına özel orantılı ölüm hızı, kansere özel orantılı ölüm hızıdır.

### **Bağımsız Değişkenler**

Çalışmamızın bağımsız değişkenleri PM10 ortalamaları, yıl, cinsiyet, PM10 ölçümü olan il ve ilçe merkezleridir.

### **ARAŞTIRMANIN İZİNLERİ ve ETİK KURUL ONAYI**

Araştırmanın yürütülebilmesi için, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 18.06.2018 tarihinde gerekli izinler alınmış olup; onay yazısı (Ek-1) ekte sunulmuştur.

### **ARAŞTIRMA VERİLERİNİN DÜZENLENMESİ ve ANALİZİ**

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Hava Kalitesi İzleme ağı olan [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) internet sitesinden Edirne merkez ilçe Çevre ve Şehircilik Bakanlığı istasyonu, Edirne-Keşan MTHM İstasyonu, Kırklareli merkez ilçe Çevre ve Şehircilik Bakanlığı istasyonu, Lüleburgaz MTHM istasyonu, Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı istasyonu ve MTHM istasyonu ile Çerkezköy MTHM istasyonlarına ait 01.01.2015-31.12.2017 tarihleri arasındaki saatlik veriler alınmıştır.

İstasyonlarda ölçülen saatlik PM10 değerleri çalışmamızda incelenmiştir. Ölçüm değeri 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak girilen değerlerin olduğu saatler ölçüm yapılmamış kabul edilip ortalamalar hesaplanırken değerlendirmeye alınmamıştır. Aylık ölçülmesi gereken 720 (30 gün için) ve yıllık ölçülmesi gereken 8760 adet ölçümden (365 gün için) en az %75'i (540 ve 6570 ölçüm) gerçekleştirilen ayların ve yılların ortalaması alınarak, aylık ve yıllık ortalama PM10 değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar DSÖ'nün yıllık PM10 ortalama üst limit değeri ve AB'nin 24 saatlik üst limiti ile karşılaştırılmıştır.

AIR Q+ özellikle DSÖ Avrupa bölgesi için geliştirilen çeşitli sağlık etkilerinin hesaplanabildiği bir programdır. Bu program kullanılarak PM2.5 ortalamaları ile bir bölgede hava kirliliğine atfedilebilecek 30 yaş üstü toplam ölüm sayıları başta olmak üzere, 30 yaş üstü erişkinlerde akciğer kanseri ve KOAH'a, 25 yaş üstü iskemik kalp hastalıkları ve inme, 5 yaş altı çocuklarda alt solunum yolu hastalıklarına bağlı ölüm sayıları hesaplanabilir. Ayrıca PM10 ortalamaları ile hava kirliliğine atfedilebilecek, çocuklarda bronşit prevalansı, erişkinlerde kronik bronşit insidansı ve postneonatal infant mortalite sayıları hesaplanabilmektedir. Çalışmanın yapıldığı yıllarda ölçüm olan istasyonlardan sadece 2'sinde PM2.5 ölçüm verisi mevcut olduğundan, programın kendisinin de otomatik bir şekilde yapabildiği gibi; PM10'dan PM2.5'e çevrim, DSÖ'nün Türkiye için önerdiği 0.67 katsayısıyla yapılarak ortalama PM2.5



değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplanan PM2.5 ortalamalarıyla gerekli verilerle programa girilerek her bölge için, kirlilik DSÖ limitlerine indirildiğinde önlenebilecek ölüm sayıları, yüzdeleri ve yüz binde olarak ölüm oranları hesaplanmıştır. Ayrıca PM10 ortalamalarıyla da illerde kirliliğe atfedilebilecek postneonatal ölüm sayıları ve yüzdeleri hesaplanmıştır.

TÜİK'ten 2015, 2016 ve 2017 yılları için kaba ölüm hızları, il ve ilçe merkezi nüfusları ile yaş gruplarına dağılımı, aylık ve yıllık ölüm sayıları, ölümlerin nedenleri ve yaş gruplarına dağılımları gibi bir takım veriler TÜİK'in internet sitesi olan [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) adresindeki veri tabanlarından elde edilmiştir. İnternet üzerinden ulaşılamayan mikro veriler ise TÜİK ile e-posta aracılığıyla iletişime geçilerek edinilmiştir. Elde edilen verilerle kaba ölüm hızları, 30 yaş üstünde yaralanma, kaza, cinayet gibi dışsal nedenler dışında meydana gelen ölümlerin 30 yaş üstü nüfusa bölünmesiyle elde edilen 30 yaş üstü için doğal ölüm hızı, çeşitli yaşa özel ölüm hızları, nedene özel ölüm hızları, nedene özel orantılı ölüm hızları gibi bir takım mortalite ölçütleri hesaplanmıştır.

Çalışmamızda hava kalitesi verileri için T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme ağından alınan hava kirleticilerin saatlik ve yıllık ortalamaları, TÜİK'ten elde edilen veriler ile bu verilerle hesaplanan çeşitli mortalite verileri Microsoft Office Professional Plus 2016 Excel programı aracılığı ile oluşturulan veri tabanına girilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilirken, istatistiksel analiz için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 20.0 programı kullanılmıştır (SPSS 20.0 programı için seri numarası: 10240642).

01.01.2015-31.12.2017 tarihleri arasındaki saatlik ve yıllık PM10 değerleri, ölüm sayıları, kaba ölüm hızı, yaşa ve nedene özel ölüm hızları gibi veriler SPSS veri tabanına girilmiştir. Girilen veriler için tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, ortanca, maksimum ve minimum) yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan verilerin normal dağılıma uyup uymadığını belirlemek için tek örnek Kolmogorov-Smirnov testi yapılmış ve normal dağılıma uymayan verilerimiz arasındaki ilişkiyi bulmak için Spearman korelasyon testi yapılmıştır. Çalışmada istatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak alınmış olup, korelasyon kat sayısı için aşağıdaki sınıflama kullanılmıştır.

- $r = 0,00-0,25$  çok zayıf korelasyon
- $r = 0,26-0,49$  zayıf korelasyon
- $r = 0,50-0,69$  orta korelasyon
- $r = 0,70-0,89$  yüksek korelasyon
- $r = 0,90-1,00$  çok yüksek korelasyon

İller arasındaki ve yıllara göre PM10 kirliliğini değerlendirmek için de non-parametrik bir test olan Kruskal-Wallis analizi yapılmıştır. Analiz sonrası farklılıkların nedeni post-hoc testlerle belirlenmiştir. Veri sayısının az olduğu durumlarda PM10 ile ölümler arasındaki ilişki gözlemsel olarak değerlendirilip, herhangi bir istatistik yapılmayıp tablolar ve şekillerle sunulmuştur. Yaz-kış dönemleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için dağılım normal olduğu durumlarda bağımsız örneklem t-testi, dağılımın normal olmadığı durumlarda Mann-Whitney analizi ile gruplar karşılaştırılmıştır.

### **ARAŞTIRMANIN KISITLILIKLARI**

Araştırmada kullanılan saatlik PM10 değerleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı internet sitesinden elde edilen veriler olup, doğrudan ölçümle elde edilmemiştir. Ölçülen PM10 değerlerinin adı geçen ilçeleri temsil ettikleri ve gerçek durumu yansıttığı varsayılmıştır. İl geneli ortalamalar hesaplanırken her ilçede hava kalitesi istasyonu bulunmadığından dolayı, ölçüm olan merkezlerin aritmetik ortalamaları hesaplanmış ve il geneli ortalamasının gerçek durumunu yansıttığı varsayılmıştır.

Ölümlerle ilgili veriler ÖBS'den alınamadığı için günlük ölüm verileri kullanılamamış; ölüm sayıları aylık ve yıllık olarak TÜİK'ten elde edilmiştir.

TÜİK'ten alınan ölüm sayıları ve nedenlerinin gerçek durumu yansıttığı ve ölümlerin ilgili bölgelerde yaşayan kişileri doğru olarak yansıttığı varsayılmıştır.

Tekirdağ'ın nüfusu % 100 kentsel olarak gösterildiği için çalışmamızda ve yapılacak çalışmalarda kırsal nüfusu temsil şansı olmamaktadır.

AIR Q+ programı çeşitli hesaplamaları yapabilmek için PM2.5 ve PM10 ölçüm değerlerini gerektirmektedir. Çalışmamızda, ölçümlerini hesapladığımız 2015,2016 ve 2017 yıllarında, çalışmamıza dâhil ettiğimiz 6 merkezden sadece 2'sinde PM2.5 ölçümü olduğundan tüm istasyonlar için PM10 üzerinden çevrimle PM2.5 ortalamaları hesaplanmıştır ve gerçek durumu yansıttığı varsayılmıştır.

Çalışmamız ekolojik bir çalışma olduğu için; ölüm sayıları, yaşa ve nedene özel ölüm hızları ile PM kirliliği arasında ilişki olsa da ilişkinin nedenselliği konusunda bir fikir vermeyecektir.

## BULGULAR

### PM10 Değerleri

Aylık ortalamalara göre 2015, 2016 ve 2017 yılları için; Edirne Merkez ilçede en düşük ortalama 2017 mayıs ayında  $31,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olup, Keşan'da 2016 eylülünde  $39,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Kırklareli Merkez ilçede 2015 yılı haziran ayında  $5,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Lüleburgaz'da 2016 temmuz ayında  $25,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Tekirdağ merkez ilçede 2017 yılı mayıs ayında  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve Çerkezköy'de de 2016 haziran ayında  $23,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak bildirilmiştir.

En yüksek aylık ortalama PM10 değerleri, Edirne merkez ilçede 2015 ve 2016 yıllarında aralık ayında ( $91,95$  ve  $61,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve 2017 yılında da ekim ayında ( $63,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ölçülmüştür. Keşan'da 2015 ve 2016 yıllarında en yüksek PM10 değerleri aralık ayında ( $147,55$  ve  $116,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2017 yılında da ocak ayında ölçülmüştür. Kırklareli merkez ilçede 2015'te ( $112,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve 2016'da aralık ( $90,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2017'de şubat ( $73,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ayları PM10 kirliliğinin en yüksek düzeyde olduğu aylardır. Lüleburgaz'da 2015 ve 2016 yıllarında aralık ayları ( $66,98$  ve  $48,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2017 yılında ocak ayı ( $49,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) PM10 ortalamasının en yüksek ölçüldüğü aylardır. Tekirdağ merkez ilçede en yüksek aylık PM10 ortalamaları 2015'te  $108,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile aralık ayında, 2016'da  $106,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile nisan ayında ve 2017 yılında da  $93,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile mart ayında hesaplanmıştır. Çerkezköy'de ise 2015 ve 2017 yıllarında aralık ayında ( $61,40$  ve  $58,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2016'da ise şubat ayında ( $58,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) PM10 en yüksek aylık ortalama değerlerine ulaşmıştır (Tablo11).

**Tablo 11. İstasyonlarda 2015-2017 arasında ölçülen en düşük ve yüksek PM10 değerleri**

İstasyon	En düşük ölçümün olduğu yıl ve ay	En düşük ölçüm değeri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	En yüksek ölçümün olduğu yıl ve ay	En yüksek ölçüm değeri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Edirne Merkez</b>	Mayıs-2017	31,17	Aralık-2015	91,95
<b>Keşan</b>	Eylül-2016	39,60	Aralık-2015	147,55
<b>Kırklareli Merkez</b>	Haziran-2015	5,18	Aralık-2015	112,94
<b>Lüleburgaz</b>	Temmuz-2016	25,49	Aralık-2015	66,98
<b>Tekirdağ Merkez</b>	Mayıs-2017	54	Aralık-2015	108,68
<b>Çerkezköy</b>	Haziran-2016	23,21	Aralık-2015	61,40

2015, 2016 ve 2017 yıllarında istasyonların yıllık PM10 ortalamaları sırasıyla; Edirne merkez ilçede  $55,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $46,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $45,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Keşan'da  $82,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $70,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $71,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Kırklareli Merkez ilçede  $48,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $73,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $60,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Lüleburgaz'da  $43,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $35,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $38,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tekirdağ Merkez ilçede  $78,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $87,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $69,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Çerkezköy'de  $39,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $40,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $41,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak bulunmuştur.

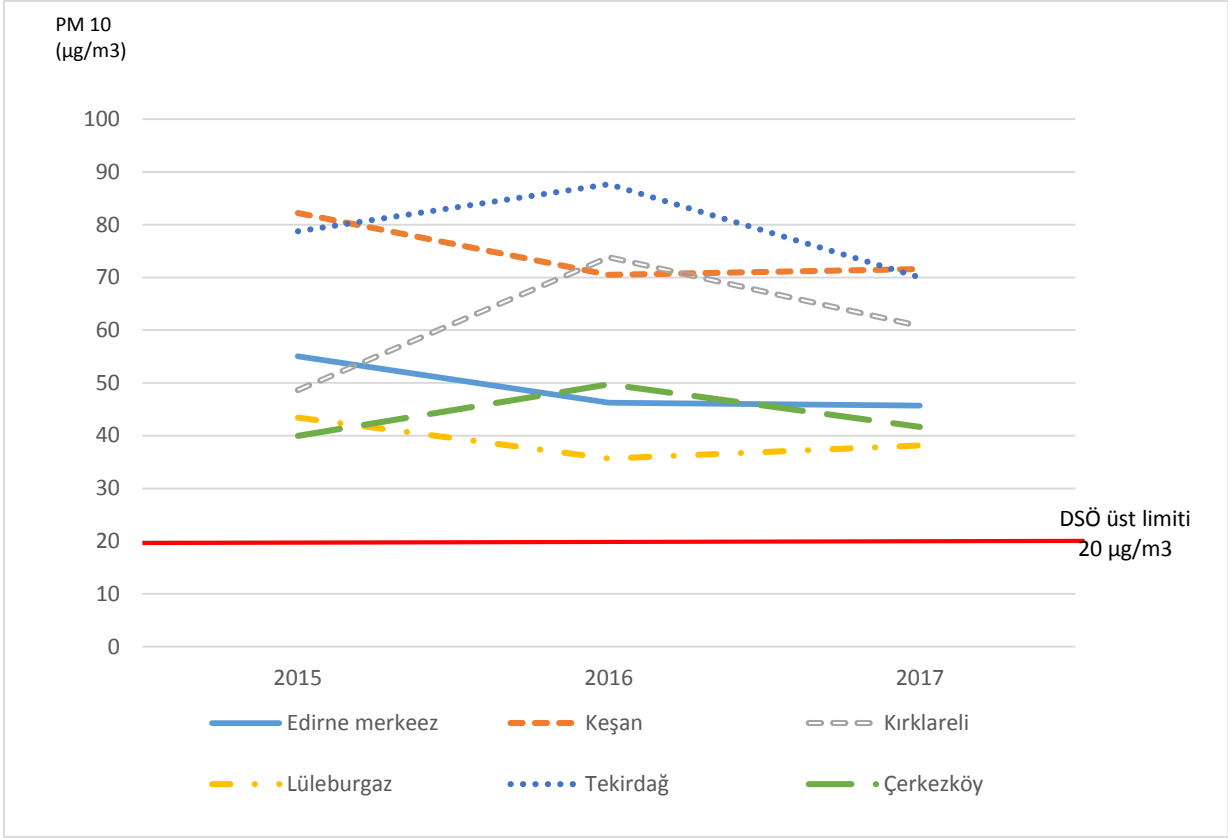
3 yıllık PM10 ortalaması Edirne merkez ilçede  $48,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Keşan'da  $74,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Kırklareli Merkez ilçede  $61,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Lüleburgaz'da  $39,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Tekirdağ Merkez ilçede  $78,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve Çerkezköy'de  $40,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanmıştır

İstasyonlar bazında yıllık PM10 ortalamalarının çalışmamızda dâhil ettiğimiz 3 yıl içerisinde en yüksek hesaplandığı yıllar; Edirne merkez ilçe ( $55,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Keşan ( $82,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Lüleburgaz'da ( $43,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 2015 yılı, Kırklareli merkez ilçe ( $73,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ile Tekirdağ merkez Şüleymanpaşa ilçelerinde ( $87,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 2016 yılı, Çerkezköy'de ( $41,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 2017 yılıdır. En düşük yıllık PM10 ortalamaları; Kırklareli merkez ilçe ( $70,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Çerkezköy'de ( $39,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 2015 yılında, Keşan ( $70,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Lüleburgaz'da ( $35,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 2016 yılında, Edirne merkez ilçe ( $45,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Tekirdağ merkez Şüleymanpaşa ilçelerinde de ( $69,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 2017 yıllarında ölçülmüştür (Tablo 12 ve Şekil 27).

Tüm istasyonlarda yıllık ve 3 yıllık ortalamalar DSÖ yıllık üst limitinin ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en az 2 katı olup, Kırklareli merkez ilçede 3, Keşan ve Tekirdağ merkez ilçede yaklaşık 4 katına ulaşmıştır.

**Tablo 12. İstasyonlara Göre Yıllık ve 3 Yıllık PM10 Ortalamaları**

<b>İstasyonun Yeri</b>	<b>Yıl</b>	<b>PM10 Ortalaması (min-max)</b>	<b>3 yıllık ortalama</b>
Edirne Merkez İlçe	<b>2015</b>	55,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2,60 – 728,12)	48,97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>2016</b>	46,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,48 – 402,03)	
	<b>2017</b>	45,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4,37 – 341,91)	
Keşan	<b>2015</b>	82,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5,47 – 845,40)	74,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>2016</b>	70,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6,20 – 664,73)	
	<b>2017</b>	71,61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7,21 – 470,80)	
Kırklareli Merkez İlçe	<b>2015</b>	48,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,01 – 724,93)	61,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>2016</b>	73,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1,41 – 787,09)	
	<b>2017</b>	60,76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,42 – 499,61)	
Lüleburgaz	<b>2015</b>	43,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1,05 – 517,60)	39,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>2016</b>	35,67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,99 – 485,67)	
	<b>2017</b>	38,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2,15 – 326,92)	
Tekirdağ Merkez Süleymanpaşa ilçesi	<b>2015</b>	78,74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9,83 – 829,58)	78,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>2016</b>	87,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7,07 – 797,56)	
	<b>2017</b>	69,99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5,28 – 699,04)	
Çerkezköy	<b>2015</b>	39,97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3,80 – 683,20)	40,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>2016</b>	40,76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1,77 – 627,80)	
	<b>2017</b>	41,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,29 – 431,76)	



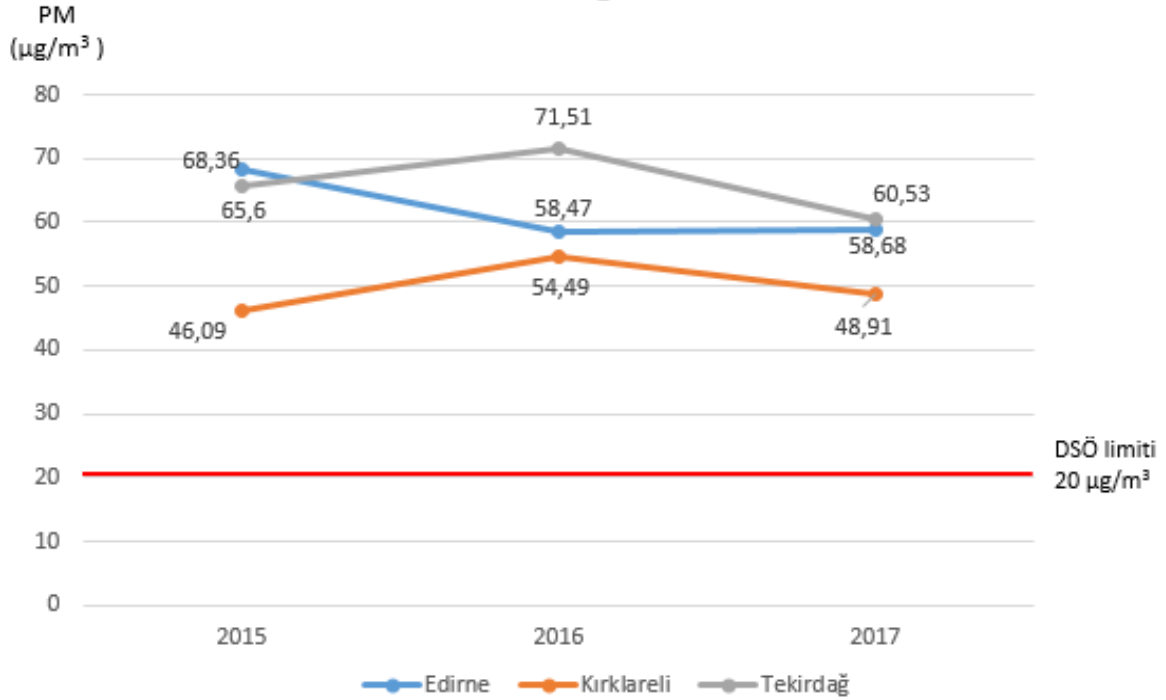
**Şekil 27. İstasyonlarda yıllara göre PM10 trendleri**

PM10 için AB'nin 24 saatlik ortalama üst değeri  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olan limitin 35 kereden fazla aşılması gerekmektedir. Çalışmamızda AB'nin günlük (24 saatlik) ortalama PM10 limiti sırasıyla 2015, 2016 ve 2017 yıllarında Edirne merkez ilçede 162, 116 ve 113 kez; Keşan'da 245, 210 ve 236 kez; Kırklareli merkez ilçede 154, 286 ve 225 kez; Lüleburgaz'da 79, 68 ve 66 kez, Tekirdağ merkez ilçede 311, 325 ve 265 kez; Çerkezköy'de ise 84, 90 ve 102 kez aşılmıştır.

