

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL İLİ AVRUPA YAKASI BAZI BÖLGELERİNDE
HAVA KALİTESİNİN MİKROBİYOLOJİK YOĞUNLUK
AÇISINDAN İNCELENMESİ

Sümeyye AYDIN GÜZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU

Ağustos, 2023

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL İLİ AVRUPA YAKASI BAZI BÖLGELERİNDE
HAVA KALİTESİNİN MİKROBİYOLOJİK YOĞUNLUK
AÇISINDAN İNCELENMESİ

Sümeyye AYDIN tarafından hazırlanan tez çalışması 18.08.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Çevre mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Arslan SARAL, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa Sait YAZGAN, Üye

İstanbul Teknik Üniversitesi

Bu çalışmanın büyük bir çoğunluğu Yrd. Doç. Dr. Hürrem BAYHAN hocamın danışmanlığında yürütülmüş ancak çalışmakta olduğum firmadaki iş yoğunluğum nedeni ile zaman ayarlaması yapılamadığından tez hazırlama süresi dolarak kaydım silinmiştir. 05 Temmuz 2022 Tarih ve 31887 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmış olan 7417 sayılı kanunun af kapsamında tekrar tez çalışmalarına devam ettim. Ancak bu tarihte Yrd. Doç. Dr. Hürrem BAYHAN hocamız emekli olduğu için yeni tez danışmanım olarak Prof. Dr. Yaşar Nuhoglu atanmıştır. Yer seviyesinde yapılan tüm araştırmalar Yrd. Doç. Dr. Hürrem BAYHAN hocamızın danışmanlığında, yüksekliğe bağlı araştırmalar da Prof. Dr. Yaşar NUHOğLU hocamız danışmanlığında yrtlmştir.

Danışman hocalarım Yrd. Doç. Dr. Hürrem BAYHAN ve Prof. Dr. Yaşar Nuhoglu sorumluluğunda tarafımca hazırlanan yüksek lisans tezimde, kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Sümeyye AYDIN GÜZEL

İmza

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Yaşar Nuhoglu'na, Yrd. Doç. Dr. Hürrem Bayhan'a teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	x
ÖZET	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Hipotez	4
1.3 Tezin Amacı	4
2. HAVA KİRLİLİĞİ VE KİRLETİCİLERİ.....	
2.1 Hava Kirliliği Tanımı.....	6
2.2 Kirletici Kaynakları.....	6
2.3 Hava Kirleticileri.....	12
3. BİYOAEROSOLLER	
3.1 Biyoaerosollerin Genel Özellikleri	25
3.2 Bakteri.....	26
3.3 Mantar	29
3.4 Biyoaerosol Kaynakları.....	31
3.5 Türkiye’de Biyoaerosoller İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	33
3.6 Dünyada Biyoaerosoller İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	36
4. ARAŞTIRMA BÖLGESİ VE İSTASYONLARIN TANIMLANMASI	
4.1 Araştırma Bölgesinin Coğrafik Özellikleri	38

4.2 İstasyonların Belirlenmesi	40
5. MATERYAL VE METOD	
5.1 Materyal ve Metod	46
6. SONUÇ	
6.1 Belirlenen İstasyonlarda 2014 Yılı Nisan ve Kasım Aylarında Yer Seviyesinde Yapılan Aktif Örnekleme ve Membran Filtrasyon Yöntemi ile Bakteri ve Mantar Koloni Sayıları	50
6.2 Belirlenen İstasyonlarda 2015 Yılı Eylül Ayında Yapılan Sedimentasyon Yöntemi ile Bakteri ve Mantar Koloni Sayıları	77
6.3 Başakşehir İstasyonunda Düşey Yönde Yapılan Pasif (Sedimentasyon) Örnekleme Yöntemi ile Bakteri ve Mantar Koloni Sayıları	85
6.4 Tartışma, Sonuç ve Öneriler	85
KAYNAKÇA.....	70

SİMGE LİSTESİ

km	Kilometre
mm	Milimetre
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
ppb	Parts per billion
ppm	Parts per million



KISALTMA LİSTESİ

ABPA	Allergic bronchopulmonary aspergillosis
CFU	Colony-forming unit
CO	Karbon monoksit
CO ₂	Karbon dioksit
CPA	Chronic Pulmonary Aspergillosis
DRBC	Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol
DTK	Doğrudan Tehlike Konsantrasyonu
ED	Etkinlik günlerinde
EPA	ABD Çevre Koruma Ajansı
H ₂ S	Hidrojen sülfür
LNAIR	Sıvı Azot Aparatı
MAK	Maksimum Atmosfer Konsantrasyonu
MEA	Malt-Extract Agar
MİKO	Maksimum İşyeri Konsantrasyonu
ND	Etkinlik olmayan günlerde
NO ₂	Azot dioksit
NRE	Dört doğal yağmur olayı
PAN	Peroksi asetil nitrat
PDA	Potato Dextrose Agar
PM	Partiküler Madde
S ₂ O ₃	Dikükürttrioksit
S ₂ O ₇	Dikükürtheptaoksit
SO	Kükürt monoksit
SO ₂	Kükürt dioksit
SO ₃	Kükürttrioksit
SO ₄	Kükürttetraoksit
SPCA	Standart Plate Count Agar
SRE	Altı benzetilmiş yağmur olayı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Orman Yangını	8
Şekil 2.2 Yanardağ Faaliyetleri	9
Şekil 2.3 Atmosferde Kükürtdioksit Oluşumu ve Dağılımı (Karpuzcu, 2004).....	15
Şekil 2.4 Atmosferde Azot Oksit (NOx) Oluşumu ve Dağılımı (Karpuzcu, 2004)	17
Şekil 4.1 İstanbul Haritası	38
Şekil 4.2 1981-2014 yılları arasında İstanbul İli'nin yağış miktarı.....	40
Şekil 4.3 Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1950 - 2014)	40
Şekil 4.4 İstanbul İli haritasında Bakırköy ilçesi	42
Şekil 4.5 İstanbul İli haritasında Fatih ilçesi	43
Şekil 4.6 İstanbul İli haritasında Başakşehir ilçesi.....	44
Şekil 4.7 İstanbul İli haritasında Esenler ilçesi	45
Şekil 5.1 Ölçüm noktaları (1. İstasyon; Bakırköy, 2. istasyon; Fatih, 3. İstasyon- Esenler, 4. İstasyon; Başakşehir)	46
Şekil 5.2 Aktif Örnekleme.....	48
Şekil 5.3 Membran Filtre Düzenegi	48

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Hava Kirletici Kaynakları (Heinsohn ve Kabel 1999, Gurjar vd., 2010, Trivedy ve Goel 2010).....	7
Tablo 2.2 Havadaki Partikül Terimlerinin Tanımları (Wark vd., 1998).....	19
Tablo 4.1 Kullanılan istasyonların gruplandırılmaları ve istasyonların nitelikleri	41
Tablo 6.1 2014 yılı Nisan Ayı, Davutpaşa Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	51
Tablo 6.2 2014 yılı Mayıs Ayı, Davutpaşa Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları.....	52
Tablo 6.3 2014 yılı Haziran Ayı, Davutpaşa Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	53
Tablo 6.4 2014 yılı Temmuz Ayı, Davutpaşa Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları.....	54
Tablo 6.5 2014 yılı Ağustos Ayı, Davutpaşa İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	55
Tablo 6.6 2014 yılı Eylül Ayı, Davutpaşa İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	56
Tablo 6.7 2014 yılı Ekim Ayı, Davutpaşa İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	57
Tablo 6.8 2014 yılı Kasım Ayı, Davutpaşa İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	58
Tablo 6.9 2014 yılı Nisan Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları.....	60
Tablo 6.10 2014 yılı Mayıs Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	61
Tablo 6.11 2014 yılı Haziran Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları.....	62
Tablo 6.12 2014 yılı Temmuz Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları.....	63
Tablo 6.13 2014 yılı Ağustos Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları.....	64
Tablo 6.14 2014 yılı Eylül Ayı, Başakşehir Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	65
Tablo 6.15 2014 yılı Ekim Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	66
Tablo 6.16 2014 yılı Kasım Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	67
Tablo 6.17 2014 yılı Nisan Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları	69

Tablo 6.18 2014 yılı Mayıs Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları.....	70
Tablo 6.19 2014 yılı Haziran Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları	71
Tablo 6.20 2014 yılı Temmuz Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları	72
Tablo 6.21 2014 yılı Ağustos Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları	73
Tablo 6.22 2014 yılı Eylül Ayı , Bakırköy İstasyonu Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları.....	74
Tablo 6.23 2014 yılı Ekim Ayı, Bakırköy Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları	75
Tablo 6.24 2014 yılı Kasım Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları	76
Tablo 6.25 2015 Eylül Ayı, Davutpaşa- Esenler İstasyonu Sedimentasyon Yöntemi ile Koloni	78
Tablo 6.26 2015 Eylül Ayı, Bakırköy İstasyonu Sedimentasyon Yöntemi ile Koloni Sayımı	80
Tablo 6.27 2015 Eylül Ayı, Başakşehir İstasyonu Sedimentasyon Yöntemi ile Koloni Sayımı	81
Tablo 6.28 2015 Eylül Ayı, Fatih İstasyonu Sedimentasyon Yöntemi ile Koloni Sayımı	84
Tablo 6.29 Başakşehir istasyonunda düşey yönde yapılan pasif örneklemeye yöntemi ile bakteri ve mantar koloni sayıları (16 °C).....	85
Tablo 6.30 Başakşehir istasyonunda düşey yönde yapılan pasif örneklemeye yöntemi ile bakteri ve mantar koloni sayıları (19 °C).....	86
Tablo 6.31 Başakşehir istasyonunda düşey yönde yapılan pasif örneklemeye yöntemi ile bakteri ve mantar koloni sayıları (22 °C).....	86

İstanbul İli Avrupa Yakası Bazı Bölgelerinde Hava Kalitesinin Mikrobiyolojik Yoğunluk Açısından İncelenmesi

Sümeyye AYDIN GÜZEL

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU

Bu çalışmada, İstanbul'un 4 farklı ilçesinde, aylık, mevsimsel olarak yapılan aktif ve sedimentasyon örnekleme yöntemleriyle dış ortam havasının mikrobiyal florasının belirlenmesi, elde edilen sonuçların, meteorolojik faktörlerle ilişkisinin yanında ayrıca sanayileşme, kentleşme, nüfus ve trafik yoğunluğu gibi unsurların havanın mikrobiyal yüküne olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla İstanbul'un Bakırköy, Fatih, Başakşehir ve Esenler ilçelerinde dış ortam havasından Nisan 2014- Kasım 2014 arası aktif, Eylül 2015 tarihinde ise sedimentasyon (pasif) örnekleme yapılmıştır. Aktif örnekleme bir vakum pompası kullanılarak izotonik sıvı ortama (%0,9'lık steril tuzlu su) havadaki mikroplar alınmıştır. Sedimentasyon yöntemindeki örnekleme ise, hazır besiyerlerinin bulunduğu petri kutularının kapakları açılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Alınan bu örnekler uygun şartlarda laboratuvara getirilerek deneysel çalışmalar yapılmıştır. Toplam bakteri için "Standart TTC", Küf (mantar) tayini için ise "WORT Agar" besiyerleri kullanılmıştır.

Toplam bakteri ve mantarların üremeleri 35 °C’de “Bakteriyolojik Etüv”de 48 saatte, 20 °C’de ise “İnkübatör”de 72 saatte tamamlanmıştır. Bu süre sonunda oluşan koloniler sayılarak birim hacim ve alandaki toplam bakteri ve toplam mantar sayı aralığı belirlenmiştir. Hava mikrop kalitesi ölçümleri süresince hava sıcaklığı, bağıl nem değerleri, rüzgâr hızı ve yönü de kaydedilmiştir.

Toplam bakteri ve mantar- küf tayini için 328 adet petri plağı kullanılmış, bu plaklarda 4135 koloni aktif örnekleme yöntemiyle, sedimentasyon yöntemiyle ise 33291 koloni sayılmıştır. Aktif örnekleme sonucunda en fazla bakteri miktarı, 20 °C inkübasyon sıcaklığında, Başakşehir istasyonunda 222 kob.M⁻³/ dk, en fazla mantar miktarı 20 °C inkübasyon sıcaklığında, Başakşehir istasyonunda 286 kob.M⁻³/ dk olarak kaydedilmiştir. Pasif örnekleme sonucunda en fazla bakteri miktarı, 35 °C inkübasyon sıcaklığında, Bakırköy istasyonunda 9250 kob/ M² ’dk, en fazla mantar miktarı 20 °C inkübasyon sıcaklığında, Başakşehir ve Bakırköy istasyonunda kob/ M².dk olarak kaydedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dış ortam havası, havanın mikrobiyal yükü

Investigation of Microbe (Bacteria and Fungi) Quality of Istanbul Air

Sümeyye AYDIN GÜZEL

Department of Enviromental Engineering

Master of Science

Supervisor: Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU

In this study, monthly and seasonal microbial flora of the outdoor ambient air in four different districts of Istanbul was determined by active and sedimentation sampling methods. It is also aimed to determine the effect of industrialization, urbanization and traffic density for the air microbial load in addition to meteorological factors.

For this purpose, outdoor air sampling in Bakirkoy, Fatih, Başakşehir and Esenler was performed between April and November 2014. In September 2015, sedimentation (passive) sampling was also done. Air was pumped into isotonic liquid medium (0.9% sterile saline water) by using a vacuum pump. The sedimentation method for sampling was performed by opening the cover of the petri dishes containing a prepared medium.