İl geneli olarak değerlendirdiğimizde yıllık PM10 ortalamaları 2015,2016 ve 2017 için sırasıyla Edirne'de  $68,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $58,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $58,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Kırklareli'nde  $46,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $54,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $48,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tekirdağ'da  $65,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $71,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $60,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür (Tablo 13 ve Şekil 28). DSÖ'nün yıllık PM10 ortalaması üst limiti olan  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük değerle kıyaslandığında, 3 ilde de her yılın ortalamaları DSÖ limitinin en az yaklaşık 2,5 katıdır.

**Tablo 13. İllere Göre Yıllık ve 3 Yıllık PM10 Ortalamaları**

Şehir	Yıl	PM10 Ortalaması $\pm$ SS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3 yıllık ortalamalar $\pm$ SS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Edirne	2015	68,36 $\pm$ 55,49	61,77 $\pm$ 49,66
	2016	58,47 $\pm$ 48,52	
	2017	58,68 $\pm$ 43,12	
Kırklareli	2015	46,09 $\pm$ 46,05	49,87 $\pm$ 40,85
	2016	54,49 $\pm$ 43,88	
	2017	48,91 $\pm$ 30,04	
Tekirdağ	2015	65,60 $\pm$ 55,49	65,82 $\pm$ 55,88
	2016	71,51 $\pm$ 60,74	
	2017	60,53 $\pm$ 50,63	



**Şekil 28. Yıllara göre illerin PM10 trendleri**

Çalışmamızı yaptığımız 6 merkezde de 3 yıllık PM10 değerleri yıllar arasında farklılık göstermektedir. Farklılığın hangi yıllardan kaynaklandığına dair yapılan ikili post-hoc analizlerde; Edirne merkez ilçede 2015 yılı PM10 ortalaması, 2016 ve 2017 yıllarına göre

önemli olarak daha yüksekken ( $p<0.001$ ), 2016 ile 2017 yılı arasında kirlilik farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p=0.521$ ). Keşan’da yıllık PM10 düzeyi 2015 yılında, 2016 ve 2017 yıllarına kıyasla istatistiksel olarak önemli derecede fazlayken ( $p<0.001$ ), 2016 ile 2017 yılları arasında bu gözlenmemiştir ( $p=0.443$ ). Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesinde PM10 kirliliği 2015, 2016 ve 2017 yıllarının üçünde de önemli derecede birbirinden farklıdır ( $p<0.001$ ). Çerkezköy’de 2015 ve 2017 yılları arasında istatistiksel olarak PM10 düzeyleri farklıyken ( $p<0.05$ ), 2015 ile 2016 yılı ( $p=0.388$ ) ve 2016 ile 2017 arasındaki fark ( $p=0.263$ ) önemli değildir. Kırklareli merkez ilçede ( $p<0.001$ ) ve Lüleburgaz’da da her 3 yıl için PM10 düzeyleri istatistiksel olarak birbirinden anlamlı derecede farklıdır ( $p<0.001$ ) (Tablo 14).

**Tablo 14. İstasyonların yıllara göre PM10 ilişkisi**

İstasyonlar	Yıl	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Yıl karşılaştırması	p
Edirne merkez ilçe	2015	55,03	2015-2016	<0,001
	2016	46,26	2015-2017	<0,001
	2017	45,68	2016-2017	0,521
Keşan	2015	82,20	2015-2016	<0,001
	2016	70,49	2015-2017	<0,001
	2017	71,61	2016-2017	0,443
Kırklareli merkez ilçe	2015	48,66	2015-2016	<0,001
	2016	73,86	2015-2017	<0,001
	2017	60,76	2016-2017	<0,001
Lüleburgaz	2015	43,44	2015-2016	<0,001
	2016	35,67	2015-2017	<0,001
	2017	38,12	2016-2017	<0,001
Tekirdağ merkez ilçe	2015	78,74	2015-2016	<0,001
	2016	87,68	2015-2017	<0,001
	2017	69,99	2016-2017	<0,001
Çerkezköy	2015	39,97	2015-2016	0,388
	2016	40,76	2015-2017	<0,001
	2017	41,66	2016-2017	0,263

\*Kruskal-Wallis varyans analizi ve post-hoc test

Yıllık PM10 ortalamaları istasyonlara göre kıyaslandığında 2015 yılında en kirli merkez Keşan ( $82,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve en az kirli yer Çerkezköy ( $39,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olmak üzere 6 merkez arasında da PM10 düzeyleri arasında önemli farklılık bulunmaktadır ( $p<0.05$ ). 2016 yılında en düşük PM10 ortalamasına sahip olan yer Lüleburgaz ( $35,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve en yüksek PM10 ortalamasına sahip olan yer Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesidir ( $87,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). 2015



yılındaki gibi 2016 yılında da tüm istasyonlar arasında PM10 kirliliği istatistiksel olarak farklıdır ( $p<0.05$ ). 2017 yılındaysa PM ortalamasının en fazla olduğu yer 71,61  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ile Keşan ve en az olduğu yer ise 38,12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ile Lüleburgaz'dır. Keşan ve Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesi haricinde ( $p=0.349$ ) diğer tüm merkezler arasında PM10 değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır ( $p<0.05$ ).

**Tablo 15. İstasyonların yıllara göre PM10 ortalamalarının birbiriyle karşılaştırılması**

YIL	İstasyon Kıyaslamaları	p	İstasyonlar	p
2015	Edirne Merkez-Keşan	0,000	Keşan-Çerkezköy	0,000
	Edirne Merkez-Kırklareli Merkez	0,000	Kırklareli Merkez-Lüleburgaz	0,000
	Edirne Merkez İlçe-Lüleburgaz	0,000	Kırklareli Merkez-Tekirdağ Merkez	0,000
	Edirne Merkez-Tekirdağ Merkez	0,000	Kırklareli Merkez-Çerkezköy	0,000
	Edirne Merkez İlçe-Çerkezköy	0,000	Lüleburgaz-Tekirdağ Merkez	0,000
	Keşan- Kırklareli Merkez	0,000	Lüleburgaz-Çerkezköy	0,000
	Keşan-Lüleburgaz	0,000	Tekirdağ Merkez-Çerkezköy	0,000
	Keşan-Tekirdağ Merkez	0,003		
2016	Edirne Merkez-Keşan	0,000	Keşan-Çerkezköy	0,000
	Edirne Merkez-Kırklareli Merkez	0,000	Kırklareli Merkez-Lüleburgaz	0,000
	Edirne Merkez İlçe-Lüleburgaz	0,000	Kırklareli Merkez-Tekirdağ Merkez	0,000
	Edirne Merkez-Tekirdağ Merkez	0,000	Kırklareli Merkez-Çerkezköy	0,000
	Edirne Merkez İlçe-Çerkezköy	0,000	Lüleburgaz-Tekirdağ Merkez	0,000
	Keşan- Kırklareli Merkez	0,001	Lüleburgaz-Çerkezköy	0,000
	Keşan-Lüleburgaz	0,000	Tekirdağ Merkez-Çerkezköy	0,000
	Keşan-Tekirdağ Merkez	0,000		
2017	Edirne Merkez-Keşan	0,000	Keşan-Çerkezköy	0,000
	Edirne Merkez-Kırklareli Merkez	0,000	Kırklareli Merkez-Lüleburgaz	0,000
	Edirne Merkez İlçe-Lüleburgaz	0,000	Kırklareli Merkez-Tekirdağ Merkez	0,000
	Edirne Merkez-Tekirdağ Merkez	0,000	Kırklareli Merkez-Çerkezköy	0,000
	Edirne Merkez İlçe-Çerkezköy	0,000	Lüleburgaz-Tekirdağ Merkez	0,000
	Keşan- Kırklareli Merkez	0,000	Lüleburgaz-Çerkezköy	0,000
	Keşan-Lüleburgaz	0,000	Tekirdağ Merkez-Çerkezköy	0,000
	Keşan-Tekirdağ Merkez	0,349		

\*Kruskall Wallis varyans analizi ve post-hoc test

İl geneline göre 2015, 2016 ve 2017 yıllarının tamamında Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinde PM10 ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ). Her 3 yılda da PM10 kirliliğinin en düşük olduğu il Kırklareli olup, 2015 yılında yıllık en yüksek PM10 ortalaması Edirne’de, 2016 ve 2017 yıllarında ise Tekirdağ ilinde ölçülmüştür.

### **Ölüm Verileri**

Çalışmamıza dâhil ettiğimiz istasyonların bulunduğu il ve ilçe merkezlerinde kaba ölüm hızları (KÖH), sırasıyla 2015, 2016 ve 2017 yıllarında; Edirne merkez ilçede % 6,9, % 6,2 ve % 6,4; Keşan’da % 7,9, % 8,2 ve % 8,6; Kırklareli merkez ilçede %7,6, %6,5 ve % 7; Lüleburgaz’da % 6,5, % 6,4 ve % 6,6; Tekirdağ merkez ilçede % 6,1, % 6,4 ve % 6,1; Çerkezköy’de ise % 2,7, %3,1 ve % 3,1 olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarımızda daha çok kullandığımız; cinayet, intihar, kaza ve yaralanma gibi nedenler dışında meydana gelen doğal ölüm hızları ise sırasıyla 2015, 2016 ve 2017 yıllarında; Edirne merkez ilçede % 6,7, % 6 ve % 6,2; Keşan’da % 7,6, % 8 ve % 8,4; Kırklareli merkez ilçede %7,5, %6,4 ve % 6,8; Lüleburgaz’da % 6,4, % 6,3 ve % 6,5; Tekirdağ merkez ilçede % 6, % 6,2 ve % 5,9; Çerkezköy’de ise % 2,6, %3,1 ve % 3 olarak hesaplanmıştır.

İstasyonların yer aldığı merkezlere dair bazı ölüm hızları Tablo 16’da gösterilmiştir.

**Tablo 16. İstasyonlara göre çeşitli ölüm hızları (binde)**

İstasyon	Edirne merkez ilçe			Keşan			Kırklareli merkez ilçe			Lüleburgaz			Tekirdağ merkez ilçe			Çerkezköy		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
KÖH	6,9	6,2	6,4	7,9	8,2	8,6	7,6	6,5	7,0	6,5	6,4	6,6	6,1	6,4	6,1	2,7	3,1	3,1
Doğal ÖH	6,7	6,0	6,2	7,6	8,0	8,4	7,5	6,4	6,8	6,4	6,3	6,5	6,0	6,2	5,9	2,6	3,1	3,0
Erkek ÖH	8,1	6,9	7,0	8,9	9,0	9,4	8,0	6,9	7,5	7,0	6,9	7,4	6,6	7,1	6,7	2,8	3,5	3,2
Kadın ÖH	5,7	5,6	5,7	6,8	7,4	7,9	7,2	6,1	6,5	6,1	6,1	5,8	5,5	5,7	5,6	2,5	2,8	2,9
>30 yaş doğal ÖH	11,4	10,2	10,5	12,3	12,6	13,3	12,7	10,7	11,4	10,3	10,0	10,2	9,7	10,0	9,4	5,0	5,9	5,4
>30 yaş erkek ÖH	13,7	11,9	12,0	15,0	14,6	13,8	13,8	11,6	12,5	11,2	11,2	11,9	10,9	11,6	10,8	5,5	6,6	5,8
>30 yaş kadın ÖH	9,8	9,2	9,8	10,4	11,5	12,2	12,1	10,2	10,6	9,8	9,3	9,0	8,9	9,2	8,8	4,7	5,5	5,6
<65 yaş ÖH	2,5	2,0	1,9	2,6	2,4	2,5	2,2	1,9	1,9	2,1	2,1	2,0	1,8	2,0	2,0	1,1	1,4	1,6
<65 yaş erkek ÖH	3,5	2,8	2,6	3,6	3,4	3,6	3,1	2,5	2,4	3,0	2,7	2,9	2,5	2,7	2,7	1,4	1,8	1,6
<65 yaş kadın ÖH	1,5	1,2	1,3	1,5	1,3	1,3	1,3	1,2	1,4	1,2	1,5	1,1	1,2	1,2	1,2	0,8	1,0	0,9

İl genelinde Edirne’de 2015’te KÖH % 8,8, 2016’da % 8,5 ve 2017’de % 8,8’dir. Kırklareli’nde KÖH 2015, 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla % 8,5, % 8 ve % 8,3’tür. Tekirdağ’da KÖH 2015’te % 5,5, 2016’da % 5,6 ve 2017’de % 5,5’tir. Erkek ölüm hızı 2015, 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla Edirne’de % 9,8, % 9,3, % 9,4; Kırklareli’nde % 9,1, 8,4, %9,1; Tekirdağ’da % 5,9, % 6,1, % 5,9’dur. Kadın ölüm hızı sırasıyla 2015, 2016 ve 2017 yıllarında Edirne’de % 7,8, % 7,7, % 8,0; Kırklareli’nde % 7,8, % 7,4, % 7,7; Tekirdağ’da % 4,9, % 4,8, % 5’tir. 3 ilde her 3 yılda da erkek ölüm hızları, kadın ölüm hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. 30 yaş üstü doğal nedenlerle oluşan ölüm hızı Edirne’de 2015’te % 13,6, 2016’da % 12,9 ve 2017 yılında %13,4; Kırklareli’nde 2015,2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla % 13,2, % 12,5 ve %12,9; Tekirdağ’da yine sırasıyla % 9,1, %9, %8,8 olarak hesaplanmıştır. İllere göre çeşitli demografik bilgiler ve ölüm hızları Tablo 17’de gösterilmiştir.

Nedene özel orantılı ölüm hızlarına göre kardiyovasküler hastalıklardan ölümler toplam ölümlerin Edirne’de 2015’te %43,83’ü, 2016’da %45,47’si ve 2017’de %44,48’ini oluşturmaktayken, Kırklareli’nde tüm ölümlerin 2015’te %44,93’ü, 2016’da %43,54’ü ve 2017’de %42,19’udur. Tekirdağ’da ise ölümlerin 2015 yılında %40,45’i, 2016’ yılında %40,79’u ve 2017’de %39,28’i kardiyovasküler nedenlidir.

Kardiyovasküler hastalıklardan sonra en sık ikinci ölüm nedeni her 3 ilde de kanserlerdir. Tüm ölümler içinde kanserlerin payı 2015, 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla; Edirne’de % 24, % 22,66 ve %21,65; Kırklareli’nde % 23,79, %22,85 ve %22,9 olarak; Tekirdağ’da % 23,57, % 23,39 ve % 22,47 olarak hesaplanmıştır.

Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ’da ölümlerin %9,5-12,5’i solunum sistemi hastalıkları nedeniyle meydana gelmektedir. 3 ilde 2015,2016 ve 2017 yıllarında santral sinir sistemi hastalıklarına bağlı ölümler toplam ölümlerin % 3,5-5’ini, endokrin sistem hastalıklarına bağlı ölümler ise toplam ölümlerin % 2,9-4,8’ini oluşturmaktadır.

Prematür ölümler (65 yaş altında meydana gelen ölümler) 3 yılda illerdeki toplam ölümlerin yaklaşık % 24-32’sini oluşturmaktadır. 65 yaş altı ölümlerin en sık nedeni Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ’da 3 yıl için de % 31-44 oranıyla kanserlerdir. KVS hastalıklarına bağlı ölümler prematür ölümlerin %26-30’unu oluştururken, %5,5-8 ölüm solunum sistemi rahatsızlıklarından kaynaklanmaktadır. Merkezi sinir sistemi ve endokrin sistem hastalıkları ölümlerin sırasıyla %1,3-3,2’si ve %2,6-5,1’ine neden olmaktadır. Nedene özel orantılı ölüm hızları ile 65 yaş altında nedene özel orantılı ölüm hızları Tablo 18’de sunulmuştur.

**Tablo 17. İllere göre bir takım demografi özellikler ve çeşitli ölüm hızları (binde)**

İl	Edirne			Kırklareli			Tekirdağ		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Nüfus	402537	401701	406855	346973	351684	356050	937910	972875	1005463
Ölüm sayısı	3541	3417	3558	2943	2789	2941	5074	5314	5453
KÖH	8,8	8,5	8,8	8,5	8	8,3	5,5	5,6	5,5
Erkek nüfusu	203349	203738	206342	177352	179122	181945	482404	499819	516496
Erkek ÖH	9,8	9,3	9,4	9,1	8,4	9,1	5,9	6,1	5,9
Kadın nüfusu	199188	197963	200513	169621	172562	174105	455506	473056	488967
Kadın ÖH	7,8	7,7	8	7,8	7,4	7,7	4,9	4,8	5
>30 yaş nüfus	247476	249971	253102	214267	218300	221804	520296	542675	563743
>30 yaş doğal ölüm hızı	13,6	12,9	13,3	13,2	12,1	12,6	9,1	9	8,8
<65 yaş nüfus	350735	348759	351761	304067	307689	310254	864245	896136	924404
<65 yaş ölüm hızı	2,8	2,4	2,6	2,5	2,3	2,3	1,9	1,9	1,8
<65 yaş kadın ÖH	1,7	1,4	1,5	1,3	1,5	1,4	1,2	1,2	1,2
<65 yaş erkek ÖH	3,9	3,4	3,5	3,5	3	3,2	2,5	2,5	2,5
Post-neonatal ÖH	1,4	2,9	3	1,9	2,5	3,8	2,5	2,1	2,8

ÖH: Ölüm hızı

**Tablo 18. İllerde tüm yaş gruplarında ve 65 yaş altında nedene özel orantılı ölüm hızları (yüzde)**

İl	Edirne			Kırklareli			Tekirdağ		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
KVS OÖH	43,83	45,47	44,48	44,93	43,54	42,19	40,45	40,79	39,28
Kanser OÖH	24	22,66	21,65	23,79	22,85	22,96	23,57	23,39	22,47
SS OÖH	11,94	10,5	11,19	10,23	12,06	12,37	10	9,68	11,33
MSS OÖH	4,54	3,45	3,90	4,28	4,60	3,62	4,90	5	4,48
ES OÖH	2,96	3,30	3,40	4,78	4,35	4,23	4,35	3,85	3,64
<65 yaş KVS ölüm yüzdesi	28,78	28,9	28,43	28,38	30,02	29,03	28,62	27,12	26,8
<65 yaş SS ölüm yüzdesi	7,56	7,07	6,47	5,79	7,39	6,81	5,84	5,47	6,32
<65 yaş kanser ölüm yüzdesi	38,48	36,34	35,56	43,53	37,86	36,59	33,61	33,82	31,1
<65 yaş MSS ölüm yüzdesi	2,98	1,46	2,08	1,33	2,36	1,33	3,15	2,70	2,38
<65 yaş ES ölüm yüzdesi	2,66	3,53	2,85	5,05	2,81	3,40	2,75	3,28	2,98

KVS: Kardiyovasküler Sistem; OÖH: Orantılı Ölüm Hızı; SS: Solunum Sistemi; MSS: Merkezi Sinir Sistemi; ES: Endokrin Sistem

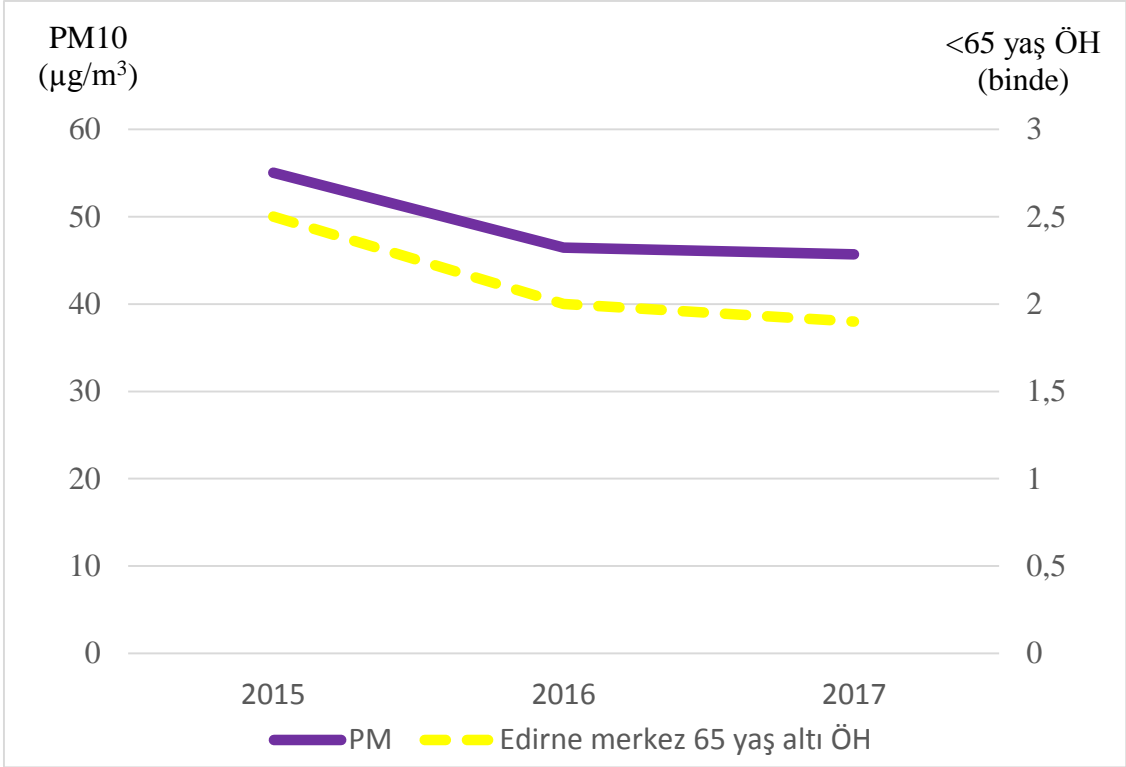
Tüm istasyonlar genelinde, yıllık PM10 ortalamaları ile KÖH, cinsiyete özel ölüm hızları, 30 yaş üstü ve 65 yaş altı ölüm hızı kıyaslamalarına göre, yıllık PM10 ortalaması ile 30 yaş üstü ölüm hızları arasında zayıf, pozitif yönlü anlamlı ( $r=0,470$ ;  $p<0,05$ ) bir ilişki bulunmuş, KÖH, 65 yaşa altı ölüm hızı ve cinsiyete özel ölüm hızları arasında anlamlı ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 19).

**Tablo 19. Ölüm hızları ile yıllık PM10 ortalamalarının korelasyonu**

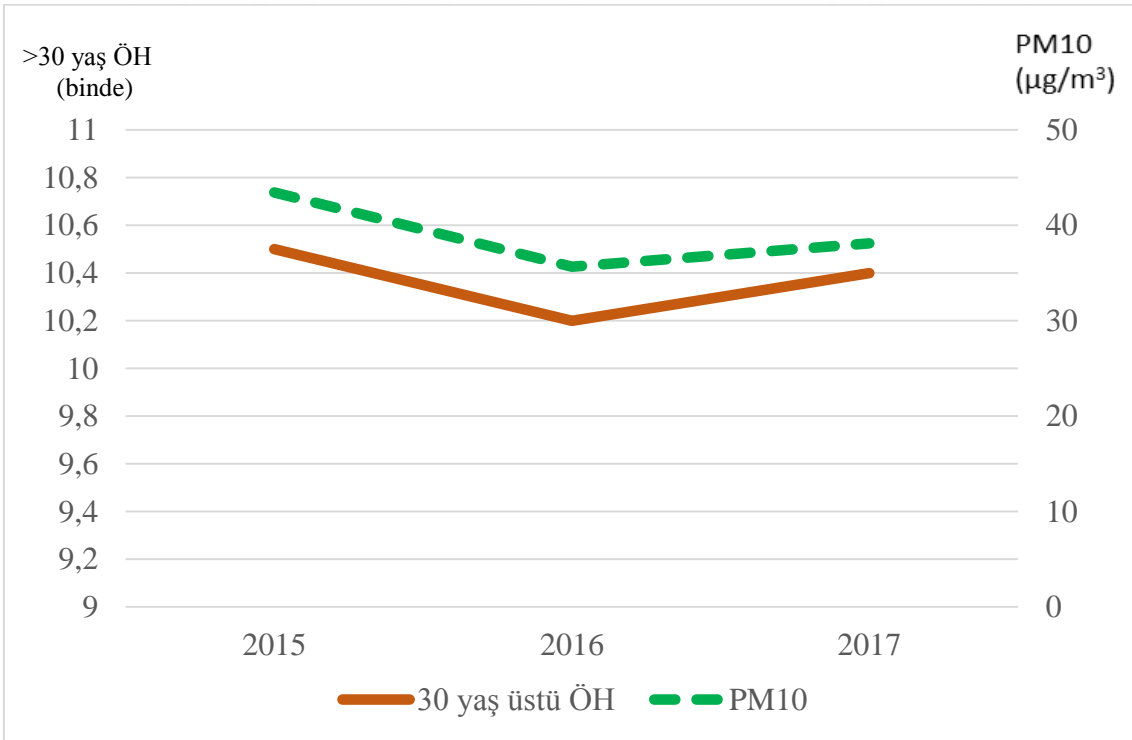
		KÖH	Erkek ÖH	Kadın ÖH	>30 yaş ÖH	<65 yaş ÖH
PM10	r	0,397	0,421	0,343	0,470	0,321
	P	0,103	0,082	0,163	0,049	0,195

\*Spearman Korelasyon analizi

Edirne Merkez ilçe ve Keşan’da yıllık PM10 ortalamalarıyla 65 yaş altı genel ve erkek ölüm hızları arasında benzer bir eğilim gözlemlenirken; KÖH, cinsiyete özel ölüm hızları ve 30 yaş üstü ölüm hızı arasında gözlenmemiştir. Şekil 29’da Edirne merkez ilçede yıllık PM10 ortalamaları ile 65 yaş altı ölüm hızının 3 yıllık trendi sunulmuştur. Lüleburgaz’da yıllık PM10 ortalamaları ile KÖH, erkek ölüm hızı, 30 yaş üstü ölüm hızı ve 65 yaş altı erkek ölüm hızları arasında paralellik varken; kadın ölüm hızı, 65 yaş altı ölüm hızı, 30 yaş üstü cinsiyete özel ölüm hızları arasında bu gözlemlenmemiştir. Şekil 30’da Lüleburgaz’da yıllık PM10 ortalamaları ile 30 yaş üstü ölüm hızının 3 yıllık trendi sunulmuştur. Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesinde PM10 ile KÖH, cinsiyete özel ölüm hızları ve 30 yaş üstü ölüm hızı arasında benzer trend izlenmişken, 65 yaş altı ölüm hızı ile bu trend izlenmemiştir. Tekirdağ merkez ilçede yıllık PM10 ortalamaları ile 30 yaş üstü ölüm hızının 3 yıllık trendi Şekil 31’de sunulmuştur. Çerkezköy’de yıllık PM10 ortalaması ile KÖH, kadın ölüm hızı ve 65 yaş altı ölüm hızlarının arasında paralellik gözlenmiş olup, cinsiyete özel ölüm hızları ile 30 yaş üstü ölüm hızında gözlenmemiştir. Çerkezköy’de yıllık PM10 ortalamaları ile KÖH ve 65 yaş altı ölüm hızlarının 3 yıllık trendi Şekil 32’de sunulmuştur Kırklareli Merkez ilçede ise yıllık PM10 ortalama değerleri ile hiçbir ölüm hızı arasında benzer bir trend gözlenmemiştir.

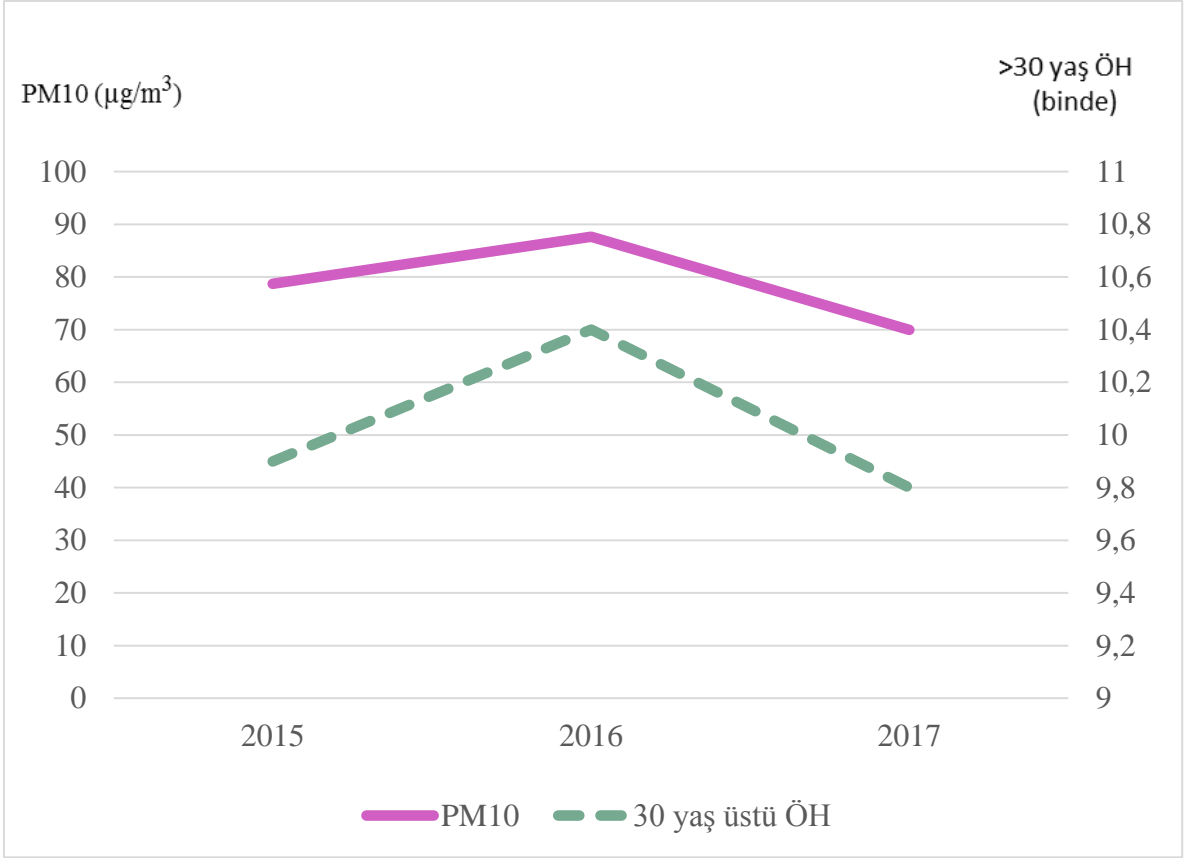


Şekil 29. Edirne merkez ilçede yıllara göre PM10 ile 65 yaş altı ölüm trendleri

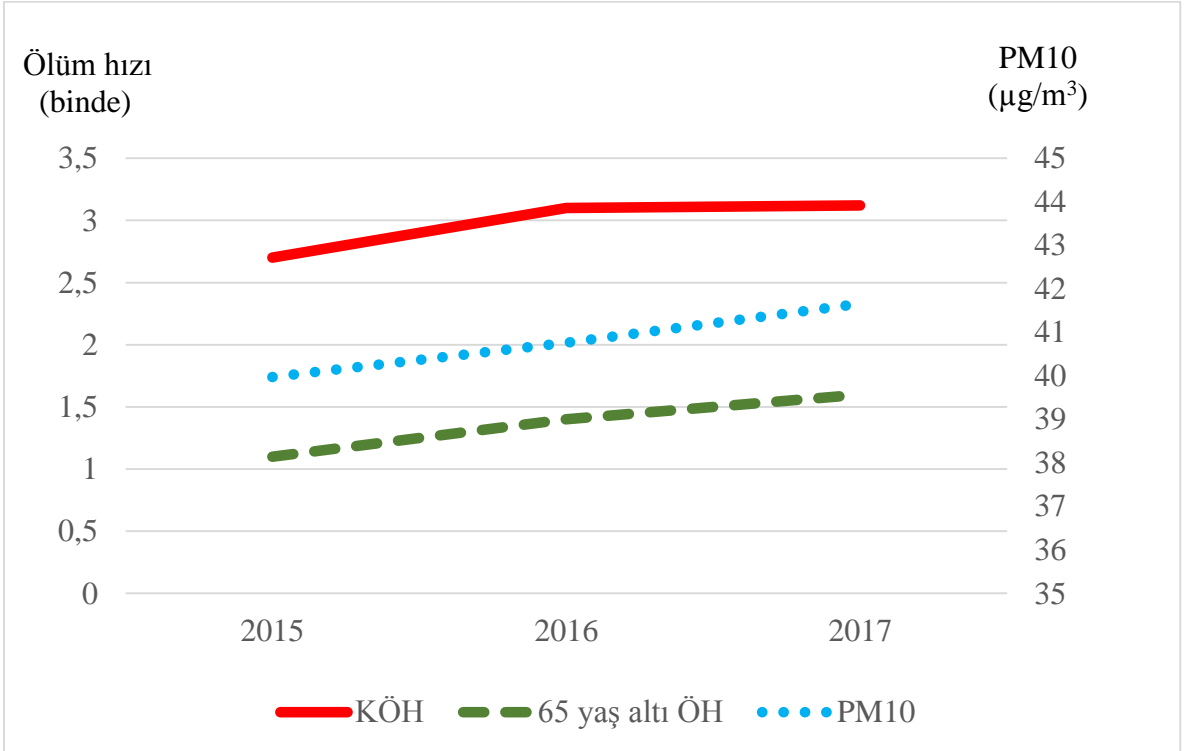


Şekil 30: Lüleburgaz'da yıllara göre PM10 ile 30 yaş üstü ölüm hızı trendleri



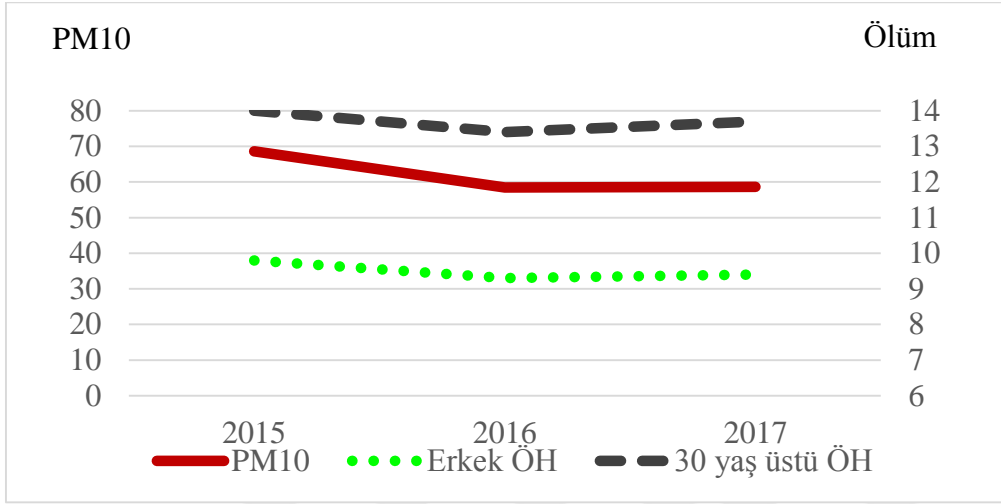


Şekil 31: Tekirdağ merkez ilçede yıllara göre PM10 ile 30 yaş üstü ölüm trendleri



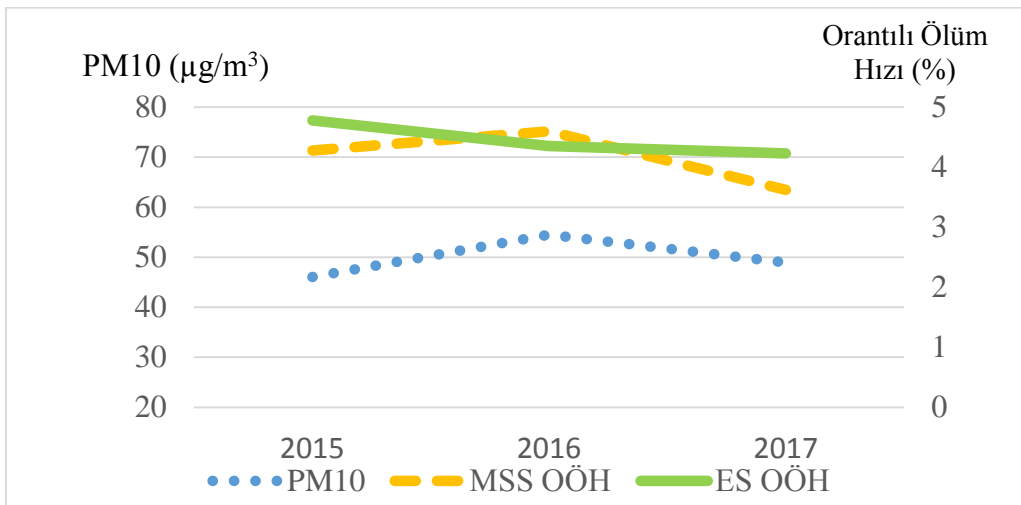
Şekil 32: Çerkezköy'de yıllara göre PM10 ile KÖH ve 65 yaş altı ölüm trendleri

Edirne’de yıllık PM10 ortalamaları ile cinsiyete özel ölüm hızları, 30 yaş üstü ölüm hızı, 65 yaş altı ölüm hızı, solunum sistemi ve merkezi sinir sistemi hastalıklarına özel orantılı ölüm hızları arasında benzer trend varken, KÖH, KVS hastalıkları, kanser ve endokrin sistem hastalıklarına özel orantılı ölüm hızları arasında ise benzer trend yoktur. Edirne’de yıllık PM10 ortalamaları ile erkek ve 30 yaş üstü ölüm hızlarının 3 yıllık trendi Şekil 33’te sunulmuştur.