Taken samples were carried in suitable conditions to the laboratory for experimental studies. Standard TTC media the determination of total for bacteria while WORT Agar was used for mold (fungus).

The reproduction of total bacteria and fungi was completed in the bacteriological incubator at 35°C for 48 h and in the incubator at 20°C for 72 h. The colonies formed at the end of this period were counted and total number of bacteria and fungi per unit volume and area were determined. Air temperature, relative humidity, wind speed and direction were also recorded during air quality measurements of microbes.

Total bacteria and fungi 328 petri plates were used for determination of mold. In 4135 the colony with active sampling plate, while the sedimentation method 33 291 colonies were counted. Active sampling maximum amount of bacteria as a result, 35 °C at the incubation temperature, Esenyurt station 222 kob.m⁻³ / min, maximum fungal amount of 20 °C incubation temperature, Esenyurt station 286 kob.m⁻³ / were recorded in minutes. The maximum amount of bacteria in the passive sampling results, 35 °C at the incubation temperature, Bakirkoy station in 9250 cfu / M² .dk, most fungal amount of 20 °C incubation temperature, Esenyurt and Bakirkoy station cfu / M²’dk was recorded.

Keywords: Outdoor ambient air, air microbial load.



1.1 Literatür Özeti

Atmosferde bulunan mikro kirleticiler grubundan olan mikroorganizmaların yayılışı konusunda birçok araştırma yapılmış ve yayınlanmıştır. Bu araştırmada literatür özeti olarak son yirmi yılda ve ancak yoğun olarak son on yılda Metal yapılmış araştırmalar incelenerek değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Kim vd, (2018) yapmış oldukları çalışmada havadaki biyoaerosoller ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada; araştırılacak olan mikroorganizmaların veya türevlerin karmaşıklığı, örneklemenin amacı, teknikleri ve yerleri ve geçerli kantitatif kriterlerin olmaması nedeniyle biyoaerosollerin geleneksel kültür yöntemlerine dayanarak risk değerlendirmesi yapılması oldukça zorlaşmıştır. Çalışma sonucunda, bazı mikroplara maruz kalmanın sağlık için faydalı olduğu düşünülse de bireyler arası duyarlılık, biyolojik olmayan maddelerle etkileşimler ve kanıtlanmış / kanıtlanmamış sağlık etkileri (örneğin atopi ve atopik) dahil potansiyel sağlık tehlikelerini uygun şekilde değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

Soleimani vd, (2016)'nın yapmış oldukları çalışma, toz fırtınalarının İran'ın batı yakasındaki bir hastanedeki (açık havadaki mikrobiyal hava kalitesi) içten ve dıştan gelen mikrobiyal hava kalitesi üzerindeki etkilerini inceleyen türden ilk çalışmadır. Hastane ortamı içinde ve dışında altı ay boyunca hava örnekleri toplanmıştır; bu çalışmanın benzersiz avantajı, bölgenin ve ölçüm sürelerinin tozlu ve normal günler arasında net bir karşılaştırma yapılmasını sağlamasıdır. Normal günlerde ortalama bakteri ve mantar konsantrasyonları (açık / kapalı) sırasıyla 423/329 cfu m³ ve 596/386 cfu m³ iken tozlu olan günlerde 1257/406 cfu m³ ve 1116/550 cfu m³ dür. Bakteriler ve mantarlar için İç / Dış Mekan oranları, tozlu olan günlerinde (0,26-0,60) normal günlere (0,44-0,95) göre daha düşüktür. *Bacillus* spp., *Micrococcus* spp., *Streptomyces* spp. ve *Staphylococcus* spp. normal ve tozlu günlerde hem içeride hem de dışarıda baskın bakteriler olduğu görülmüştür. Gram pozitif bakteriler hem dış hem de iç hava örneklerinde ve hem normal hem de toz olan günlerinde Gram negatif bakterilerden daha yüksek konsantrasyonlar göstermiştir. Veriler, Gram pozitif bakterilerin,

Gram negatif olanlara kıyasla istenmeyen dış ortam koşullarına (örneğin, yüksek güneş ışınlarına karşı) daha dayanıklı olduğunu göstermektedir.

Aziz vd, (2018) yapmış oldukları çalışma, (etkinlik olmayan günlerde: ND) günlük ortalama PM_{2.5} konsantrasyonları ile ilişkili ve hava kalite standardındaki (36 µg PM_{2.5} m⁻³) (etkinlik günlerinde: ED) seviyesinden daha düşük ortalama günlük PM_{2.5} konsantrasyonları ile ilişkili bakteri ve mantar topluluklarını analiz etmiştir. ND sırasında, toplam bakteri dizilerinin %51'i azot fiksasyonlu bakteri türleriyle yakından ilişkili olan Proteobacteri'lerden oluştuğu görülmüştür. ED sırasında, toplam bakteri sekanslarının %57'si, Bacillus ve Staphylococcus'un patojenik türlerinden yüksek göreceli bolluk sekansı eşliğinde Bacteroidetes'tekilerden oluşuyordu. Mantar sekansları çoğunlukla, sık sık rüzgarla taşınan spor oluşturan türleri içeren filum Ascomycota ve Basidiomycota'dan oluşmaktaydı. Ascomycota sekanslarının bolluğu ED'de (% 81) ND (% 22) numunelerden daha yüksekti ve esas olarak bitki patojenleri Phaeosphaeria ve Pyrenophora'dakileri içeriyordu. Bu bulgular, mikrobiyal bileşimin, filum seviyesinde bile ND'den ED numunelerine kaydığını göstermiştir. Bu değişimin, toz parçacıklarının kaynağından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Garcia vd, (2009) simüle ve doğal yağış olaylarından toplanan bireysel yağmur damlalarının mikrobiyal çeşitliliğini araştırmışlardır. Yağmur Damlalarını İzole Etmek İçin Sıvı Azot Aparatı (LNAIR) adı verilen yağmur damlalarını toplamak için bir sistem tasarlamışlardır. LNAIR, bilinen boyutlardaki damlaların geri kazanım hacmini belirlemek ve farklı boyutlardaki damlalardan tohumlanmış mikropların canlılığını ölçmek için bir dizi laboratuvar deneyinde kullanılmıştır. LNAIR 5µl ila 50µl arasında değişen damlalar için başlangıçtaki düşme hacminin ortalama %73'ünü geri kazanmıştır ve orijinal ve geri kazanılmış ortalama hacimler arasında anlamlı bir korelasyon bulunmuştur ($R^2 = 0.96$). *Pseudomonas syringae* ve *Fusarium avenaceum*'un ekilmiş buz çekirdeklenme suşlarının canlılığı, LNAIR'den geçtikten sonra azalmıştır, ancak buz çekirdeklenme aktivitesi (INA) değişmemiştir. Dahası, damlacıkların büyüklüğünün (hacminin), en azından test edilen *P. syringae*'nin iki suşu için LNAIR'den geçtikten sonra mikropların canlılığı üzerinde bir etkisi olduğu görülmemiştir. LNAIR daha sonra simüle edilmiş ve doğal çökme olaylarından yağmur damlalarını toplamak için bir dizi saha deneyinde kullanılmıştır. Altı benzetilmiş yağmur olayından (SRE) gözlenen ortalama düşme hacmi $9.4\mu\text{l} \pm 0.5$ iken, dört doğal yağmur olayından (NRE) gözlenen ortalama düşme hacminin $7.6\mu\text{l} \pm 0.4$ olduğu