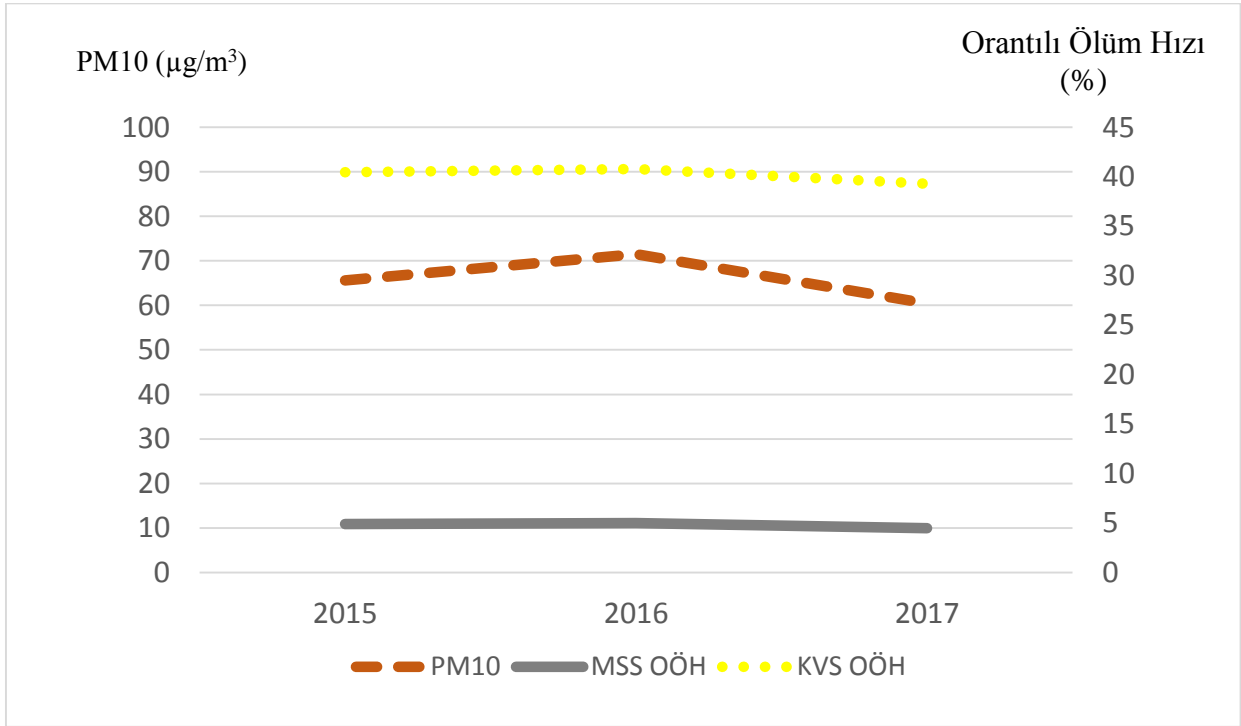
**Şekil 33: Edirne’de yıllık PM10 ortalamaları ve erkek ÖH ile 30 yaş üstü ÖH trendleri**

Kırklareli’nde PM10 ortalamaları ile yalnızca merkezi sinir sistemi hastalığına özel orantılı ölüm hızı ile benzer eğilim mevcutken, diğer hiçbir yaşa, cinsiyete ve nedene özel ölüm hızları ile benzer trend gözlenmemiştir (Şekil 34).



**Şekil 34. Kırklareli’nde PM10 Ortalamaları İle Merkezi Sinir Sistemi ve Endokrin Sistem Hastalıklarına Özel Orantılı Ölüm Hızları Trendi**

Tekirdağ'da KÖH, erkek ölüm hızı, 30 yaş üstü ölüm hızı, KVS, MSS hastalıkları ve kansere özel orantılı ölüm hızları ile yıllık PM10 ortalamaları arasında paralellik mevcutken, kadın özel ölüm hızı, 65 yaş altı ölüm hızı, solunum sistemi ve endokrin sistem hastalıklarına özel orantılı ölüm hızları ile yıllık PM10 ortalamaları arasında benzer bir trend saptanamamıştır. Tekirdağ'da yıllık PM10 ortalamaları ile KVS ve MSS hastalıklarına bağlı orantılı ölüm hızlarının 3 yıllık trendleri Şekil 35'te sunulmuştur.



**Şekil 35. Tekirdağ'da PM10 Ortalamaları ile Merkezi Sinir Sistemi ve Kardiyovasküler Sistem Hastalıklarına Özel Orantılı Ölüm Hızları Trendi**

Aylara göre ölümlerde, Edirne'de 2015, 2016 ve 2017 yıllarının tamamında en çok ölümün olduğu ay sırasıyla 350 (%9,88), 356 (%10,4) ve 399 (%11,2) ölüm ile ocak ayıdır. 2015'te en az ölüm eylül ayında (233), 2016'da nisanda (243) ve 2017'de kasım ayında (247) meydana gelmiştir. Kırklareli'nde her 3 yılda da en fazla ölüm ocak ayında meydana gelmişken (sırasıyla 284, 267, 347 ölüm); en az ölüm olan aylar 2015'te, 211 ölümlle eylül, 2016'da 201 ölümün olduğu mayıs; 2017'de de 197 ölümün meydana geldiği mayıstır. Tekirdağ'da da her 3 yıl için en fazla ölümün meydana geldiği ay Edirne'de olduğu gibi ocak ayıdır (sırasıyla 478, 540, 582 ölüm). En az ölüm 2015'te haziranda (355), 2016 yılında ekimde (399) ve 2017'de haziranda (406) meydana gelmiştir. (Tablo 20).

**Tablo 20. İllerde Aylara Göre Ölüm Sayı ve Yüzdelerinin Dağılımı**

İl	Yıl	Aylara Göre Ölüm sayıları ve Yüzdeleri												
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Edirne	2015	n	350	291	320	333	299	254	304	281	233	303	278	295
		%	9,88	8,21	9,03	9,4	8,44	7,17	8,58	7,93	6,58	8,55	7,85	8,33
	2016	n	356	337	278	243	292	285	259	263	282	260	248	314
		%	10,4	9,86	8,13	7,11	8,54	8,34	7,57	7,69	8,25	7,6	7,25	9,19
	2017	n	399	301	201	306	302	283	283	319	263	285	247	269
		%	11,21	8,46	8,46	8,6	8,48	7,95	7,95	8,96	7,39	8,01	6,94	7,56
Kırklareli	2015	n	284	256	258	250	275	220	245	219	211	243	205	277
		%	9,65	8,69	8,76	8,49	9,34	7,47	8,32	7,44	7,17	8,25	6,96	9,41
	2016	n	267	256	256	224	201	208	218	230	235	226	236	232
		%	9,57	9,18	9,18	8,03	7,21	7,45	7,81	8,24	8,42	8,1	8,46	8,31
	2017	n	347	257	268	224	197	215	235	236	221	269	230	242
		%	11,8	8,73	9,11	7,61	6,7	7,31	7,99	8,02	7,51	9,14	7,82	8,22
Tekirdağ	2015	n	478	387	463	426	443	355	438	425	373	423	419	444
		%	9,42	7,62	9,12	8,39	8,73	7	8,63	8,37	7,35	8,33	8,25	8,75
	2016	n	540	481	433	409	412	435	447	444	416	399	409	489
		%	10,16	9,05	8,15	7,69	7,75	8,18	8,41	8,35	7,83	7,51	7,69	9,2
	2017	n	582	469	458	434	451	406	443	425	421	452	439	473
		%	10,67	8,6	8,4	7,96	8,27	7,44	8,12	7,79	7,72	8,29	8,05	8,67

Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'da 2015, 2016 ve 2017 yıllarında aylık PM10 ortalamaları ile aylık ölüm sayıları arasında; veriler normal dağılıma uymadığı için yapılan non-parametrik Spearman korelasyon analizinde zayıf, pozitif yönlü anlamlı ( $r=0,491$ ;  $p<0,05$ ) ve aylık PM10 ortalamaları ile aylara göre ölüm oranları arasında da yine zayıf, pozitif yönlü anlamlı ( $r=0,430$ ;  $p<0,05$ ) bir ilişki saptanmıştır (Tablo 21).

**Tablo 21. Aylık ortalama PM 10 değerlerinin aylık ölüm sayılarıyla korelasyonu**

		Aylık ölüm sayısı
PM10	r	0,491
	p	0,000

\*Spearman korelasyon analizi

Üç yılın yaz dönemi (nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül) ve kış dönemi ayları (ocak, şubat, mart, ekim, kasım, aralık) ile PM10 ortalamaları ve ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli fark saptanırken ( $p<0,05$ ); yaz-kış ayları ile ölüm sayıları arasında önemli fark bulunamamıştır ( $p=0,069$ ) (Tablo 22).

**Tablo 22. Yaz ve kış dönemlerinde PM10 ortalamaları ile ölüm sayıları**

	Yaz dönemi	Kış dönemi	Toplam	p
<b>Ölüm sayısı (ortalama)</b>	16751 (310,2)	18279 (338,8)	35030	0,069
<b>PM10 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	49,36	69,2	-	$<0,05$

\*Mann-Whitney U analizi

Edirne'de 3 yıl boyunca aylık PM10 ortalamaları ile aylık ölüm sayıları arasında pozitif yönlü zayıf anlamlı ( $r=0,436$ ;  $p<0,05$ ) ve aylık PM10 ortalamalarıyla aylık ölüm oranları arasında da pozitif yönlü zayıf anlamlı ( $r=0,396$ ;  $p<0,05$ ) bir ilişki saptanmıştır. 3 yıllık PM10 yaz ve kış ortalamaları arasın istatistiksel açıdan önemli bir fark varken ( $p<0,05$ ), ölüm sayıları ( $p=0,179$ ) ve ölüm oranları ( $p=0,229$ ) açısından yaz-kış ayları arasında fark gösterilememiştir.

Kırklareli'nde aylık PM10 ortalamaları ile ölüm oranları arasında pozitif yönlü zayıf anlamlı ( $r=0,363$ ;  $p<0,05$ ) bir ilişki mevcutken, PM10 ile aylık ölüm sayıları arasında bu ilişki mevcut değildir ( $p>0,05$ ). 3 yılın yaz ve kış ayları arasında PM10 ortalamaları ile aylık ölüm sayıları ve ölüm oranları arasında da istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

Tekirdağ’da aylık PM10 ortalamaları, aylık ölüm sayıları ve oranları arasında herhangi bir ilişki saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Yaz-kış ayları arasında Kırklareli’nde olduğu gibi Tekirdağ’da da PM10 ortalamaları ile aylık ölüm sayıları ve ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ) (Tablo 23,24).

**Tablo 23. İllerde aylık PM 10 değerlerinin aylık ölüm sayılarıyla korelasyonu**

İl		Aylık Ölüm Sayısı	
Edirne	PM10	r	0,436
		p	0,008
Kırklareli	PM10	r	0,259
		p	0,127
Tekirdağ	PM10	r	0,098
		p	0,570

\*Spearman korelasyon analizi

**Tablo 24. İllerde 3 yıllık yaz-kış dönemi PM10 ortalamaları ve ölüm sayıları**

	Edirne		Kırklareli		Tekirdağ	
	Yaz dönemi (ort.)	Kış dönemi (ort.)	Yaz dönemi (ort.)	Kış dönemi (ort.)	Yaz dönemi (ort.)	Kış dönemi (ort.)
<b>Ölüm sayısı</b>	5084 (282,44)	5432 (301,77)	4064 (225,77)	4609 (256,05)	7603 (422,38)	8238 (457,66)
<b>p</b>	0,179		0,001		0,015	
<b>PM10 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	46,66	77,28	42,54	56,93	58,89	73,39
<b>p</b>	0,000		0,006		0,001	

\*Mann-Whitney U analizi

Edirne’de 2015, 2016 ve 2017 yıllarında ayrı ayrı olarak yaz ve kış ayları arasında PM10 ortalamaları istatistiksel açıdan önemli olup ( $p<0,05$ ), ölüm sayıları arasında önemli fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

Kırklareli’nde 2015 yılında aylık PM10 ortalamaları ile ölüm sayıları arasında ilişki saptanamamıştır, yaz-kış ayları arasında da PM10 ortalamaları açısından önemli fark olup,

ölüm sayıları arasında önemli fark saptanmamıştır. 2016 yılında PM10 ortalamaları ile ölüm sayıları arasında pozitif yönlü orta anlamlı ( $r=0,579$ ;  $p<0,05$ ) ilişki bulunmuştur. Yaz-kış ayları arasında PM10 ortalamaları açısından önemli bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). 2017 yılında aylık PM10 ortalamaları ile ölüm sayıları arasında pozitif yönlü orta anlamlı korelasyon mevcuttur ( $r=0,615$ ;  $p<0,05$ ). Yaz ve kış ayları arasında PM10 ortalamaları açısından önemli bir fark bulunmazken ( $p>0,05$ ); ölüm sayıları arasında istatistiksel olarak önemli fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

Tekirdağ'da 2015 yılında sadece yaz-kış PM10 ortalamaları arasında önemli fark vardır ( $p<0,05$ ). 2016 yılında PM10 ortalamaları, ölüm sayı ve oranları arasında ilişki saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Yaz-kış ayları arasında da PM10 ve ölümler açısından fark yoktur ( $p>0,05$ ). 2017 yılında PM10 ortalamaları, ölüm sayı ve oranları arasında ilişki gösterilmemiştir ( $p>0,05$ ); ancak yaz-kış dönemi arasında hem PM10 ortalamaları hem de ölüm sayı ve oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Tablo 25,26).

**Tablo 25. İllerde PM 10 değerlerinin aylık ölüm sayılarıyla korelasyonu**

İl	Yıl	Aylık ölüm sayısı ile korelasyon				
			r	p		
Edirne	2015	PM10	r	p	0,404	0,193
	2016		r	p	0,505	0,094
	2017		r	p	0,489	0,107
Kırklareli	2015	PM10	r	p	0,119	0,714
	2016		r	p	0,579	0,049
	2017		r	p	0,615	0,033
Tekirdağ	2015	PM10	r	p	0,326	0,302
	2016		r	p	0,058	0,857
	2017		r	p	0,420	0,175

\*Spearman ve Pearson korelasyon analizi

**Tablo 26. Yıllara göre yaz-kış dönemi PM10 ortalamaları ve ölüm sayıları karşılaştırması**

İl	Yıl	PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Ölüm Sayısı	
		Yaz dönemi	Kış dönemi	Yaz dönemi	Kış dönemi
Edirne	2015	50,92	85,58	1704	1837
	p	0,005		0,248	
	2016	42,96	74,47	1624	1793
	p	0,001		0,190	
	2017	46,10	71,79	1756	1802
	p	0,002		0,745	
Kırklareli	2015	30,79	60,27	1420	1523
	p	0,009		0,285	
	2016	51,01	58,57	1316	1473
	p	0,131		0,012	
	2017	45,82	51,96	1328	1613
	p	0,122		0,024	
Tekirdağ	2015	56,44	75,21	2460	2614
	p	0,022		0,231	
	2016	68,62	75,44	2563	2751
	p	0,352		0,226	
	2017	51,60	69,51	2580	2873
	p	0,004		0,010	

#### AIR Q+ Hesaplamaları

AIR Q+ programı ile yapılan hesaplamalarla, yıllara göre istasyonlar özelinde ve il genelinde hava kirliliğine atfedilebilecek başka bir deyişle yıllık PM2.5 ortalamaları DSÖ'nün PM2.5 için belirlediği üst limit olan  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e düşürülürse önlenebilecek 30 yaş üstü ölüm sayısı ve oranları ile risk altındaki 10000 kişi başına düşen tahmini atfedilebilir ölüm sayıları hesaplanmıştır. Edirne merkez ilçede 2015 yılında 30 yaş üstündeki doğal ölümlerin 166'sı (%14,92), 2016 yılında 121'i, (%11,86) ve 2017 yılında 126'sı (%11,65) hava kirliliğine atfedilebilir. Keşan'da hava kirliliğine atfedilebilecek ölüm sayıları ve yüzdeleri; 2015'te 143 (%23,75), 2016'da 125 (%20,06) ve 2017'de 136'dır (%20,42). Kırklareli merkez ilçede 2015, 2016 ve 2017 yıllarında hava kirliliği ile ilişkili olabileceği hesaplanan ölüm sayısı ve oranları sırasıyla; 89 (%12,71), 128 (%21,14) ve 111'dir (%16,86). Lüleburgaz'da PM kirliliği



nedeniyle 2015’te 97 kişi (% 10,85), 2016 yılında 71 kişi (%8,02) ve 2017’de 83 kişi (% 8,92) hayatını kaybetmiştir. Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesinde hava kirliliğine atfedilen 2015 yılında 249 (% 22,68), 2016 yılında 290 (% 25,41) ve 2017 yılında 220 (% 19,9) ölüm olmuştur. Çerkezköy’de 2015’te 30 (%9,6), 2016’da 40 (% 9,88) ve 2017’de 41 ( %10,21) ölüm hava kirliliğine atfedilmektedir (Tablo 27).

**Tablo 27. Yıllara göre il-ilçe merkezlerinde hava kirliliğine atfedilebilen ölümler**

<b>İstasyonlar</b>	<b>Yıl</b>	<b>Atfedilebilir Tahmini Ölüm sayısı (min-max)</b>	<b>Atfedilebilir Tahmini Ölüm oranı (%) (min-max)</b>	<b>Risk altındaki 100000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı (Yüz binde) (min-max)</b>	<b>RR</b>
<b>Edirne merkez ilçe</b>	<b>2015</b>	166 (112-215)	14,92 (10-19,29)	170,14 (114,03-219,85)	1,17 (1,11-1,23)
	<b>2016</b>	121 (81-158)	11,86 (7,9-15,41)	120,99 (80,61-157,19)	1,13 (1,08-1,18)
	<b>2017</b>	126 (84-164)	11,65 (7,76-15,15)	122,37 (81,5-159,05)	1,13 (1,08-1,17)
<b>Keşan</b>	<b>2015</b>	143 (98-182)	23,75 (16,2-30,19)	292,09 (199,29-371,31)	1,31 (1,19-1,43)
	<b>2016</b>	125 (85-160)	20,06 (13,58-25,68)	252,76 (171,14-323,55)	1,25 (1,15-1,34)
	<b>2017</b>	136 (92-174)	20,42 (13,84-26,12)	271,58 (184,02-347,42)	1,25 (1,16-1,35)
<b>Kırklareli merkez ilçe</b>	<b>2015</b>	89 (59-115)	12,71 (8,48-16,49)	161,43 (107,73-209,42)	1,14 (1,09-1,19)
	<b>2016</b>	128 (87-163)	21,14 (14,35-27,01)	226,19 (153,49-288,96)	1,26 (1,16-1,37)
	<b>2017</b>	111 (75-143)	16,86 (11,34-21,71)	192,23 (129,32-247,53)	1,2 (1,12-1,27)
<b>Lüleburgaz</b>	<b>2015</b>	97 (64-126)	10,85 (7,22-14,13)	111,8 (74,34-145,5)	1,12 (1,07-1,16)
	<b>2016</b>	71 (47-93)	8,02 (5,3-10,48)	80,16 (53,02-104,84)	1,08 (1,5-1,11)
	<b>2017</b>	83 (55-108)	8,92 (5,91-11,65)	91,03 (60,31-118,87)	1,09 (1,06-1,13)

RR: Rölatif Risk.

**Tablo 27 (devam) Yıllara göre il-ilçe merkezlerinde hava kirliliğine atfedilebilen ölümler**

İstasyonlar	Yıl	Atfedilebilir Tahmini Ölüm sayısı (min-max)	Atfedilebilir Tahmini Ölüm oranı (%) (min-max)	Risk altındaki 100000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı (Yüz binde) (min-max)	RR
Tekirdağ merkez ilçe	2015	249 (170-317)	22,68 (15,44-28,88)	224,49 (152,82-285,96)	1,29 (1,18-1,4)
	2016	290 (199-368)	25,41 (17,4-32,2)	254,12 (174-322,01)	1,34 (1,21-1,47)
	2017	220 (149-282)	19,9 (13,47-25,48)	187,07 (126,62-239,54)	1,24 (1,15-1,34)
Çerkezköy	2015	30 (20-39)	9,6 (6,37-12,52)	47,98 (31,83-62,58)	1,1 (1,06-1,14)
	2016	40 (26-52)	9,88 (6,56-12,89)	58,31 (38,70-76,02)	1,11 (1,07-1,14)
	2017	41 (27-53)	10,21 (6,78-13,31)	55,15 (36,63-71,86)	1,11 (1,07-1,15)

RR: Rölatif Risk.

AIR Q+ ile il geneli için yapılan hesaplamalarda; Edirne ilinde 2015 yılında 655 (%19,45), 2016 yılında 518 (% 16,06) ve 2017 yılında 544 ( %16,15) 30 yaş üstü doğal ölüm hava kirliliğine atfedilebilir. 30 yaş üstü yüz bin kişi için 2015'te 264, 2016'da 207 ve 2017'de 214 kişi eğer PM2.5 ortalaması 10 µg/m<sup>3</sup> seviyesinde olsaydı hayatını kaybetmeyebilirdi.

Kırklareli ilinde hava kirliliğine atfedilebilecek ölüm sayıları 2015'te 333 (% 11,79), 2016'da 392 (% 14,83) ve 2017'de 363'tür (% 12,98). 2015, 2016 ve 2017 yılları için, PM2.5 DSÖ normal sınırlarının üzerinde olmasaydı, sırasıyla yüz binde 155, 179 ve 163 kişi hayatta olabilirdi.

Tekirdağ'da 2015 yılında 870 ( %18,38), 2016 yılında 995 ( % 20,37) ve 2017 yılında da 831 kişi (% 16,75) kirliliğe atfedilebilecek nedenlerle ölmüştür. Sırasıyla yüz binde 167, 183 ve 147 kişi kirlilik normal sınırlarda kalsaydı ölümden korunabilirdi (Tablo 28).

**Tablo 28. İllerde yıllara göre hava kirliliğine atfedilen ölümler**

İstasyonlar	Yıl	Atfedilebilir Tahmini Ölüm sayısı (min-max)	Atfedilebilir Tahmini Ölüm oranı (%) (min-max)	Risk altındaki 100000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı (Yüz binde) (min-max)	RR
Edirne	2015	655 (443-839)	19,45 (13,15-24,93)	264,54 (178,9-339,03)	1,24 (1,15-1,33)
	2016	518 (348-668)	16,06 (10,79-20,71)	207,15 (139,14-267,13)	1,19 (1,12-1,26)
	2017	544 (365-701)	16,15 (10,85-20,82)	214,78 (144,29-276,92)	1,19 (1,12-1,26)
Kırklareli	2015	333 (222-443)	11,79 (7,85-15,32)	155,59 (103,65-202,18)	1,13 (1,08-1,18)
	2016	392 (262-506)	14,83 (9,94-19,16)	179,41 (120,22-231,87)	1,17 (1,1-1,23)
	2017	363 (242-471)	12,98 (8,67-16,84)	163,6 (109,23-212,12)	1,14 (1,09-1,19)
Tekirdağ	2015	870 (587-1118)	18,38 (12,41-23,61)	167,29 (112,89-214,81)	1,22 (1,14-1,31)
	2016	995 (674-1273)	20,37 (13,8-26,06)	183,35 (124,22-234,57)	1,25 (1,16-1,35)
	2017	831 (559-1070)	16,75 (11,27-21,58)	147,42 (99,15-189,86)	1,20 (1,12-1,27)

PM10 ortalamaları ile postneonatal infant mortalitesinin AIR Q+ programı kullanılarak yapılan hesaplanmalarına göre; Edirne’de 2015 yılındaki 6 postneonatal ölümün 1’i, 2016 ve 2017 yıllarındaki 12’şer postneonatal ölümün 2’şer tanesi yıllık PM10 limitinin DSÖ’nün yıllık ortalama PM10 üst değeri olan  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aşması nedeniyle oluştuğu tahmin edilmiştir. Kırklareli’nde 2015 yılındaki 7 postneonatal ölümün 1’i, 2016’da 9 ölümün 1’i ve 2017’deki 14 ölümün 2’si PM10 kirliliğine atfedilmektedir. Tekirdağ’da PM10 kirliliğine atfedilen postneonatal ölüm sayıları; 2015’te 35 ölümün 6’sı, 2016’da 30 ölümün 5’i ve 2017 yılında da 42 ölümün 6’sıdır (Tablo 29).

**Tablo 29. İllere göre PM10 kirliliğine atfedilen postneonatal ölümler**

<b>Şehir</b>	<b>Yıl</b>	<b>Atfedilebilir Tahmini Ölüm sayısı (min-max)</b>	<b>Atfedilebilir Tahmini Ölüm oranı (%)</b>	<b>Risk altındaki 100000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı (Yüz binde) (min-max)</b>
Edirne	2015	1	17,28	24,36
	2016	2	14,01	41,17
	2017	2	14,08	42,51
Kırklareli	2015	1	9,73	18,29
	2016	1	16,01	40,19
	2017	2	14,15	53,36
Tekirdağ	2015	6	16,38	40,45
	2016	5	18,29	38,05
	2017	6	14,7	41,59

## TARTIŞMA

Çalışmamızda ortalama yıllık PM10 düzeyleri 2015, 2016 ve 2017 yılları için sırasıyla Edirne merkez ilçede  $55,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $46,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $45,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Keşan'da  $82,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $70,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $71,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Kırklareli merkez ilçede  $48,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $73,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $60,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Lüleburgaz'da  $43,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $35,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $38,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesinde  $78,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $87,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $69,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Çerkezköy'de  $39,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $40,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $41,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanmıştır. İl geneli yıllık PM10 ortalamaları ise Edirne'de 2015'te  $68,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2016'da  $58,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 2017'de  $58,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Kırklareli'nde 2015 yılında  $46,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2016'da  $54,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 2017 yılında  $48,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tekirdağ'da ise 2015, 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla  $65,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $71,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $60,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanmıştır.

Temiz Hava Hakkı Platformu'nun 2019 yılındaki hava kirliliği ve sağlık etkileri raporuna göre Türkiye'de 2016 yılında yıllık PM10 ortalamaları en yüksek hesaplanan 3 şehir Muş ( $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Iğdır ( $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Düzce ( $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olarak belirtilmiştir. 2017 yılında yıllık PM10 ortalamalarının en yüksek olduğu iller Kahramanmaraş ile Iğdır ( $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Bursa ( $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ile Afyon'dur ( $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). 2016 yılında yıllık PM10 ortalamasının en düşük olduğu iller Artvin ve Tunceli ( $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ile Ardahan ve Bingöl'dür ( $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). 2017 yılında Artvin ile Rize ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Kırşehir ( $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) yıllık PM10 ortalamaları en düşük ölçülen illerdir. DSÖ'nün ortalama yıllık PM10 üst limit değeri olan  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altına 2016 yılında yalnızca Artvin ve Tunceli illerinin yıllık ortalamaları inebilmişken, 2017 yılında 81 şehrimizin hiçbirinin yıllık PM10 düzeyi DSÖ üst limitinin altında değildir (75).

2015-2017 yıllarında çalışmamıza dâhil ettiğimiz tüm merkezlerde yıllık PM10 ortalamaları DSÖ'nün yıllık ortalama PM10 limitinin ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) yaklaşık en az 2 katı civarındadır. En yüksek ortalama Keşan ve Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesinde ölçülmüş

olup, hem çalışmamızı yaptığımız illerde hem de Türkiye’de hemen her şehrimizde yüksek ortalamaların görülmesinin sebebi, Türkiye’deki ısınma ve enerji politikalarının ulusal düzeyde benzer etkilere sebep olması ve yüksek PM10 düzeylerine yol açması olabilir. Ayrıca, kirlilik düzeylerini DSÖ üst limiti baz alınmayarak, sadece Türkiye’deki mevzuata göre PM10 yıllık üst limitinin kademeli olarak düşürüldüğü, en son 2019 yılında  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olan düzeye indirme çabaları olabilir. Ayrıca Türkiye’de birçok ilde ve çalışmamızda da başta Keşan’da olmak üzere, ısınma amaçlı kullanılan düşük kalite yakıtlar, Tekirdağ’da ise yine kullanılan yakıtlar ile beraber, sanayi ve bölgenin topografik yapısının buna sebep olması muhtemeldir. Keşan’da 2017 yılında doğalgaz kullanımının başlaması ve kalitesiz yakıt kullanımına yönelik alınan çeşitli önlemler ve Tekirdağ’da da hava kirliliğinin birinci öncelikli çevresel sorun olarak nitelendirilip, buna yönelik çalışmaların yapılması ve önlemlerin alınmasıyla birlikte, özellikle kış dönemi ortalamaları başta olmak üzere yıllık PM10 ortalamalarında düşüşler meydana gelmesi olasıdır.

Temiz Hava Hakkı Platformu raporunda Tekirdağ ili 2016-2017 yılları PM10 ortalamaları bizim çalışmamızdakiyle benzer bulunmuşken, Kırklareli ili için 2016 ve 2017 yıllarında PM10 ortalamaları çalışmamızdan daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni Kırklareli’nin Limanköy’de yer alan, kırsal bir istasyon olması nedeniyle çalışmamıza dâhil etmediğimiz, MTHM istasyonunun yıllık PM10 ortalamalarının merkez ilçe ve Lüleburgaz’dan daha düşük olması nedeniyle, Kırklareli il geneli için hesaplanan yıllık PM10 ortalamasını düşürmesi olabilir.

Saraç (89) tarafından Erzurum’da yapılan ve Türkiye’deki PM verilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, 2013’te yıllık PM10 ortalaması en yüksek hesaplanan coğrafi bölgenin Ege bölgesi ( $71,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), en düşük olan bölgenin de Karadeniz bölgesi olduğu ifade edilmiştir ( $52,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Marmara bölgesinin, 7 bölge içinde Karadeniz bölgesinden sonra ikinci en düşük yıllık PM10 ortalamasına sahip bölge olduğu belirtilmiştir ( $56,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (89). Çalışmamızda 2013’e en yakın yıl olan 2015 yılında Trakya’yı temsil eden 3 ilin yıllık PM10 ortalaması, Erzurum’daki çalışmada 22 istasyonun analiz edilerek hesaplandığı Marmara bölgesi ortalamasına yakındır.

Çalışmamızda yer alan illerin 2017 yılı PM10 ortalamalarının, ülkemizdeki ve yabancı ülkelerdeki çeşitli şehirlerden elde edilen güncel PM10 ortalamaları ile karşılaştırıldığında; Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli’nin yıllık PM10 ortalamaları Avrupa’daki çoğu şehre kıyasla çok daha yüksek düzeyde saptanmıştır ( $50,75$ ).

Aylık PM10 ortalamalarına göre, çalışmamıza dâhil ettiğimiz 6 istasyon bölgesinin tamamında, en yüksek aylık PM10 ortalamalarına 2015 yılının aralık ayında ulaşılmıştır. 2016 yılında 4 merkezde aralık, 1 merkezde şubat ve yine 1 merkezde nisan ayı en yüksek ortalamaların olduğu aylardır. 2017 yılında Keşan ve Lüleburgaz'da ocak, Kırklareli merkez ilçede şubat, Çerkezköy'de aralık, Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesinde mart ve Edirne merkez ilçede ekim ayları en yüksek aylık PM10 ortalamalarının ölçüldüğü aylar olup, tamamı kış dönemine (1 ekim-31 mart) ait aylardır.

Alkan'ın (2) Siirt'te yaptığı çalışmaya göre 2015 ve 2016 yıllarında ocak ayı ve 2017 yılında da şubat ayı, ortalama aylık PM10 konsantrasyonun en yüksek olduğu aylardır. Garipağaoğlu ve Duman'ın (90) Bursa'da yaptıkları bir çalışmada 1990 yılından 2016 yılına kadar olan aylık PM10 ortalamalarına göre en yüksek değerler 27 yılda 11 kez kasım, 9 kez ocak, 4 kez de aralık ayında ölçülmüş olup; 2014, 2015 ve 2016 yıllarında yani çalışmanın son 3 yılında aralık ayında ölçülmüştür. Yang ve arkadaşlarının (91) yaptığı bir çalışmada, 2014-2017 yılları arasındaki dönemde Çin'de en yüksek aylık PM10 konsantrasyonları  $107,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile aralık ayında, Hindistan'da  $157,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile yine aralık ayında, ABD'de ise Çin ve Hindistan'ın aksine  $23,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile haziran ayında ölçülmüştür. ABD'deki bu durumun sebebinin, PM emisyonlarının ve meteorolojik koşulların farklı mevsimsel değişimlerinden ve yaz döneminde daha sık görülen orman yangınları ile ilgili olabileceği belirtilmiştir (91). Başar ve ark. (92) Aydın kent merkezinde hava kirliliğini inceledikleri bir çalışmada 1997-2003 arasında yıllık ortalama PM düzeylerinde anlamlı bir farklılık saptanmazken, 7 yıllık süreçte en yüksek PM ortalamalarının görüldüğü aylar ocak ve aralık aylarıdır.

Chen ve ark. (93) tarafından Pekin'de kirleticilerin günlük, haftalık ve aylık dağılım paternlerinin incelendiği bir çalışmada, ekim ayından itibaren PM10 ortalamalarının keskin bir şekilde arttığı, farklı istasyonlara göre kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında en yüksek aylık PM10 ortalamalarının ölçüldüğü belirtilmiştir. Mercan'ın (94) 2016 yılında yaptığı çalışmada, Kırklareli ilinde 2010-2014 yılları arasındaki 5 yıllık süreçte 2010'da kasım; 2011, 2012 ve 2014'te ocak, 2013'te de aralık ayı en yüksek aylık PM10 ortalamalarının hesaplandığı aylar olarak ifade edilmiştir. Çalışmamızda, ABD'deki aylık patern hariç diğer merkezlerdekilere benzer sonuçlar elde edilmiş olup, kış aylarında bu artışın sebebini genel olarak ısınma kaynaklı kullanılan fosil yakıtlara bağlayabiliriz. Edirne örneğinde olabileceği gibi yaz aylarında şehirde nüfusun azalması ve sonbahar dönemi itibarıyla artması sonucu araç sayısındaki artış da PM10'un trafik kaynaklı yükselme nedenlerinden olabilir.

İskender ve ark. (95) Düzce’de yaptıkları bir çalışmada, 1 ekim 2011 ile 31 mart 2015 tarihleri arasında 4 yılın yaz ve kış dönemlerindeki PM10 ortalamaları arasında ( $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $133,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) istatistiksel açıdan anlamlı fark bulmuşlardır. Nakao ve arkadaşlarının (96) Moğolistan Ulanbatur’da mevsimsel hava kirliliğinin yetişkinlerde sağlıkla ilişkili yaşam kalitesini inceledikleri bir çalışmada kış sezonu PM10 ortalamasının ( $248,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), yaz sezonu PM10 ortalamasına ( $167,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Saraç’ın (89) yaptığı bir çalışmada Türkiye genelinde 2013 yılında kış dönemi PM10 ortalaması  $68,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , yaz dönemi PM10 ortalaması ise  $51,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanmıştır. Marmara bölgesinde ise PM10 ortalamaları kış döneminde  $61,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve yaz döneminde  $51,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olup, kış dönemi ortalamasının yaz dönemi ortalamasından daha yüksek olduğu söylenmiştir (89). Gül’ün (97) Edirne Merkez ilçede PM10 bileşimini araştırdığı çalışmasında, 1 Ekim 2016-31 Mart 2017 kış dönemi PM10 ortalaması ( $51,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1 Nisan 2017-30 Eylül 2017 yaz dönemi ortalamasına ( $35,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda da yaz ve kış aylarındaki mevsimsel PM10 ortalamalarına baktığımızda Edirne’de her 3 yılda, Kırklareli’nde 2015 yılında, Tekirdağ’da ise 2015 ve 2017 yıllarında kış dönemi ortalamaları yaz dönemine göre istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek hesaplanmıştır.

Edirne’de ve Kırklareli’nde 2015, 2016 ve 2017 yıllarında KÖH, cinsiyete özel ölüm hızları, 30 yaş üstü ve 65 yaş altı ölüm hızları; Tekirdağ iline göre daha yüksek seviyelerdedir. Bu durumun nedeni hem Edirne hem de Kırklareli’nde, Tekirdağ’a kıyasla yaşlı nüfus oranının daha yüksek, genç nüfus oranının da daha az olmasıdır. Ölüm nedenlerinin oranlarına göre, kardiyovasküler sistem (KVS) hastalıklarından olan ölümler tüm ölümlerin, Edirne’de 2015’te % 43,83’ünü, 2016’da % 45,47’sini ve 2017’de % 44,48’ini oluşturmaktayken, Kırklareli’nde tüm ölümlerin 2015’te % 44,93’ü, 2016’da % 43,54’ü ve 2017’de % 42,19’udur. Tekirdağ’da ise ölümlerin 2015 yılında % 40,45’i, 2016 yılında % 40,79’u ve 2017’de % 39,28’i kardiyovasküler hastalıklar nedeniyle meydana gelmiştir. Ölümler içinde kanserlerin payı 2015, 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla; Edirne’de % 24, % 22,66 ve %21,65; Kırklareli’nde % 23,79, % 22,85 ve % 22,9 olarak; Tekirdağ’da % 23,57, % 23,39 ve % 22,47 şeklinde hesaplanmıştır. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ’da 3 yıllık periyotta ölümlerin % 9,5-12,5’i solunum sistemi hastalıkları nedeniyle meydana gelmiştir. 3 ilde 2015,2016 ve 2017 yıllarında santral sinir sistemi hastalıklarına bağlı ölümler toplam ölümlerin % 3,5-5’ini, endokrin sistem hastalıklarına bağlı ölümler ise toplam ölümlerin % 2,9-4,8’ini oluşturmaktadır.



Sağlık İstatistikleri Yıllığı (SİY) 2017'ye göre Türkiye'de KVS hastalıklarından dolayı meydana gelen ölüm oranları 2015 yılında % 40,10, 2016 yılında % 39,52 ve 2017 yılında % 39,66 olarak bulunmuştur. KVS hastalıklarından sonraki en sık ölüm nedeni kanserler olup, ölümlerin 2015'te % 19,94'ü, 2016'da % 19,43'ü ve 2017'de de % 19,56'sı kanserler sebebiyledir. Solunum sistemi hastalıkları nedeniyle olan ölümler sırasıyla 2015, 2016 ve 2017 yıllarında tüm ölümlerin, %11,04, % 11,73 ve % 11,96'sıdır (82). Çalışmamızda Edirne ve Kırklareli'nde kanser ve kardiyovasküler sistem hastalıklarına bağlı ölüm oranları Türkiye ortalamasına göre daha yüksekken, solunum sisteminden kaynaklı ölümler Türkiye oranları ile benzerdir. Bunun nedeni Edirne ve Kırklareli'ndeki kanser tarama programlarının daha iyi çalışması ve daha çok tanı konulması ya da Tekirdağ'da kanser tarama programlarının efektif çalışmaması olabilir.