görülmüştür. Akış sitometresi analizi, 10 μ NRE damlası için ortalama 395 ± 103 DNA içeren partikül olduğunu ve 10 μ l SRE damlası için ortalama 892 ± 171 DNA içeren partikül ($n = 4$) olduğunu göstermiştir. NRE damlacıkları, SRE damlacıklarına kıyasla benzer bir parçacık büyüklüğü aralığını içermiştir. SRE damlalarının yüzde yirmi yedisi (9/34) ve LNAIR ile toplanan NRE damlalarının %28'i (40/143) 8°C'de ekilebilir mikroorganizmalar içermektedir, ancak bunların hiçbirisi INA göstermemiştir. Bireysel NRE damlalarından kültürlenmiş mikroplar, dizileri kullanarak cins seviyesine göre tanımlanmıştır. Cinsi Cladosporium (mantarlar) ve Bacillus (bakteri), sırasıyla tanımlanan mikropların %22'sini (15/68) ve %20'sini (19/68) temsil etmektedir. Bir doğal yağmur damlası dört farklı cins (Bacillus, Trichoderma, Penicillium ve Cladosporium) bakteri içermektedir.

Qian vd, (1995) yapmış oldukları çalışmada havadaki mikroorganizmaların dinamik boyut spektrometrisini laboratuvar değerlendirmesi ve kalibrasyonu ile gerçekleştirmişlerdir. Yeni bir aerodinamik boyut spektrometresi olan Aerosizer, bazı örnekleyicilerin sahada kullanılmadan önce laboratuvarında değerlendirilmesi ve kalibrasyonu için uygun bir dinamik araç olarak gösterilmiştir. Dış ve iç ortamlarda bulunan bakteri, mantar ve polenlerin çoğu dahil olmak üzere, 0.5 μ m'ye kadar olan mikroorganizmaların sağlık açısından önemli aerodinamik çaplarını ölçer. Lazer boyut spektrometresiyle yapılan karşılaştırma testleri, havadaki mikroorganizmaların besin maddeleri ve mikrobiyal balçıkların süspansiyondan kaplanmasını önlemek ve kalıntı parçacıkların en düşük boyutun altındaki boyutlara indirgenmesi için, mikroorganizma süspansiyonunun aerosolizasyondan birkaç kez yıkanması gerektiğini göstermektedir.

Pelczar vd, (1965) çalışmalarını McGill üniversitesinde yapmışlar ve Montreal ile Londra arasındaki bölgede, hava yoğunluğu ve mikrobiyal konsantrasyon arasında benzerlik görmüşlerdir. Bu çalışmada, Okyanus ve adaların üzerinden 2700-3000 metre yüksekliklerden numuneler alınmıştır. Bu numunelerin incelendiğinde, bakteri ve fungusların 3000 metre yüksekliğe kadar yaşadıkları görülmüştür. Burada *Micrococcus*, *Sarcina*, gram (-) ve gram (+) basiller ile aerobik bakteri spor formlarının yaşadığı görülmüştür.

Spendlove, (1957) yapmış olduğu çalışmada, patojenik, apatojenik, parazit ve saprofit bakterilerin hava ile taşınabilir olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında, bakterilerinin asıl kaynağının su, toprak olduğu belirtilirken, lağım pisliği ile muamele görmüş bitkiler havadan gelen bakterilerin önemli kaynakları olarak belirtilmiştir.

Kuveyt, (2010) yapmış olduğu çalışmada, İlkbahar aylarında mutfak, okul sınıfı, laboratuvar ve eğlence merkezleri olmak üzere 4 farklı mekandan hava örnekleri almıştır. Çalışmanın sonucunda, 26 farklı çeşit bakteri ve mantar türü tespit edilmiştir. Çalışmada görülen en yaygın mantar türü Aspergillus olarak belirtilmiştir. Sonuç olarak, bakteri hücrelerinin mantar hücrelerine göre çok daha hızlı şekilde büyüdüğü belirtilmiştir.

Mandal ve Brandl, (2011) yapmış olduğu çalışmada, İç ortam bakteri ve mantar ölçümleri yapılmış ve bunların insan sağlığı üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda bu bakteri ve mantarların, nefes darlığı, astım, gözlerde kuruluk, baş ağrısı, bitkinlik, burun akıntısı, hipersensitif pnömani gibi sağlık sorunlarına yol açtığı görülmüştür.

1.2 Hipotez

Dış ortam havasında bulunan mikrorganizmalar insan, hayvan ve diğer canlılarla direk temasta olup çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. Mikroorganizmaların atmosferdeki kompozisyonu yıl içinde mevsimlere ve aylara göre değişirken özellikle yağış, sıcaklık ve rüzgar hızı olmak üzere meteorolojik parametrelere göre de değişmektedir.

Bu araştırmamızdaki hipotezimiz;

İstanbul İli, Bakırköy, Fatih, Başakşehir ve Esenler ilçelerinde mikroorganizmaların atmosferdeki kompozisyonunun mevsimlere, aylara ve günlere göre yağış, sıcaklık ve rüzgar hızı olmak üzere meteorolojik parametrelere bağlı olarak değişip-değişmediğinin belirlenmesi, değişim varsa bunun yağış, sıcaklık ve rüzgar hızına bağlılığının ortaya koyulması ve bu çalışmadan elde edilecek sonuçlara göre, hava kalitesinin mikrobiyolojik açıdan iyileştirilmesine yönelik alınacak tedbirleri ortaya koyacak veriler elde etmek üzerine kurulmuştur.