Doricic ve ark. (98) tarafından Hırvatistan'da mortalite karakteristiklerinin incelendiği ekolojik bir çalışmada, 1960-2012 yılları arasındaki Bakar ve Mali Losinj isimli iki farklı yerleşim bölgesinde dolaşım sistemi hastalıklarından ölümler % 48,19 ve % 46,27; kanserlere bağlı ölümler % 22,43 ve % 18,59; solunum sistemi nedeniyle meydana gelen ölümler % 4,03 ve % 7,48 oranındadır. 2003 yılında Hırvatistan, ölüm istatistikleri veri kalitesi açısından orta kalitede olarak nitelendirilmiştir (98). Çalışmamıza kıyasla Hırvatistan'daki çalışmanın yapıldığı iki şehirde kardiyovasküler hastalıklara bağlı ölümler daha yüksek, solunum sistemi hastalıkları sebebiyle meydana gelmiş olan ölümler ise daha düşük bulunmuştur. Çalışmanın yarım asırlık verilerle yapılmış olması ve de özellikle 2000'li yıllar öncesinde Hırvatistan'da mortalite istatistikleriyle ilgili veri tabanı kalitesinin orta düzeyde olması sebebiyle ölüm nedenlerinin veri tabanına farklı yansımaları bunu durumun sebebi olabilir.

Parks ve arkadaşları (99), 1980'den 2016 yılına kadar olan süreçte toplam ve nedene özel ölümleri araştırdıkları çalışmalarında, ABD'de 36 yılda meydana gelen ölümlerin % 39'unun kardiyovasküler hastalıklar nedeniyle olduğunu, ikinci sırada % 23,2 ile kanserlerin yer aldığını belirtmişlerdir. Solunum Sistemi kaynaklı hastalıklardan kaynaklanan ölümler de, tüm ölümlerin % 9,1'ini oluşturmaktadır (99).

Çalışmamızda 3 il ve 3 ilçe merkezinde yer alan toplam 6 istasyonda yıllara göre PM10 ortalamaları ile KÖH, cinsiyete özel ölüm hızları, 30 yaş üstü ve 65 yaş altı ölüm hızları kıyaslamalarına göre istasyonlar genelinde yıllık PM10 ortalaması ile 30 yaş üstü ölüm hızları arasında pozitif yönlü zayıf, anlamlı bir ilişki bulunmuş; ancak PM10 ortalaması ile KÖH, 65 yaş altı ölüm hızı ve cinsiyete özel ölüm hızları arasında anlamlı ilişki görülmemiştir.

İllerdeki gözlemlerimizde Edirne ilinde yıllık PM10 ortalamaları ile cinsiyete özel ölüm hızları, 30 yaş üstü ölüm hızı, 65 yaş altı ölüm hızı, solunum sistemi ve merkezi sinir sistemi hastalıklarına özel orantılı ölüm hızları arasında benzer eğilim varken, KÖH, kansere, KVS hastalıklarına ve endokrin sistem hastalıklarına özel orantılı ölüm hızları arasında ise benzer trend gözlenmemiştir. Kırklareli’nde PM10 ortalamaları ile yalnızca merkezi sinir sistemi hastalığına özel orantılı ölüm hızı ile benzer eğilim mevcutken, diğer hiçbir yaşa, cinsiyete ve nedene özel ölüm hızları ile benzer trend gözlenmemiştir. Tekirdağ’da KÖH, erkek ölüm hızı, 30 yaş üstü ölüm hızı, KVS, MSS hastalıkları ve kansere özel orantılı ölüm hızları ile yıllık PM10 ortalamaları arasında paralellik mevcutken, kadına özel ölüm hızı, 65 yaş altı ölüm hızı, solunum sistemi ve endokrin sistem hastalıklarına özel orantılı ölüm hızları ile yıllık PM10 ortalamaları arasında benzer bir trend saptanamamıştır.

Hava kirliliği maruziyeti ile kısa dönem ve uzun dönemde olumsuz sağlık etkileri ile ilgili literatürde çok sayıda araştırma mevcuttur. Çalışmalarda PM ortalamalarında artış ile birlikte KVS ve solunum sistemi hastalıkları ile kanser gibi kronik hastalıklara bağlı hastane başvurularında, morbidite ve mortalitede artışlar olduğu kanıtlarla gösterilmiştir (65-68). Çalışmamızda da gözlemsel olarak yıllık PM10 ortalamaları ile KÖH, yaşa ve nedene özel ölüm hızları arasında Edirne ve Tekirdağ’da birçok paralellik ve benzer trend bulunmuşken, özellikle Kırklareli’nde benzer eğilimlerin olmadığı da ifade edilmiştir. Bunu, sadece 3 yıllık az sayıda verilerle gözlem olması ve ekolojik olarak inceleme yapılması nedenleriyle açıklayabiliriz. Daha uzun süreli ve bireysel gözlemlerle yapılacak, farklı değişkenlerin de dâhil edileceği çalışmalarda hava kirliliğinin sağlık etkileri daha net olarak ortaya koyulabilir. Rodrigues ve arkadaşlarının (100) yaptıkları bir çalışmada, Brezilya’daki bir eyaletin 2 şehrinde 2009-2011 arasında yıllık PM2.5 ortalamaları ile kardiyovasküler hastalıklar kaynaklı hastane başvuruları ve ölümler arasında korelasyon olmadığı belirtilmiştir.

Aylara göre ölüm sayılarını değerlendirdiğimizde Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ’da 2015, 2016 ve 2017 yıllarının tamamında en çok ölümün meydana geldiği ay ocak ayıdır. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ’da 2015, 2016 ve 2017 yıllarında aylık PM10 ortalamaları ile aylık ölüm sayıları arasında pozitif yönlü zayıf anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Edirne’de 3 yıl boyunca aylık PM10 ortalamaları ile aylık ölüm sayıları arasında pozitif yönlü zayıf anlamlı bir ilişki saptanmıştır. 3 yıllık süreçte, yaz ve kış dönemi ölüm sayıları açısından kış döneminde daha fazla ölüm olsa da istatistiksel olarak anlamlı fark gösterilememiştir. Kırklareli ve Tekirdağ’da ise aylık PM10 ortalamaları ile aylık ölüm sayıları arasında bir korelasyon

gösterilememiştir. 3 yılın kış aylarının ölüm sayıları, yaz aylarının ölüm sayılarına göre istatistiksel açıdan önemli derecede daha fazladır.

Her 3 ilde de 3 yılın kış aylarında, yaz aylarına göre daha fazla ölüm gözlenmesine rağmen, uzun dönem izlem olmaması ve veri sayısının az olması, aylara göre ölüm sayıları ve PM10 ortalamaları arasındaki korelasyonun zayıf olması veya hiç olamamasının nedeni olabilir. 3 ilin toplam verileri ile 3 yıllık toplam hesaplamalarımızda korelasyonun olması ancak iller özelinde bunun gösterilememesi de bunun bir göstergesi olabilir.

Clancy ve ark. (101) tarafından İrlanda'da yapılan bir çalışmada 1984-1996 yılları arasında hem toplam, hem de solunum ve dolaşım sistemi hastalıklarına bağlı ölümlerin en çok kış mevsiminde, en az da yaz mevsiminde meydana geldiği ve kömür satışının yasaklanmasıyla bu ölümlerin hava kirliliğindeki düşüşe bağlı olarak her iki dönemde de istatistiksel olarak azaldığı belirtilmiştir. Bayraktar (102), Balıkesir'de PM kirliliğinin kardiyorespiratuar mortalite üzerine etkisini incelediği bir araştırmasında haziran 2007-mart 2010 arasında meydana gelen kardiyak ve solunumsal hastalıklara bağlı ölümlerin mevsimsel olarak en fazla kış ve en az yaz mevsiminde, aylara göre ise sırasıyla en fazla aralık, şubat, kasım, mart ve ocak aylarında meydana geldiğini ifade etmiştir. Mercan (94) yaptığı çalışmada Kırklareli'nde 2010-2014 yılları arasında aylara göre ölüm sayılarında, en fazla ölümün 2010 ve 2011'de aralık, 2012 ve 2013'te ocak aylarında, 2014'te ise ağustosta olduğunu belirtmiştir. Genel olarak ocak ayı en çok ölümün olduğu, temmuz ayı da en az ölümün olduğu aydır. Ayrıca bu periyotta meydana gelen ölüm sayıları ile PM10 ortalaması arasında da istatistiksel açıdan anlamlı ilişki olmadığını belirtmiştir (94). Bizim çalışmamızda da Edirne'de pozitif yönlü zayıf anlamlı korelasyon saptanmışken, Kırklareli ve Tekirdağ'da ilişki gösterilememiştir.

Parks ve ark. (99) yaptıkları çalışmada 1980-2016 yılları arasında ABD'deki ölümlerde, özellikle 65 yaş üstünde mevsimsel özellik olduğunu söylemişlerdir. 5-24 yaş arasındaki erkekler ve 15-24 yaş arasındaki kadınlar dışında kardiyovasküler ve respiratuar hastalıklara bağlı ölümlerin de mevsimsel özellik gösterdiklerini belirtmişlerdir. Ölümlerin özellikle kadınlarda 35, erkeklerde 45 yaş üzerinde aralık, ocak ve şubat aylarında en fazla; haziran, temmuz ve ağustosta da en düşük düzeyde olduğunu vurgulamışlardır. Tüm yaş gruplarında kardiyovasküler ve solunum hastalıklarına bağlı ölümler de tüm nedenlere bağlı ölümler gibi ocak ve şubatta en fazla, temmuz ve ağustosta en azdır (99).

Ou ve ark. nın (103) Guangzhou'da kış aylarındaki mortaliteyi inceledikleri çalışmalarında; 2003-2011 yılları arasındaki dönemde tüm nedenlere bağlı meydana gelen ölümler ile solunum ve dolaşım sistemi hastalıkları nedeniyle gerçekleşen aylık ölüm

ortalamalarının kış sezonunda, yaz dönemine göre daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Kış sezonunda toplam ölümler, kış olmayan döneme göre % 25,7, kardiyovasküler hastalıklar kaynaklı ölümler %37,7 ve respiratuar hastalıklara bağlı ölümler de % 35 daha fazla görülmektedir (103). Dai ve ark. (104) tarafından yapılan bir çalışmada, 2000-2006 yılları arasında ABD’de 75 şehirde çalışmamızın aksine, en yüksek mevsimsel PM2.5 ortalamaları yaz mevsiminde, 2. olarak da kış mevsiminde görülmüştür, ancak kardiyovasküler ve solunum hastalıklarına bağlı ölümler ile toplam ölümler çalışmamızda olduğu gibi en çok kış mevsiminde meydana gelmiştir.

AIR Q+ programı ile il geneli için yapılan hesaplamalarımıza göre 30 yaş üstünde; Edirne ilinde 2015 yılında 655 (%19,45), 2016 yılında 518 (% 16,06) ve 2017’de 544 (%16,15) ölüm (yaralanmalar dışı doğal nedenlerle meydana gelen), hava kirliliğine atfedilebilir. 30 yaş üstü yüz bin kişi için 2015’te 264, 2016’da 207 ve 2017’de 214 kişi eğer yıllık PM2.5 ortalaması  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  seviyesinde olsaydı hayatını kirlilik nedeniyle kaybetmeyebilirdi. Kırklareli ilinde hava kirliliğine atfedilebilecek 30 yaş üzerindeki popülasyonda ölüm sayıları 2015 yılı için 333 (% 11,79), 2016’da 392 (% 14,83) ve 2017’de 363’tür (% 12,98). 2015, 2016 ve 2017 yılları için, PM2.5 DSÖ normal sınırlarının üzerinde olmasaydı, sırasıyla yüz binde 155, 179 ve 163 kişi hayatta olabilirdi. Tekirdağ’da 2015’te 870 (% 18,38), 2016 yılında 995 (% 20,37) ve 2017 yılında da 831 kişi (% 16,75) kirliliğe atfedilebilecek nedenlerle ölmüştür. Sırasıyla yüz binde 167, 183 ve 147 kişi kirlilik normal sınırlarda kalsaydı ölümden korunabilirdi.

Lehtomaki ve ark. (27) Finlandiya’da yaptıkları araştırmaya göre 2015 yılında hava kirliliği nedeniyle yaklaşık 2000 kişi hayatını kaybetmiş olup, bunun % 80’i (1600 ölüm) PM2.5 kirliliğine atfedilmiştir. Bu ölümlerin de % 98’inden fazlası 30 yaş üstü yaş grubunda meydana gelmiştir (27). 2015 yılında 5 milyondan fazla nüfusu olan Finlandiya’da PM2.5 kaynaklı hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısının az olmasının nedeni Finlandiya’nın yıllık PM2.5 ortalamasının DSÖ limitinin de altında olması ( $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olabilir.

Pinichka ve ark. (105) Tayland’da yaptığı bir çalışmada, 2009 yılında 30 yaş üzerinde yaklaşık 26990 ölüm PM2.5 kirliliğine atfedilmiştir. Yıllık ortalaması PM10 üzerinden hesapla  $27,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak bulunan PM2.5 ortalamasının % 20 azaltılmasıyla tüm ölümlerde % 22’lik bir azalma (5980) meydana geleceği tahmin edilmiştir (105). Dimovska ve ark. (28) Makedonya’da yaptıkları bir çalışmada 2012-2016 yıllarındaki 5 yıllık PM2.5 ortalaması Üsküp’te  $41,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Tetovo şehrinde  $81,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve Makedonya ülke genelinde  $45,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanmıştır. PM2.5’te DSÖ üst limit olan  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  üstüne atfedilen 30 yaş üstü doğal ölüm riski (RR) Üsküp’te 1,29, Tetovo’da 1,64 ve Makedonya’da 1,32’dir (28). Jirik ve ark.

(106) Ostrava’da 2016’da yaptıkları bir çalışmada AIR Q+ ile benzer hesaplama yöntemi ile 3 farklı bölge için PM2.5 kirliliğine atfedilen 30 yaş üstü mortalite riski, uzun vadeli PM2.5 ortalaması 24-34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olan bölgede RR=1.09-1.15, 29-39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olan bölgede RR=1.12-1.18 ve 31-45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olan bölgede ise RR=1.13-1.22 bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda da 39,17-45,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olan Edirne’de RR=1.19-1.24; 30,88-36,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olan Kırklareli’nde RR=1.13-1.17ve 40,55-47,91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olan Tekirdağ’da RR=1.20-1.25 olarak bulunmuştur. AIR Q+ programının tasarımı gereği PM ortalamasının yüksek olduğu yerde RR daha yüksektir.

Ansari ve ark. (107) Tahran’da yaptıkları bir çalışmada, AIR Q+ programı ile hesaplamalarına göre Mart 2017-2018 arası 1 yıllık süreçte 30 yaş üstü 6710 ölüm (% 12,97) başka bir deyişle 100.000’de 128 ölüm PM2.5 kaynaklı hava kirliliğine atfedilmiştir. Kowalski ve ark. (108) Polonya’da yaptıkları çalışmalarında, 2012 yılında PM2.5 ortalamaları 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanan 2 farklı şehirde, ortalamaların 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’e düşürülmesi durumunda 30 yaş üstü ölümlerde sırasıyla 100.000’de 128,1 ve 75,6 azalma olacağını belirtmişlerdir. Li ve ark. (109) 2010’da Birleşik Arap Emirlikleri’nde yaptıkları çalışmada, 30 yaş üstü yetişkinlerde PM kirliliğine atfedilen ölümler 2007 yılında 542 olarak hesaplanmıştır.

Pascal ve ark. (110) tarafından yapılan, hava kirliliğinin 25 Avrupa kentinde sağlık etkilerini inceledikleri Aphekom projesinin sonuçlarına göre; PM2.5 kirliliğine atfedilen ve PM2.5 ortalamasının DSÖ’nün PM2.5 için üst limiti olan 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’e düşürülmesiyle önlenebilecek ölüm sayıları Atina’da 3100, Barselona’da 1437, Bükreş’te 3211, Budapeşte’de 2954, Londra’da 880, Viyana’da 1024 olarak hesaplanmıştır.

Nüfusu yaklaşık 400.000 olan Edirne’de PM2.5 kirliliğine atfedilen ölüm sayıları, nüfusu Edirne’nin 2 katına yakın olan Marsilya, Valencia gibi şehirlerden 2 kat daha fazladır. Aynı şekilde nüfusu kendisine yakın olan Brüksel, Lille ve Marsilya’ya kıyasla Tekirdağ’daki ölüm sayıları 2-3 kat daha fazladır. Bunun nedeni illerimizdeki PM10 üzerinden hesapladığımız PM2.5 seviyelerinin yüksek olması olabilir. Bunun için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

THH Platformu’nun hazırladığı rapora göre AIR Q+ programı kullanarak hesaplanan verilere göre; hava kirliliğine atfedilen ölüm yüzdesi en düşük iller Artvin ve Rize (% 1,8) iken, en yüksek iller Afyon (%23,7) ve Niğde’dir (% 23,3). Hava kirliliğine atfedilen mortalite hızı (100.000’de) en düşük 3 il Yozgat (8), Rize (18,8) ve Artvin (21) iken, en yüksek 3 il Afyon (235,2), Sinop (223,2) ve Burdur’dur (216,2). Edirne ve Kırklareli’nde, hava kirliliğine atfedilen ölüm sayı ve oranları, bu raporun sonuçlarına göre çalışmamıza oranla daha düşük seviyelerdeyken, Tekirdağ ile benzer düzeydedir (75). Bunun nedeni il geneli PM

hesaplamalarına Edirne’de Karaağaç ve Kırklareli’nde Limanköy gibi PM ortalamaları düşük kırsal istasyonların dâhil edilmesidir. Ayrıca Tekirdağ’da PM2.5 kirliliği Edirne ve Kırklareli’ne kıyasla daha yüksekken 100.000 kişi için hava kirliliğine atfedilen ölüm hızı, 3 il arasında en az olan şehir Tekirdağ’dır. Bunun da nedeni 30 yaş üstündeki doğal nedenlerle meydana gelen ölüm hızının, Edirne ve Kırklareli’ndeki yaşlı nüfusun Tekirdağ’dan daha çok olmasına bağlı olarak yüksek olması ve AIR Q+ programında hesaplama yapılırken bu verinin de kullanılmasıdır.

Al-Hemoud ve ark. (111) Kuveyt’te yaptıkları bir çalışmada, 2015 yılında 76 postneonatal ölümden 17 tanesi PM10 nedenli hava kirliliğine atfedilmektedir. Yıllık PM10 ortalaması  $167,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olan ülkede PM10 maruziyetine atfedilen postneonatal mortalite oranı da % 22,68 olarak hesaplanmıştır ve hesaplamalar ülkenin yıllık PM10 üst limiti olan  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  üzerinden yapılmıştır. Çalışmamızda ise postneonatal mortalitede en yüksek atfedilebilir oranlar 2016 ve 2017’de Tekirdağ’da, 2015’te ise Edirne’de gözlenmiştir. Bebek ve çocuk nüfus oranı daha yüksek oranda olan Tekirdağ’da postneonatal ölüm hızı Edirne ve Kırklareli ile benzer olduğu için, Tekirdağ’da nüfus fazlalığı sebebiyle atfedilen postneonatal ölüm sayısı rölatif olarak fazla görülmekte olup, atfedilen ölüm hızları benzer seviyede olmuştur.

## SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmamıza göre sonuçlarımızı şöyle sıralayabiliriz:

1. Trakya'da PM kaynaklı hava kirliliği mevcuttur. Edirne Merkez ilçede, Keşan'da, Kırklareli Merkez ilçede, Lüleburgaz'da, Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesinde ve Çerkezköy'de 2015, 2016 ve 2017 senelerinde, yıllık PM10 ortalamaları, DSÖ'nün yıllık PM10 ortalaması üst limiti olan  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün en az 2 katı değerinde ölçülmüştür. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ il geneli ortalamaları ise DSÖ PM10 yıllık üst limitinin en az 2,5 katıdır.
2. 2015 ve 2016 yıllarında 6 istasyon arasında PM10 ortalamaları açısından anlamlı fark mevcutken, 2017 yılında Keşan ve Tekirdağ Merkez ilçe ile diğer istasyonlar arasında istatistiksel açıdan yine anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). İl geneli kıyaslamalarda 3 yılda da PM10 ortalamaları açısından önemli derecede fark mevcut olup ( $p<0,05$ ), her 3 yılda PM10 kirliliği en düşük il Kırklareli iken, en yüksek PM10 ortalaması 2015'te Edirne, 2016 ve 2017 yıllarında ise Tekirdağ ilinde ölçülmüştür.
3. İstasyonlara göre yıllık PM10 ortalamaları ile KÖH, cinsiyete özel ölüm hızları ile 30 yaş üstü ve 65 yaş altı ölüm hızlarının korelasyonunda, PM10 düzeyleri ile 30 yaş üstü ölüm hızı arasında pozitif yönlü zayıf, anlamlı bir ilişki ( $r=0,470$ ;  $p<0,05$ ) bulunmuştur.
4. Edirne'de yıllık PM10 ortalamaları ile cinsiyete özel ölüm hızları, 30 yaş üstü ölüm hızı, 65 yaş altı ölüm hızı, solunum sistemi ve merkezi sinir sistemi hastalıklarına özel orantılı ölüm hızları arasında; Kırklareli'nde yalnızca merkezi sinir sistemi hastalığına özel orantılı ölüm hızı arasında; Tekirdağ'da ise KÖH, erkek ölüm hızı, 30 yaş üstü ölüm hızı, KVS, MSS hastalıkları ve kansere özel orantılı ölüm hızları arasında benzer trendler gözlenmiştir.

5. Aylara göre Edirne’de, Kırklareli ve Tekirdağ’da 2015,2016 ve 2017 yıllarının tamamında en çok ölümün olduğu ay ocak ayıdır. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ’da 2015, 2016 ve 2017 yıllarında aylık PM10 ortalamaları ile aylık ölüm sayıları arasında pozitif yönlü zayıf anlamlı ( $r=0,491$ ;  $p<0,05$ ) bir ilişki saptanmıştır.
6. Üç yılın yaz dönemi (nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül) ve kış dönemi ayları (ocak, şubat, mart, ekim, kasım, aralık) ile PM10 ortalamaları arasında 3 ilde de istatistiksel olarak önemli fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). 3 yıllık yaz ve kış döneminde meydana gelen ölüm sayıları arasında Kırklareli ve Tekirdağ’da istatistiksel olarak önemli fark mevcuttur ( $p<0,05$ ).
7. AIR Q+ ile il geneli için yapılan hesaplamalarda; Edirne ilinde 2015 yılında 655 (%19,45), 2016 yılında 518 (% 16,06) ve 2017 yılında 544 (%16,15) 30 yaş üstü doğal ölüm hava kirliliğine atfedilebilir. Kırklareli ilinde hava kirliliğine atfedilen 30 yaş üstü ölüm sayıları 2015’te 333 (% 11,79), 2016 yılında 392 (% 14,83) ve 2017’de 363’tür (% 12,98). Tekirdağ’da 2015 yılında 870 (%18,38), 2016 yılında 995 (% 20,37) ve 2017 yılında da 831 kişi (% 16,75) kirliliğe atfedilebilecek nedenlerle ölmüştür.
8. Edirne’de 2015 yılındaki 6 postneonatal ölümün 1’i, 2016 ve 2017 yıllarındaki 12’şer postneonatal ölümün 2’şer tanesi yıllık PM10 limitinin DSÖ’nün yıllık ortalama PM10 üst değeri olan  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aşması nedeniyle oluştuğu tahmin edilmiştir. Kırklareli’nde 2015 yılındaki 7 postneonatal ölümün 1’i, 2016’da 9 ölümün 1’i ve 2017’deki 14 ölümün 2’si PM10 kirliliğine atfedilmektedir. Tekirdağ’da PM10 kirliliğine atfedilen postneonatal ölüm sayıları; 2015’te 35 ölümün 6’sı, 2016’da 30 ölümün 5’i ve 2017 yılında da 42 ölümün 6’sıdır.

## ÖNERİLER

1. 2019 yılında AB ile uyumlu hale gelen kirleticilerin üst limitleri, DSÖ sınır değerleri ile uyumlu hale getirilmelidir.
2. PM2.5 için mevzuatımızda bir sınır değer bulunmamaktadır. Bu sebeple bir üst limit belirlenmeli ve DSÖ limiti ile uygun olmalıdır.
3. İllerde ve ilçelerde hava kalitesi ölçüm istasyonlarının sayısı artırılmalı, kurulacakları yerler kenti temsil edebilecek şekilde, uygun olarak seçilmelidir.
4. İstasyonlar, DSÖ’nün hava kalitesi standartlarında tanımladığı kirleticilerin tamamını (PM10, PM2.5, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>) ölçebilecek şekilde olmalıdır ve ölçümler düzenli şekilde yapılmalıdır.



5. Isınma kaynaklı kirliliği önlemede doğalgaz olan yerlerde kullanım teşvik edilmeli, olmayan yerlerde doğalgaza geçiş hızlandırılmalı ve bu süreçte de kaliteli yakıt kullanımını özendirilmelidir.
6. Özellikle kış aylarında yakma saatlerine uyulmalı, yakma işlemini yapan personellere gerekli eğitimler verilmeli ve denetimler düzenli şekilde yapılmalıdır.
7. Trafik kaynaklı emisyonlara yönelik araçların genel ve egzoz bakımları düzenli olarak yapılmalı, sorun tespit edilen araçların, bu sorun giderilmeden trafiğe çıkışlarına izin verilmemelidir.
8. Bireysel taşıt kullanımından ziyade, toplu taşıma teşvik edilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.
9. Sanayi tesislerinde ileri teknoloji kullanılmalı, kirlilik, kaynağında kontrol altına alınmalıdır.
10. Şehirlerin topografik yapısına uygun olarak yapılanma olmalı ve rüzgâr koridorlarının engelleyecek bina yapımından kaçınılmalıdır.
11. Edirne'ye kıyasla, sanayinin çok daha yoğun olduğu Kırklareli, Lüleburgaz ve Tekirdağ illerinde, sanayi kaynaklı kirliliğe yönelik önlemler alınmalı ve kirlilik azaltılmaya çalışılmalıdır.
12. Sanayisi bulunmayan Keşan'da özellikle kışın ısınma kaynaklı kirlilik çok daha yüksek olmaktadır. 2017 yılının sonlarında başlayan doğalgaza geçiş hızlandırılmalı ve kalitesiz yakıt kullanımını önlenmelidir.
13. Üç şehrimizde de artan nüfus ve araç sayısı ile trafik kaynaklı kirliliğin de artması olası olduğundan, araç ve ulaşım sistemlerine yönelik gerekli düzenleme ve girişimler yapılarak, trafik kaynaklı kirlilik en aza indirilmelidir.
14. Hava kirliliği başta olmak üzere çevre sağlığı konusunda politikacılar, halk ve sağlık çalışanları bilgilendirilmeli ve farkındalık oluşturulmalıdır.
15. Bölgesel düzeyde Trakya'da hava kirliliğinin önemli bir sorun olduğu ile ilgili halk bilgilendirilmeli, ilgili kurum ve kuruluşlar halk sağlığını gözeterek işbirliği içinde çalışmalı, kirliliği azaltacak çözüm önerileri getirilerek en kısa sürede uygulanması sağlanmalı ve kirlilik, halk sağlığını tehdit etmeyecek düzeylere düşürülmelidir.
16. Sağlıklı bir çevrede doğmak ve yaşamak herkesin hakkıdır ve bu konuda üstüne sorumluluk düşen herkes, görevini yerine getirmelidir.

17. ÖBS'den ölümlerle ilgili verilere ulaşım sağlanmalı; bu şekilde, elde edilecek verilerle daha doğru ve ayrıntılı çalışmalar yapılabilir.
18. Hava kirliliği ve sağlık etkileri ile ilgili olan çalışmaların sayısı ülke genelinde ve bölgesel olarak daha da artırılmalıdır.



## ÖZET

Son yıllarda başta hava kirliliği olmak üzere, çevreyle alakalı birçok sorun artış göstermektedir. Hem iç hem de dış ortam hava kirliliği, düşük dozlarda dahi insan sağlığı için bilinen bir tehdittir ve dünya çapında artan önemli bir mortalite ve morbidite sebebidir. DSÖ tahminlerine göre, hava kirliliği 2012'de her 8 kişiden 1'inin yani 7 milyon kişinin erken ölümüne sebep olmuştur. Bu ölümlerden yaklaşık 3,7 milyonu dış ortam hava kirliliği ile ilişkilidir.

Çalışmamızın amacı Trakya'da (Edirne merkez ilçe, Keşan, Kırklareli Merkez ilçe, Lüleburgaz, Tekirdağ merkez ilçe ve Çerkezköy) 2015-2017 yılları arasında partiküler madde (PM) kirliliğini incelemek, aylık ortalamalar ile yaz ve kış ayları arasındaki PM ortalamaları ve ölüm sayılarını değerlendirmek, AIR Q+ programı ile önlenebilir ölüm sayılarını hesaplamak ve PM10 ölçümlerinin çeşitli mortalite hızları ve ölüm nedenleri ile ilişkisini değerlendirmektir.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) TR21 alt gruplamasında yer alan 3 il olan Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde yer alan ve hava kalitesi ölçümü yapılan il ve ilçe merkezleri çalışmamıza dâhil edilmiştir. Edirne Karaağaç istasyonu ve Kırklareli Limanköy istasyonu kırsal olmaları sebebiyle, Kırklareli Vize istasyonunda PM ölçümü yapılmadığı için ve Çorlu'daki istasyonlarda kirlilik ölçümleri 2017 kasım ayından sonra başladığı için çalışmaya dâhil edilmemiştir. Aylık ve yıllık PM ortalamalarını hesaplamak için, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın internet sitesi olan [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) sitesinden elde edilen 01.01.2015-31.12.2017 tarihleri arasındaki saatlik PM10 ölçüm verileri kullanılmıştır.

Trakya'da PM kaynaklı hava kirliliği mevcuttur. Edirne merkez ilçede, Keşan'da, Kırklareli'nde, Lüleburgaz'da, Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesinde ve Çerkezköy'de 2015-2017 arasında, yıllık PM10 ortalamaları, DSÖ'nün yıllık PM10 ortalaması üst limiti olan

20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün en az 2 katı değerde ölçülmüştür. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ il geneli ortalamaları ise DSÖ PM10 yıllık üst limitinin en az 2,5 katıdır.

Her 3 yılda da PM10 kirliliği en düşük il Kırklareli iken, en yüksek PM10 ortalaması 2015'te Edirne, 2016 ve 2017 yıllarında ise Tekirdağ ilinde ölçülmüştür ve yıllık PM10 ortalamaları açısından iller arasında istatistiksel açıdan önemli fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ),

İstasyonlara göre yıllık PM10 ortalamaları ile 30 yaş üstü ölüm hızı arasında pozitif yönlü zayıf anlamlı bir ilişki ( $r=0,470$ ;  $p<0,05$ ) bulunmuştur. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'da 2015, 2016 ve 2017 yıllarında aylık PM10 ortalamaları ile aylık ölüm sayıları arasında pozitif yönlü zayıf anlamlı ( $r=0,491$ ;  $p<0,05$ ) bir ilişki saptanmıştır. Üç yılın yaz dönemi ve kış dönemi PM10 ortalamaları arasında 3 ilde de istatistiksel olarak önemli fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). 3 yıllık yaz ve kış döneminde meydana gelen ölüm sayıları arasında Kırklareli ve Tekirdağ'da istatistiksel olarak önemli fark mevcuttur ( $p<0,05$ ). AIR Q+ programı ile il geneli için yapılan hesaplamalarda; 2015, 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla; Edirne'de 655 (%19,45), 518 (% 16,06) ve 544 (%16,15); Kırklareli'nde 333 (% 11,79), 392 (% 14,83) ve 363 (% 12,98); Tekirdağ'da ise 870 (% 18,38), 995 (% 20,37) ve 831, 30 yaş üstü kişi (% 16,75) kirliliğe atfedilebilecek nedenlerden dolayı hayatını kaybetmiştir.

Sonuç olarak Trakya'da PM kaynaklı hava kirliliği mevcuttur. Özellikle kış döneminde daha fazla olan kirliliğin, DSÖ limitlerine düşürülmesi halinde pek çok ölüm ve olumsuz sağlık etkisi önlenebilecektir.

**Anahtar kelimeler:** Hava kirliliği, Trakya, PM, mortalite, AIR Q+

**EVALUATION OF PARTICULATE MATTER POLLUTION IN  
THRACE AND THE RELATIONSHIP WITH MORTALITY BETWEEN  
2015-2017**

**SUMMARY**

In recent years, many environmental problems, especially air pollution, have been increasing. Even at low doses, both indoor and outdoor air pollution are known threats to human health and major causes of mortality and morbidity increasing worldwide. According to World Health Organization (WHO) estimations, air pollution caused premature death of 7 million people (1 in every 8 people) in 2012. Approximately 3,7 million of these deaths were associated with outdoor air pollution. The aim of our study was to investigate the particulate matter (PM) air pollution in Thrace (Edirne central district, Keşan, Kırklareli Central district, Lüleburgaz, Tekirdağ central district and Çerkezköy) between 2015-2017, to evaluate monthly PM averages, PM averages between summer and winter and number of deaths, to calculate number of preventable deaths by AIR Q+ software tool and to evaluate the relationship between PM10 measurements and various mortality rates and causes of death.

In our study, provincial and district centers located in Turkish Statistical Institute (TSD) TR21 subgroup provinces Edirne, Tekirdağ and Kırklareli and where air quality measurements done were included. Because Edirne Karaağaç station and Kırklareli Limanköy station were rural, PM measurements were not done at Kırklareli Vize Station and pollution measurements of stations in Çorlu had started after November 2017, they were not included in our study. Hourly PM10 measurement data obtained from the website of the Ministry of Environment and

Urbanization, [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr), between 01.01.2015-31.12.2017 were used to calculate monthly and annual PM averages.

There is PM air pollution in Thrace. In the central district of Edirne, in Keşan, in Kırklareli, in Lüleburgaz, in Süleymanpaşa central district of Tekirdağ and in Çerkezköy between 2015-2017, the annual PM10 averages were measured at least twice the 20 µg / m<sup>3</sup>, the upper limit of WHO annual PM10 average. The province-wide averages of Edirne, Kırklareli and Tekirdağ were at least 2,5 times the upper limit of WHO annual PM10 average.

In every 3 years, Kırklareli had the lowest PM10 pollution, while the highest PM10 average has been measured in Edirne in 2015, and also Tekirdağ in 2016 and 2017, and statistically significant difference has been determined between provinces in terms of annual PM10 averages ( $p < 0,05$ ).

There was a significant weak positive relationship between annual PM10 averages according to stations and mortality rate over 30 years ( $r = 0,470$ ;  $p < 0,05$ ). In Edirne, Kırklareli and Tekirdağ, there was a significant weak positive relationship ( $r = 0,491$ ;  $p < 0,05$ ) between monthly PM10 averages and monthly number of deaths in 2015, 2016 and 2017. There were statistically significant differences between summer and winter PM10 averages of three years in three provinces ( $p < 0,05$ ). There were statistically significant differences between the number of deaths occurring in 3-year summer and winter period in Kırklareli and Tekirdağ ( $p < 0,05$ ). In province-wide calculations made by AIR Q+ software tool; in 2015, 2016 and 2017 respectively; 655 (19,45%), 518 (16,06%) and 544 (16,15%) in Edirne; 333 (11,79%), 392 (14,83%) and 363 (12,98%) in Kırklareli and 870 (18,38%), 995 (20,37%) and 831 people (16,75%) in Tekirdağ have died from causes attributable to pollution.

In conclusion, there is PM air pollution in Thrace. Many deaths and adverse health effects would be prevented if the pollution which is much more especially in winter period has been reduced to WHO limits.

**Key words:** air pollution, Thrace, PM, Mortality, AIR Q+

## KAYNAKLAR

1. Düzce İli Hava Kalitesi Analiz Raporu (2010-2016)[internet]. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Erişim Tarihi: 18.03.2019) Available from: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/kiathm/icerikler/duzce-20181002100349.pdf>
2. Alkan A. Hava Kirliliğinin Ciddi Boyutlara Ulaştığı Kentlere Bir Örnek: Siirt. BEÜ SBE Derg 2018;7(2):641-66.
3. Kunzli N, Perez L, Rapp R (Çeviri: F. Evyapan, D. Mungan, M. Akgün, P. Arbak) Hava Kalitesi ve Sağlık. Ankara: Anıl Matbaacılık; 2012.
4. Pope AC, Dockery DW. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. J. Air & Waste Manage Assoc 2006;56:709-42.
5. Organization, W.H., Regional Office for Europe (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.
6. Fann N, Kim SY, Olives C, Sheppard L. Estimated Changes in Life Expectancy and Adult Mortality Resulting from Declining PM 2.5 Exposures in the Contiguous United States: 1980-2010. Environ Health Perspect. 2017;125(9).097003. [doi:10.1289/EHP507](https://doi.org/10.1289/EHP507)
7. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad, J, Estep K. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study. Lancet 2017;389:1907-18.
8. Schneider D, Lilienfeld DE. Lilienfeld's Foundations of Epidemiology. 4<sup>th</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2015; ch 5,73-100.
9. Akturan, S, Gümüş B, Özer Ö, Balandız H, Erenler AK. TÜİK Verilerine Göre Türkiye'de 2009 ve 2016 Yılları Arasındaki Ölüm Oranları ve Nedenleri. Konuralp Tıp Dergisi 2019;11(1):9-16.