1.3 Tezin Amacı

Hava mikroorganizmaların yaşayıp çoğalacağı bir ortam değildir. Atmosferin kendisine özgü bir florası yoktur. En alt tabakadaki hava, yerden ve tozlardan bakterileri almasına karşılık, yüksek tabakadaki hava sterildir. Mikroorganizmaların havada bulunmaları belirli etkenlere bağlıdır. Hava akımı, rüzgâr, mikroorganizma sayısını arttırırken, direkt güneş ışığı mikroorganizmaları öldürür. Genellikle büyük şehirlerin üzerindeki hava, açık denizlerin üzerindeki havadan çok daha fazla mikroorganizma içerir. Serbest havaya çıkan patojen mikroorganizmalar dağılarak seyrelir ve oksidasyon, kuruma ve güneş ışınlarının etkisi ile hastalık oluşturmamaya hale getirilirler. Ancak kapalı ortamlarda havadaki gazlar,

su buharı mikroorganizmalar için elverişli ortam oluşturur. Çeşitli nedenlerle mikrobiyolojik olarak kirlenen kapalı yerlerin havası kontrol edilmelidir. İç ortam havasında partiküllerin incelenmesi, mikrobiyal kompozisyon üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ancak dış ortam havasının mikrobiyal kompozisyon üzerine yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Dış ortam havasında mikrobiyal kompozisyonun belirlenmesi; bakteri ve mantar türlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Özellikle küflerin bulaşmasında havanın, önemli bir kontaminasyon kaynağı olduğu unutulmamalıdır. Bu yüzden genel olarak İstanbul havasının mikrop kalitesinin araştırılmasına bir kapı aralaması açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçlara göre, hava kalitesinin mikrobiyolojik açıdan iyileştirilmesine yönelik alınacak tedbirleri ortaya koyacaktır. Buna bağlı olarak aşağıda ifade edilen hususlara da açıklık getirilecektir.

- 1) Uygulanacak olan ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması ve uygun olan yöntemin belirlenmesi,
- 2) Mikrop kalitesinin belirlenmesinde çevresel faktörlerin etkinliğinin belirlenmesi,
- 3) Konu ile ilgili dış ortam havasında oluşturulacak standartlara zemin hazırlamak ve geliştirilebilmesine katkıda bulunabilmek,
- 4) İstanbul'un değişik semtlerinde yapılacak olan bu çalışma ile dış ortam havasının mikrobiyolojik açıdan durumunu ortaya koymak ve bundan sonra global ölçekte yapılacak olan çalışmalara bir örnek teşkil edecektir.

HAVA KİRLİLİĞİ VE KİRLETİCİLERİ

2.1 Hava Kirliliği Tanımı

Hava kirliliğinin terim anlamına ve içeriğine değinmeden önce, hava terimin ne olduğunu ve soluduğumuz havada neler bulunduğunu bilmek oldukça önem arz etmektedir. Genel olarak hava, insan yaşamı için diğer tüm bileşenler gibi hayati öneme sahiptir. Dünyamızın dış katmanında bulunan ve atmosfer adı verilen gaz tabakasında bulunan ve bu tabakadaki katmanlardan biri olan troposfer tabakasında canlı yaşamı için gerekli gazlar yer almaktadır. Havanın en saf haline bakıldığında, içerisinde yaklaşık olarak %78 azot, %21 oksijen ve %1 diğer asal gazlar bulunmaktadır. İnsanların yeryüzünde gerçekleştirdiği aktiviteler, kentselleşme ve sanayileşme neticesinde havaya çeşitli kirleticiler gaz salınımları gerçekleşmektedir. Bu kirleticiler; duman, toz, buhar, zehirli gazlar ve partiküler maddelerdir. Havaya salınan bu kirleticiler ise canlıların yaşamlarını olumsuz yönde etkileyerek birçok hastalığa sebep olmaktadır. Ayrıca hava akışkan bir ortam olması nedeniyle noktasal bir kirlilik oluşturmaktan ziyade evrensel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Gurjar ve Ojha, 2016). Bu nedenle de hava kirliliği hususunda canlılar üzerindeki olumsuz etkiler iyi anlaşılabilir ve anlamlı stratejiler geliştirebilmek oldukça önemlidir (Henning ve ark., 2016).

Hava kirliliği kavramını tanımlayacak olursak; “Doğal olarak veya İnsan etkileri (genelde evsel ve endüstriyel yanma olayları) sonucu oluşan bir veya daha fazla kirleticinin atmosferde belirli konsantrasyon ve sürede kalması sonucu havanın doğal yapısı, bileşimi ve fonksiyonlarının bozarak canlı ve cansız varlıklar üzerinde zararlı etkiler oluşturmaları” olarak tanımlanır (Nuhoglu, 2022).

2.2 Kirleticiler Kaynakları

Atmosfere karışmakta olan partikül ve gaz kirleticilerin olduğu bölgeye kaynak denilmektedir. Endüstriyel işletmeler, kentlerde bulunan konutlar ve taşıtlar hava kirliliğini oluşturan başlıca kaynaklardır. (Elkoca E, 2003).

Sanayileşmenin dışında adi yakıt kullanımı egzoz gazı salınımları, yoğun trafik sorunu ve yeşil alan yetersizliği gibi hava kirliliğine yol açan birçok farklı kaynak bulunmaktadır. Ayrıca daha önce değinildiği üzere, hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar yönü ve hava

kirleticilerinin taşınımı gibi çeşitli birçok etmen de bulunmaktadır. Havadaki kirleticiler temel olarak; CO (karbondioksit), NO_x (azot oksitler), SO_x (kükürt oksitler), HF (hidrojen florür), H₂S (hidrojen sulfur), VOC (uçucu organik bileşikler) ve O₃ (ozon) dur. Burada bahsedilen kirleticilerin konanrasyon farklılıkları meteorolojik şartlara göre değışkenlik gösterebilmektedir (Ahmad ve Aziz, 2013; Adedeji ve vd., 2016).

Hava bulunan gaz kirleticilerin haricinde çeşitli tanecik çaplarında bulunan partiküler maddeler de bulunmaktadır. Bu kirleticilerin ise en yaygın görülenleri 2.5 mm ve 10 mm çaplarından küçük olan ve sırasıyla PM_{2.5} ve PM₁₀ şeklinde adlandırılan partiküler maddeler bulunmaktadır. Söz konusu kirleticilerin ölçümleri AQI adı verilen hava kalite indeksi ile ölçülmektedir (Du ve Varde, 2016; Li ve ark., 2016). Burada bahsedilen kirletici partiküler maddelerin canlı sağlığına etkisi maruz kalma derecesi ve madde içerikleri ile doğrudan etkilidir. Aşağıda verilmiş olan Tablo 2.1 de kirletici gaz ve partiküler maddelerin olası kaynakları gösterilmektedir.

Tablo 2. 1 Hava Kirletici Kaynakları (Heinsohn ve Kabel 1999, Gurjar vd., 2010, Trivedy ve Goel 2010)

Kirleticiler	Kaynakları
Partikül madde (PM)	Orman yangınları, volkanik patlamalar, eksik yanma, trafik, tarım, inşaat faaliyetleri, elektrik santralleri
Kükürt oksitler (SO _x)	Fosil yakıtların yakılması, kükürt içerikli maddelerin yakılması, elektrik santralleri
Karbon monoksit (CO)	Eksik yanma, trafik emisyonları, sigara, katı atık üretim ve depolama tesisleri
Azot oksitler (NO _x)	Fosil yakıt yakımı, egzoz salınımı, elektrik santralleri, endüstriyel faaliyetler
Ozon (O ₃)	Atmosferde meydana gelen fotokimyasal reaksiyonlar sonucunda azot oksitler ile kirleticiler arasında oluşan ikincil kirleticilerdir

Genellikle hava kirletici kaynaklar doğal kaynaklar ve yapay kaynakları olarak iki grupta ele alınmaktadır.

2.2.1. Doğal Kirletici Kaynakları

Doğal kaynaklardan kirleticilerin kontrol edilmesi durumu oldukça zor olmaktadır. Ayrıca bu kaynaklarda oluşmakta olan kirletici miktarları çok büyük olabilmektedir. Orman yangınları, volkan aktiviteleri, açık arazilerde olan yanma işlemleri, canlı türlerinin bozunması gibi doğal olaylar bu kaynaklar arasında yer almaktadır (Kudal, 2009).

Şekil 2.1 ve Şekil 2.2. 'de görülmekte olan orman yangını ve yanardağ faaliyetleri doğal kirletici kaynaklarına örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.1 Orman Yangını (Wikipedi, 2023)



Şekil 2.2 Yanardağ Faaliyetleri (Wikipedi, 2023)

2.2.2. Yapay Kirletici Kaynakları

İnsanların gerçekleştirdiği faaliyetler sonucunda doğanın dengesi olumsuz bir şekilde etkilenmektedir. Hava kirliliğinde yapay kaynaklardan meydana gelen kirlilikler çok daha fazla önem taşımaktadır. Bu kaynaklar;

- Sanayi tesisleri
- Kentlerde bulunan konutlar
- Taşıtlar

olarak üç kısma ayrılabilir.

Sanayileşmenin günümüzdeki olumsuz en büyük etkilerinden biri hava kirliliğine neden olmalarıdır. Fabrika bacalarından çıkan kirletici gazların atmosfere karışması oldukça kolaydır. Endüstriyel faaliyetlerde kullanılan yakıtların düşük kalitede olmaları, atmosfere salınan kirletici gazların en büyük sebeplerinden biridir (Türk Tabipler Birliği, 2022). Ayrıca söz konusu faaliyetlerde kullanılan fosil yakıtlar da hava kirliliğine başlıca sebep olarak gösterilmektedir. Fosil yakıt kullanan başlıca sektörler ise; demir çelik, elektrik santralleri ve çimento üretimi gibi ısı ve elektrik ihtiyacı bulunan endüstrilerdir (Avrupa Çevre Ajansı, 2020). Fosil yakıtlar ürettikleri enerji nedeniyle endüstrilerde ciddi oranda tercih edilmektedir. Fakat fosil yakıtlardan enerji elde edilirken ciddi bir atık oluşumu meydana gelmektedir. Özellikle kömürden enerji elde edilirken ciddi derecede ağır metaller, karbon ve toksik gazlar ortaya çıkarttığından dolayı kibirli bir yakıt olarak adlandırılmaktadır.

Kömür kullanılmadan önce saflaştırılmak istenildiğinde ise rafine edilirken oldukça yüksek miktarlarda H_2S , NO_x , CO , O_3 , HF ve PM meydana gelmektedir (Türk Tabipler Birliği, 2022). Kömürün yanmasıyla birlikte meydana gelen atıklar dip külü ve kömür külü olarak kalmaktadır. Kömür külü oldukça uçucu ve hafiftir. Bu nedenle de kullanılan santrallerde uygun bir filtre bulunmaması durumunda atmosfere karışarak oldukça toksik bir kirlilik meydana getirmektedir. Burada bahsedilen her iki kül tipi de oldukça fazla ağır metal içermektedir ve havaya karışmadan atıkların bertaraf edilmesi ciddi önem arz etmektedir.

Demir çelik endüstrileri, gübre, çimento, kağıt, tarım, petrokimya, tekstil ve enerji santralleri gibi çeşitli endüstrilerin faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlar, atmosfere ciddi miktarda kirletici salınımı gerçekleştirmektedir. Burada bahsedilen kirletici emisyonları, kullanılan yakıt türüne, prosesin teknolojisine ve sanayinin türü ile direkt olarak ilintilidir ve CO , SO_x , NO_x ve PM gibi çeşitli kirleticilerin salınımlarına sebep olmaktadır. Ayrıca özellikle metal işleme sanayi faaliyetleri havadaki organik bileşen emisyonlarını ciddi ölçüde arttırmaktadır (Avrupa Çevre Ajansı, 2020).

Her türlü ulaşım türünün çevreye verdiği zararlar başlıca kazalar, hava kirliliği, gürültü kirliliği ve atmosfere bıraktığı toksik gazlar nedeniyle iklim değişikliği olarak sıralanabilir. Çevreye en fazla zararı ise havayolu ulaşım araçları vermektedir (Kelen, 2014). Otomobil ve diğer karayolu taşıtlarında kirlilik faktörünü belirleyen en temel unsur araçtaki motor tipinin benzin ya da dizel olmasıdır. Özellikle dizel araçların egzoz gazlarında CO , PM ve hidrokarbonlar ciddi oranda bulunurken, benzinli araçlarda ise kurşun içerikli bileşikler oldukça önemlidir (Kuzey İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü, 2022). Ulaşım kaynaklı hava kirliliğinin en temel faktörü motorda gerçekleşen yakıtın yanma olayıdır. İçten yamalı motorlar kullanılan ulaşım araçlarında fosil yakıt ve türevleri kullanılmaktadır ve bu durum hava kirliliği meydana getirmektedir. Bu tip motorlarda uygun koşullar sağlanabildiğinde tam yanma gerçekleşir fakat genel olarak uygun koşullar sağlanamadığından tam yanma olayı gerçekleşemez ve çeşitli kirletici gazlar atmosfere salınır. Motorlu taşıtlardan yaklaşık %75 oranında kirletici gazlar salınmaktadır ve söz konusu bu gazlar; olefinler, parafinler, aldehytler, hidrokarbonlar, karboksilik asitler, ketonlar, azot ve kurşun şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Burada bahsedilen gazlardan ise azot oksitler, karbon oksitler, kükürtlü bileşikler, aldehytler, hidrokarbonlar ve partiküler maddeler en tehlikeli olanlarıdır. Bu durumun en temel sebebi ise burada sıralanan kirletici gaz türlerinin toksik özellikte olmalarıdır (Kelen, 2014). Emisyon gazlarının canlı sağlığına

etkileri maruziyet süresine göre farklılık göstermektedir. Belirlenen üç farklı konsantrasyon ve tehlike sınıfı belirlenmiştir.