10. Ölüm Bildirim Sistemi[internet]. (Erişim Tarihi: 21.04.2019) Available from: <https://docplayer.biz.tr/3860341-Olum-bildirim-sistemi.html>
11. Güven Tezcan S. Temel Epidemiyoloji. Ankara: Hipokrat Kitabevi;2017.
12. Kaba ölüm hızları[internet]. Türkiye İstatistik Kurumu (Erişim Tarihi: 21.04.2019). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=114&locale=tr>
13. Eskiocak M, Tokuç B, Karakaya M. Edirne merkez ilçede prematür ölümler, 2004 ve 2008. Turk J Public Health 2014;12(1):35-41.
14. 2013 Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması[internet]. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. (Erişim tarihi: 21.04.2019) Available from: [http://www.hips.hacettepe.edu.tr/tnsa2013/rapor/TNSA\\_2013\\_ana\\_rapor.pdf](http://www.hips.hacettepe.edu.tr/tnsa2013/rapor/TNSA_2013_ana_rapor.pdf)
15. Türkiye geneli daimi ikametgâha göre seçilmiş ölüm nedenlerinin dağılımı[internet]. TÜİK (Erişim Tarihi: 21.04.2019) Available from: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30626>
16. Keşan'da Hava Kirliliği ve Halk Sağlığı Raporu[internet]. T.C Keşan Kaymakamlığı Keşan İlçe Sağlık Müdürlüğü (Erişim Tarihi: 24.04.2019) Available from: <https://docplayer.biz.tr/8822983-T-c-kesan-kaymakamligi-kesan-ilce-saglik-mudurlugu-hava-kirliligi-ve-halk-sagligi-raporu.html>
17. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası[internet]. TBMM Web sitesi (Erişim tarihi: 24.04.2019) Available from: [https://www.tbmm.gov.tr/anayasa/anayasa\\_2018.pdf](https://www.tbmm.gov.tr/anayasa/anayasa_2018.pdf)
18. Mangır N. İstanbul'da 2010 Yılına Ait Hava Kirliliği Envanterinin Halk Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi (tez). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2014.
19. Royal College of Physicians. Every Breath We Take: The Lifelong Impact of Air Pollution. Report of a Working Party. London: RCP;2016.
20. Hashim JH, Pillay MS, Hashim Z, Shamsudin SB, Sinha K, Zulkifli ZH et al. Study of Health Impact and Risk Assessment of Urban Air Pollution in the Klang Valley, Malaysia. Kuala Lumpur: WHO Western Pasific Regional Office; 2004.
21. Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, Adeyi O, Arnold R, Basu N et al. The Lancet Commission on pollution and health. Lancet 2018;391:462–512.
22. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: vol. 109, Outdoor Air Pollution. Lyon, France: IARC; 2014.
23. Karahan Y. Marmara Bölgesi'nde Hava Kirliliği Erken Uyarı Sistemi Geliştirilmesi: Örnek Bir Çalışma (tez). İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2013.
24. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Dış Ortam Hava Kirlenmesi. 1. Baskı. Ankara: Aydoğdu Ofset, 1994.



25. Anderson JO, Thundiyil JG, Stolbach A. Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health. *J. Med. Toxicol.* 2012;8:166-75
26. Aghapour K. Yasal Düzenlemelere Göre Hava Kirliliği ve Türkiye ile İran Arasında Bir Karşılaştırma (tez). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü; 2014.
27. Lehtomaki H, Korhonen A, Asikainen A, Karvosenoja N, Kupiainen K, Paunu VV et al. Health Impacts of Ambient Air Pollution in Finland. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018;15(4):736.
28. Dimovska M, Mladenovska R. Losing Years of Human Life in Heavy Polluted Cities in Macedonia. *Maced J Med Sci* 2019;7(3):428-34.
29. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri[internet]. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (Erişim Tarihi: 24.04.2019) Available from: <http://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals.html>
30. Düzovalı G. Kapalı Ortam Hava Kirliliği ve Çözümleri: Kahvehane ve Okul Durumu (tez). Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2007.
31. Akal D. İç Ortam Hava Kirliliği ve Çalışanlara Olumsuz Etkileri. *ÇSGB Çalışma Dünyası Dergisi* 2013;1(1):112-9.
32. Güler Ç, Vaizoğlu S. Halk sağlığı temel bilgiler kitabı. Hacettepe Üniversitesi Baskı 3, Cilt 2; 2015:670.
33. Ambient air pollution: Pollutants[internet]. WHO (Erişim Tarihi: 26.04.2019). Available from: <https://www.who.int/airpollution/ambient/pollutants/en/>
34. Bernstein JA, Alexis N, Barnes C, Bernstein IL, Nel A, Peden D et al. Health effects of air pollution. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2004;114(5):1116-23.
35. Health Effects of Particulate Matter[internet]. WHO (Erişim Tarihi: 26.04.2019). Available from: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf)
36. Guarnieri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. *The Lancet* 2014;383(9928):1581-92.
37. Lee BJ, Kim B, Lee K. Air Pollution Exposure and Cardiovascular Disease. *Toxicological Research* 2014;30(2):71-5.
38. Respiratory tract and particulate matter (PM) size classification[internet]. Researchgate (Erişim Tarihi: 26.04.2019). Available from: [https://www.researchgate.net/figure/Respiratory-tract-and-particulate-matter-PM-size-classification-Modified-from\\_fig14\\_321993233](https://www.researchgate.net/figure/Respiratory-tract-and-particulate-matter-PM-size-classification-Modified-from_fig14_321993233)
39. Organization W.H., WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005. Geneva; 2006.
40. Organization W.H., WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants; 2010.

41. Çetin Ş. Kocaeli ilinde NO<sub>x</sub> emisyon dağılımlarının modellenmesi (tez). Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2006.
42. Polat EE. Gaziantep'in Trafik Kaynaklı Hava Kirliliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma (tez). Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2016.
43. McKeown D. Air pollution burden of illness from traffic in Toronto. Toronto; 2007.
44. Popescu F, Ionel I. Anthropogenic air pollution sources. Kumar A (ed). Air Quality. Rijeka:Sciyo; 2010; ch 1,1-22.
45. Air quality in Europe 2018 report [internet]. European Environment Agency (Erişim tarihi: 28.04.2019). Available from: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>
46. Our Nation's Air[internet]. Environmental Protection Agency (Erişim Tarihi: 28.04.2019) Available from: <https://gispub.epa.gov/air/trendsreport/2018/#sources>
47. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği[internet]. T.C. Cumhurbaşkanlığı Resmi Gazete (Erişim Tarihi: 28.04.2019). Available from: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/06/20080606-6.htm>
48. WHO Global Ambient Air Quality Database (update 2018) [internet]. WHO (Erişim Tarihi: 29.04.2019). Available from: <https://www.who.int/airpollution/data/cities/en/>
49. WHO ambient (outdoor) air quality database Summary results, update 2018[internet]. WHO (Erişim Tarihi: 29.04.2019). Available from: [https://www.who.int/airpollution/data/AAP\\_database\\_summary\\_results\\_2018\\_final2.pdf?ua=1](https://www.who.int/airpollution/data/AAP_database_summary_results_2018_final2.pdf?ua=1)
50. WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database; 2018.
51. Ambient Air Quality Database Application[internet]. WHO (Erişim Tarihi: 29.04.2019). Available from: <https://whoairquality.shinyapps.io/AmbientAirQualityDatabase/>
52. PM2.5 air pollution, mean annual exposure[internet]. WB (Erişim Tarihi: 29.04.2019). Available from: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.PM25.MC.M3>
53. Ambient (outdoor) air quality and health[internet]. WHO (Erişim Tarihi: 01.05.2019). Available from: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
54. Ambient air pollution: Health impacts[internet]. WHO (Erişim Tarihi: 01.05.2019). Available from: <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/>
55. Air pollution infographics[internet]. WHO (Erişim Tarihi: 01.05.2019). Available from: <https://www.who.int/airpollution/infographics/en/>
56. UNICEF, Clear the Air for Children: The impact of air pollution on children. UNICEF. New York;2016.

57. Schwarze PE, Totlandsdal AI, Herseth JI, Holme JA, Lag M et al. Importance of sources and components of particulate air pollution for cardio-pulmonary inflammatory responses. In: Villanyi V (Ed). Air Pollution. Rijeka: Sciyo; 2010; ch 3,47-73.
58. Araujo JA, Brook RD. Cardiovascular Effects of Particulate-Matter air Pollution: An Overview and Perspectives. In: Bhatnagar A (ed). Environmental Cardiology: Pollution and Heart Disease. Cambridge: Royal Society of Chemistry; 2011; ch 2,76-104.
59. Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>) Pollution[internet]. EPA (Erişim Tarihi: 01.05.2019). Available from: <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2>
60. Sulfur Dioxide (SO<sub>2</sub>) Pollution[internet]. EPA (Erişim Tarihi: 01.05.2019) Available from: <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics>
61. Chen Z, Salam MT, Eckel SP, Breton CV, Gilliland FD. Chronic effects of air pollution on respiratory health in Southern California children: findings from the Southern California Children's Health Study. J Thorac Dis 2015;7:46–58.
62. Gasana J, Dillikar D, Mendy A et al. Motor vehicle air pollution and asthma in children: a meta-analysis. Environ Res 2012;117:36-45.
63. Wang B, Xu D, Jing Z, Liu D, Yan S, Wang Y. Effect of long-term exposure to air pollution on type 2 diabetes mellitus risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. Eur J Endocrinol 2014;171:173-82.
64. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA, Brook JR, Bhatnagar A, Dize-roux AV et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. Circulation 2010;121:2331-78.
65. Newby DE, Mannucci PM, Tell GS et al. Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. Eur Heart J 2015;36:83-93.
66. Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). Lancet Oncol 2013;14:813–22.
67. Turner MC, Krewski D, Diver WR, Pope CA, Burnett RT, Jerrett M et al. Ambient Air Pollution and Cancer Mortality in the Cancer Prevention Study II. Environmental health perspectives 2017;125(8):087013.
68. Crouse DL, Peters PA, Hystad P, Brook JR, van Donkelaar A, Martin RD et al. Ambient PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, and NO<sub>2</sub> Exposures and Associations with Mortality over 16 Years of Follow-Up in the Canadian Census Health and Environment Cohort (CanCHEC). Environ Health Perspect 2015;123:1180-6.
69. Lee KK, Miller MR, Shah ASV. Air Pollution and Stroke. Journal of Stroke 2018;20(1):2-11
70. apraz , Efe B, Deniz A. Study on the association between air pollution and mortality in İstanbul, 2007-2012. Atmospheric Pollution Research 2016;7:147-54.

71. Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)[internet]. EPA (Erişim Tarihi: 01.05.2019). Available from: <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>
72. Ecosystem Effects of Ozone Pollution[internet]. EPA (Erişim Tarihi: 01.05.2019). Available from: <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ecosystem-effects-ozone-pollution>
73. Effects of Acid Rain[internet]. EPA (Erişim Tarihi: 01.05.2019). Available from: <https://www.epa.gov/acidrain/effects-acid-rain#materials>
74. AirQ+ examples of calculations[internet]. WHO (Erişim Tarihi: 02.07.2019). Available from: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0004/371551/AirQ-Examples-of-calculations\\_ENG.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/371551/AirQ-Examples-of-calculations_ENG.pdf?ua=1)
75. Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri:Kara Rapor[internet]. THH (Erişim Tarihi:27.05.2019) Available from: <https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2019/05/Hava-Kirlili%C4%9Fi-ve-Sa%C4%9Flu%C4%B1k-Etkileri-Kara-Rapor-2019.pdf>
76. Edirne'nin Tarihçesi ve Genel Bilgiler[internet]. T.C. Edirne Belediyesi (Erişim Tarihi: 24.06.2019). Available from: <http://www.edirne.bel.tr/s/genel-bilgi-8.html>
77. Sanayi ve Ticaret[internet]. Edirne Ticaret ve Sanayi Odası (Erişim Tarihi: 24.06.2019). Available from: <http://etso.org.tr/tr/kategori/edirne-sanayi-ve-ticaret>
78. Kırklareli ili 2017 yılı çevre durum raporu[internet] ÇŞB (Erişim Tarihi: 24.06.2019). Available from: [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/k-rklarel-\\_-cdr2017-20181112175719.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/k-rklarel-_-cdr2017-20181112175719.pdf)
79. Tekirdağ ili 2017 yılı çevre durum raporu[internet] ÇŞB (Erişim Tarihi: 24.06.2019). Available from: [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/tek-rdag-\\_-cdr2017-20181114160234.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/tek-rdag-_-cdr2017-20181114160234.pdf)
80. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2015[internet] T.C. Sağlık Bakanlığı (Erişim Tarihi: 24.06.2019). Available from: <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/23530,2015-yili29pdf.pdf?0>
81. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2016[internet] T.C. Sağlık Bakanlığı (Erişim Tarihi: 24.06.2019). Available from: <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/13183,sy2016turkcepdf.pdf?0>
82. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2017[internet] T.C. Sağlık Bakanlığı (Erişim Tarihi: 24.06.2019). Available from: <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/31096,turkesiydijiv1pdf.pdf?0>
83. Coğrafi Bilgi Haritası[internet] ÇŞB (Erişim Tarihi: 24.06.2019) Available from: <http://mobil.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx>
84. Sürekli İzleme Merkezi[internet] ÇŞB (Erişim Tarihi: 24.06.2019) Available from: <http://www.havaizleme.gov.tr/Services/AirQuality>

85. İstasyon Bilgisi Edirne-Keşan-MTHM[internet] ÇŞB (Erişim Tarihi: 24.06.2019) Available from: <http://index.havaizleme.gov.tr/Station/171>
86. İstasyon Bilgisi Kırklareli[internet] ÇŞB (Erişim Tarihi: 24.06.2019) Available from: <http://index.havaizleme.gov.tr/Station/52>
87. İstasyon Bilgisi Kırklareli-Lüleburgaz-MTHM[internet] ÇŞB (Erişim Tarihi: 24.06.2019) Available from: <http://index.havaizleme.gov.tr/Station/173>.
88. Edirne ili 2017 yılı çevre durum raporu[internet] ÇŞB (Erişim Tarihi: 24.06.2019). Available from: [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/2017\\_edirne\\_cevre\\_durum\\_-raporu\\_-son-20181022165720.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/2017_edirne_cevre_durum_-raporu_-son-20181022165720.pdf)
89. Saraç HK. Türkiye'deki Partikül Madde Verilerinin Değerlendirilmesi (tez). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2015.
90. Garipağaoğlu N, Duman C. Bursa Kenti Hava Kalitesinin Zaman İçerisindeki Değişimi. Marmara Coğrafya Dergisi 2017;36:57-75.
91. Yang X, Jiang L, Zhao W, Xiong Q, zhao W, Yan X. Comparison of Ground-Based PM2.5 and PM10 Concentrations in China, India and the U.S. Int. J. Environ. Res. Public Health 2018;15(7):1382-98.
92. Başar P, Okyay P, Ergin F, Coşan S, Yıldız A. Aydın ili Kent Merkezinde Hava Kirliliği/1997-2004. ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi 2005;6(3):11-5.
93. Chen W, Tang H, Zhao H. Diurnal, weekly and monthly spatial variations of air pollutants and air quality of Beijing. Atmospheric Environment 2015;119:21-34.
94. Mercan Y. Kırklareli'nde 2010-2014 Yılları Arasında Kardiyovasküler ve Solunum Sistemi Hastalıkları Nedeni ile Acil Polikliniklere Başvuruların ve Ölümünün Hava Kirliliği ve Meteorolojik Parametreler ile İlişkisi (tez). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2016.
95. İskender S, Bolu F, Yılmaz M, Mayda AS. Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 1 Ekim 2011-31 Mart 2015 Tarihleri Arasındaki Verilerinin İncelenmesi. Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2016;6(3):161-7.
96. Nakao M, Yamauchi K, Ishihara Y, Omori H, Ichinnorov D, Solongo B. Effects of air pollution and seasons on health-related quality of life of Mongolian adults living in Ulaanbaatar: cross-sectional studies. BMC public health 2017;17(1):594.
97. Gül İ. Edirne Merkez İlçede Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonunda Ölçülen Partikül Madde 10 (PM10) Bileşiminin Araştırılması (tez). Edirne: Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi; 2018.
98. Doricic R, Coric T, Tomljenovic M, Lakoseljic D, Muzur A, Kolaric B. Mortality Characteristics of Two Populations in the Northern Mediterranean (Croatia) in the Period 1960–2012: An Ecological Study. International journal of environmental research and public health 2018;15(11):2591.

99. Parks RM, Bennett JE, Foreman KJ, Toumi R, Ezzati M. National and regional seasonal dynamics of all-cause and cause-specific mortality in the USA from 1980 to 2016. *Elife* 2018;7:e35500.
100. Rodrigues PCDO, Pinheiro SDL, Junger W, Ignotti E, Hacon SDS. Climatic variability and morbidity and mortality associated with particulate matter. *Revista de saude publica* 2017;51:91-9.
101. Clancy L, Goodman P, Sinclair H, Dockery DW. Effect of air-pollution on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet* 2002;360:1210-14.
102. Bayraktar E. Balıkesir’de Partikül Madde Kirliliğinin Kardiyorespiratuar Mortalite Üzerine Etkilerinin İncelenmesi (tez). Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü; 2010.
103. Ou CQ, Song YF, Yang J, Chau PYK, Yang L, Chen PY et al. Excess Winter Mortality and Cold Temperatures in a Subtropical City, Guangzhou, China. *PLoS ONE* 2013;8(10):e77150.
104. Dai L, Zanobetti A, Koutrakis P, Schwartz JD. Associations of fine particulate matter species with mortality in the United States: a multicity time-series analysis. *Environmental health perspectives* 2014;122(8):837-42.
105. Pinichka C, Makka N, Sukkumnoed D, Chariyalertsak S, Inchai P, Bundhamcharoen K. Burden of disease attributed to ambient air pollution in Thailand: A GIS-based approach. *PloS one* 2017;12(12):e0189909.
106. Jirik V, Machaczka O, Miturova H, Tomásek I, Slachťová H, Janoutová J. et al. Air pollution and potential health risk in Ostrava region-a Review. *Central European journal of public health* 2016;24(suppl):4-17
107. Ansari M, Ehrampoush MH. Meteorological correlates and AirQ+ health risk assessment of ambient fine particulate matter in Tehran, Iran. *Environmental research* 2019;170:141-50.
108. Kowalski M, Kowalska K, Kowalska M. Health benefits related to the reduction of PM concentration in ambient air, Silesian Voivodeship, Poland. *International journal of occupational medicine and environmental health* 2016;29(2):209-17.
109. Li Y, Gibson JM, Jat P, Puggioni G, Hasan M, West JJ et al. Burden of disease attributed to anthropogenic air pollution in the United Arab Emirates: estimates based on observed air quality data. *Science of the total environment* 2010;408(23):5784-93.
110. Pascal M, Corso M, Chanel O, Declercq C, Badaloni C, Cesaroni G et al. Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: Results of the Aphekom Project. *Science of the Total Environment* 2013;449:390-400.
111. Al-Hemoud A, Gasana J, Al-Dabbous A, Al-Shatti A, Al-Khayat A. Disability Adjusted Life Years (DALYs) in Terms of Years of Life Lost (YLL) Due to Premature Adult Mortalities and Postneonatal Infant Mortalities Attributed to PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>

Exposures in Kuwait. International journal of environmental research and public health  
2018;15(11):2609.



**EKLER**





# Ek 1

## TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-BAEK 2018/232	
	PROTOKOL ADI	2015-2017 Yılları Arasında Trakya'da Partiküler Madde Kirliliği ve Mortalite İlişkisinin Değerlendirilmesi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Prof. Dr. Muzaffer ESKİOCAK	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 11/14	Tarih: 18.06.2018	
	Fakültemiz Halk Sağlığı Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Muzaffer ESKİOCAK'ın sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Araş. Gör. Dr. Aziz ALTUNOK'un tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş; araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödenmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.		
ETİK KURUL BİLGİLERİ			
ÇALIŞMA ESASI	Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-BAEK Yönergesi		

### ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Ülfet VATANSEVER ÖZBEK Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Rugül KÖSE ÇINAR Başkan Yardımcısı	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağ. ve Has. A.D.	K	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi Ruhana Deniz TOPUZ Üye	Tıbbi Farmakoloji	T.Ü.T.F. Tıbbi Farmakoloji A.D.	K	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi F. Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Hakan GÜRKAN Üye	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Hasan ÜMİT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Cafer Sadık ZORKUN Üye	Kardiyoloji	T.Ü.T.F. Kardiyoloji A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Muzaffer ESKİOCAK Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Niyazi Cenk SAYIN Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	
Avukat Özden İPÇİ Üye		T.Ü. Rektörlüğü	E	E H	E H	
Emekli Öğretmen Sinan SEÇKİN Üye		Serbest Üye	E	E H	E H	

\*Araştırma ile ilişki  
\*\*Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Ahmet TEZEL  
Dekan a  
Dekan Yrd.