1. Maksimum Atmosfer Konsantrasyonu (MAK) olarak adlandırılan ve terim anlamı olarak sürekli maruz kalındığında zarar verici özelliği olmayan,
2. Maksimum İşyeri Konsantrasyonu (MİKO) olarak adlandırılan ve 8 saat maruz kalındığında tehlike meydana getirebilecek olan,
3. Doğrudan Tehlike Konsantrasyonu (DTK) olarak adlandırılan ve çok kısa bir maruziyet süresi olmasında rağmen doğrudan tehlike arz edecek olan

Olmak üzere üç farklı çeşit tehlike ve konsantrasyon sınırı belirlenmiştir. Burada bahsedilen sınırlar doğrultusunda, ulaşım araçlarından kaynakların emisyonların kontrol altına alınabilmesi için araçların emisyon kontrollerinin düzenli yaptırılması ve gerekirse yasal merciler tarafından çeşitli yaptırımların uygulanması gerekmektedir. Ayrıca bu durum canlı sağlığı ve hava kirliliğinin kontrol altına alınabilmesi açısından ciddi derecede önem teşkil etmektedir (Kelen, 2014).

Nüfusun hızlıca artış göstermesi ve her geçen gün gelişmekte olan sanayi faaliyetleri insan yaşamında standartları günden güne arttırarak insanların modern yaşama bağımlılığını da arttırmaktadır. Enerji kaynaklarına erişim, sanayi devriminden bu yana kalkınma ve modernitenin en temel unsurlarından biridir. Dünya üzerinde enerji tüketiminin en yoğun gerçekleştiği alanlar konutlar, endüstriler ve ulaşım araçlarıdır. İnsan yaşamına sağladığı konfor ve kolaylıklar nedeniyle yaşamlarımızın vazgeçilemez parçası olan enerji; üretiminden tüketileceği noktaya kadar geçirdiği prosesler nedeniyle çevreye ciddi oranda zarar vermektedir. Sanayi devriminden sonra fosil yakıt tüketimi dünya üzerinde neredeyse yaşamın olduğu her noktada kullanılmakta ve insanlar fosil yakıtlardan enerji elde etmektedir. Oransal olarak baktığımızda global ölçekte enerji ihtiyacının %80 i fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar ise; ham petrol, kömür ve doğal gazdır (EESI, 2022). Fosil yakıtlar enerji eldesi açısından içerdiği yüksek organik maddeler nedeniyle enerji eldesinde oldukça yaygın olarak tercih edilmektedir. Fakat bu durumun en temel zararı ise çevreye oldukça büyük zararlar verirken küresel ısınmanın da ana unsurlarından birini oluşturmalarıdır. Söz konusu bu yakıtların işlenmeden önce maden çalışmalarının yapılması ve bu çalışmalardan ortaya çıkan hava kirliliği unsurları ile bu çalışmalar esnasında meydana gelen kazalar iklim değişikliği ve hava kirliliğinin başlıca sebeplerini oluşturmaktadır. 2018 yılı verilerine bakıldığında, CO₂ salınımlarının %87 si

endüstrilerden ve fosil yakıt tüketiminden kaynaklanmaktadır. Fosil yakıt tüketimi elbette yalnızca CO₂ salınımından ibaret değildir. Özellikle kömür kullanılarak çalıştırılan enerji santralleri, emisyonlarında kükürt dioksit ve cıva gibi çeşitli gazların yanında tam yanma olayının gerçekleşmemesinden dolayı ciddi miktarda partiküler madde salınımı da gerçekleştirmektedir. Ayrıca fosil yakıt tüketen araçların çoğunluğu da CO ve N₂O salınımı gerçekleştirdiğinden dolayı hava önemli ölçüde kirletmekte ve bu gazlara maruz kalan canlıların sağlıklarını da önemli derecede tehlikeye sokmaktadır.

Fosil yakıt tüketiminin ne derece zararlı etkileri olduğu esasında uzun yıllardır bilinmektedir. 2018 yılında Harvard Üniversitesi'nce yapılan bir çalışmada, dünyada gerçekleşen her 5 ölümden 1 tanesinin sebebi fosil yakıt tüketimi olarak belirlenmiştir. Ayrıca aynı araştırmaya göre fosil yakıt tüketimi nedeniyle atmosfere salınan partiküler maddeler sebebiyle global ölçekte 8,7 milyon ölümün sorumlusu yine fosil yakıt tüketimidir. 2015 yılında yayımlanan Küresel Hastalık Yüğü çalışması, global ölçekte yaşanan hastalıkların en önemli nedeni olarak hava kirliliğini göstermektedir. Bu çalışmaya göre PM_{2,5} kaynaklı kirlilikler incelenmiştir. Harvard Üniversitesinde yapılan araştırma ise yalnızca fosil yakıt tüketimi nedeniyle ortaya çıkan PM_{2,5} kirliliği özelinde çalışmıştır.

Şehirleşme ile beraberinde gelen nüfus artışları; ulaşım ve ısınma gibi temel ihtiyaçlar için kullanılan enerji tüketimi ve elbette fosil yakıtların tüketilmesinde ciddi artışların yaşanmasını beraberinde getirmektedir. Bu durum ise en temelde havaya salınan sera gazlarının artmasına ve nihayetinde küresel ısınmanın da hızlanmasına yol açmaktadır. Ayrıca atmosfere salınan zehirli gazların bir kısmı havada asılı kalmaktadır ve yağmur ya da kar gibi hava olayları ile birleştiklerinde asit olarak yer yüzüne geri dönerler (Demir T., 2022).

2.3 Hava Kirleticileri

Atmosferdeki kükürt dioksit (SO₂) ve partikül madde konsantrasyonları, ülkemizde kentsel hava kirliliğini ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. "Aerosol" olarak adlandırılan partikül madde, egzoz gazı, orman yangınlarından çıkan duman, deniz suyu, volkanik gazlar veya sigara dumanı gibi maddelerin buharlaşması, katı ve sıvı bileşenlerin atmosfere karışmasından meydana gelmektedir.

Sülfat, amonyum, nitrat, klor, sodyum, karbonlu maddeler, klor, toprak elementleri ve su, havada bulunan partikül madde elementlerindendir ve bunların büyük çoğunluğu insanlar

tarafından üretilir. Parçacık çapı, 5 µm'den küçük veya 10 µm'den fazla olabilir. Örneğin 2,5 µm'den küçük parçacıkların kütesini tanımlamak için PM2.5 terimi kullanılır. Özellikle 10 µm'den küçük olanlar akciğer alveolleri tarafından alınabildikleri için vücuda zararlıdır (Kardeşoğlu vd., 2011). 2008 yılında Avrupa Parlamentosu ve Konsey günlük ve yıllık sınır değerleri belirlemiştir. PM10 ve PM2.5 için günlük sınır değerleri sırasıyla 50 µm m⁻³ ve 17 µm m⁻³ olarak açıklanmıştır. Türkiye'deki hava kalitesi yönetmeliğine göre PM10 standartları günlük ve yıllık sırasıyla 40 ve 50 g m⁻³ olarak belirlenmiştir.

Fabrikalarda ve enerji santrallerinde kükürt içeren kömür ve petrol gibi katı ve sıvı yakıtların kullanılması ve benzinin petrolden ayrıştırılması kükürt dioksit (SO₂) salınımına neden olur. Özellikle yakıt olarak kömür kullanılan termik santrallerden SO₂ yayılır. Sülfürik asit, havadaki SO₂'nin oksidasyonu sonucu üretilir. Asit yağmuru üretimi bu madde tarafından kolaylaştırılır. Troposferdeki nitrik oksit (NO₂) ve hidrokarbonlar, güçlü bir oksidatif kirletici olan ozonla sonuçlanan bir dizi kimyasal reaksiyona girer. Bu reaksiyonlar güneş ışığından da etkilenir.

Nitrojen oksit veya NO_x, enerji üretmek için fosil yakıtlar kullanıldığında oluşmaktadır. Azot oksitlerin çoğu suda çözünmez ve kokusuzdur. Sonuç olarak alt solunum yollarına kadar solunabilir ve istenmeyen etkilerini gösterebilir. Motorlu taşıtlar ve termik santrallerin her ikisi de önemli miktarda NO_x yayar. Güçlü bir oksidan olan nitrojen dioksit (NO₂), NO_x ve O₃ arasındaki reaksiyon sonucunda üretilir. Trafiğin yoğun olduğu alanlardan uzaklaştıkça NO₂ seviyeleri azalır. NO₂'ye uzun süreli maruz kalma bağışıklık sistemini baskılayarak solunum yolu enfeksiyonu riskini arttırırken NO₂'ye kısa süreli maruz kalma akciğerlere zarar verir ve hava yollarını hassaslaştırır (Han ve Naeher, 2006).

Karbon monoksit araç motorlarında doğal gaz, dizel veya benzin gibi karbon içeren bileşiklerin tam yanmamasından açığa çıkan renksiz, tatsız, kokusuz bir gazdır, trafiğin ve endüstrinin yoğun olduğu bölgelerde bulunur, geniş arazileri kaplayan orman yangınları sırasında çok miktarda açığa çıkar. Ankara'dan yapılan bir çalışmada yoğun egzoz dumanına maruz kalan trafik polisleri, taksi şoförleri ve benzin dağıtıcılarının kan karboksihemoglobin düzeyi incelenmiş ve her grupta karboksihemoglobin düzeyi sağlıklı kontrollere göre yüksek saptanmıştır. Atımtay vd. tarafından yapılan başka bir çalışmada trafik polislerinin eşkâle ettikleri havadaki karbon monoksit düzeyleri ile çalıştıkları yerdeki karbon monoksit konsantrasyonları ve gün içinde çalıştıkları süre boyunca solukları havadaki karbon monoksit düzeylerindeki değişim birbiri ile ilişkili bulunmuştur (Atımtay vd., 2000).

Hava kirliliğine neden olan kirleticiler yanma gazları, partiküler madde, biyolojik kirleticiler, kimyasal kirleticilerdir. Çalışma konusu olan bakteri ve mantarlar biyolojik kirleticiler olup bunlar; genel olarak 0,1-10 µm çapında olup, havada belirlenen partiküler madde içerisinde bulunmaktadır.

Hava kirleticileri atmosfere ulaşma durumlarına bağlı olarak birincil ve ikincil kirleticiler olarak sınıflandırılabilir (Çınar, 2008).

2.3.1. Birincil (primer) Kirleticiler

Atmofere, kaynaktan direkt olarak gönderilen ve herhangi bir değişime uğramayan kirleticilere primer kirleticiler adı verilmektedir (Demirel, 2010).

Primer kirleticiler aşağıda sıralanmaktadır; (Demirel, 2010)

- Kükürt dioksit (SO₂),
- Hidrojen sülfür (H₂S),
- Azot oksitler NO_x (NO, NO₂),
- Karbon monoksit (CO),
- Karbon dioksit (CO₂)
- Partikül madde

2.3.1.1. Kükürtdioksit (SO₂)

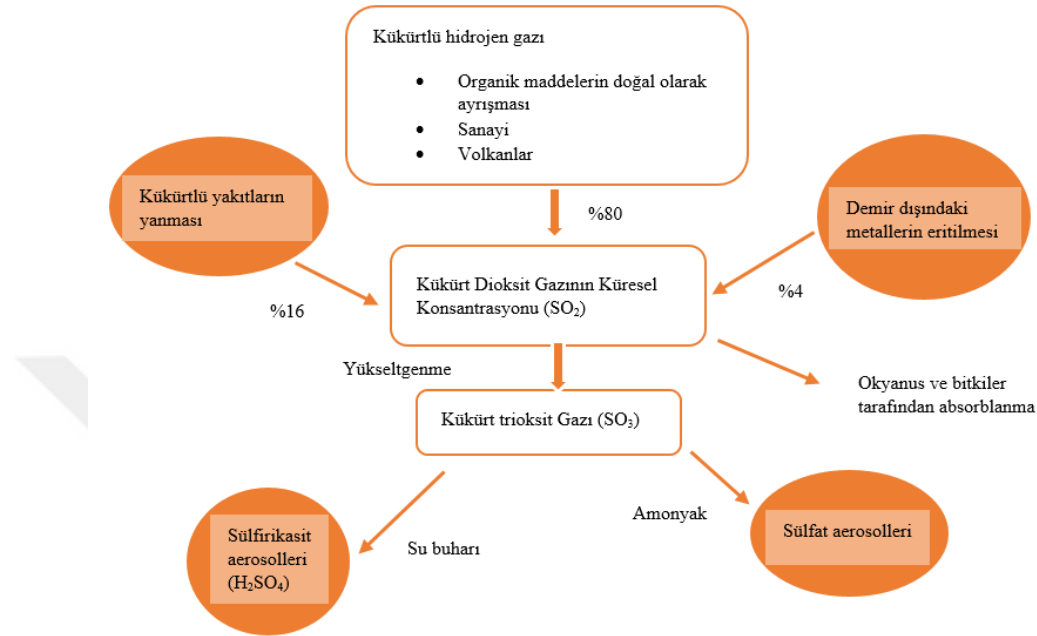
Kükürtoksitler, 6 adet kükürtoksidinden oluşmakta ve genel olarak SO_x olarak ifade edilmektedir. Bu oksitler (Tünay ve Alp,1996);

- SO (Kükürtmonoksit),
- SO₂, (Kükürtdioksit),
- SO₃(Kükürttrioksit),
- S₂O₃(Dikükürttrioksit),
- S₂O₇(Dikükürtheptaoksit)
- SO₄(Kükürttetraoksit)'tir.

Bu oksitler arasında en önemli olanları SO₂ ve SO₃'tir (Tünay ve Alp, 1996).

Kükürtdioksit gazı (SO₂) 0.3-1.0 ppm yoğunluğunda, ağızda karakteristik bir tat bırakmakta olan 3.0 ppm'in üzerindeki yoğunluklarda boğucu bir hisse sebep olan renksiz bir gazdır. Bu

gaz, atmosferde hızlı bir şekilde oksitlenerek kükürttrioksit (SO_3) ve sülfatlara dönüşmektedir (Bayat, 2011).



Şekil 2.3 Atmosferde Kükürtdioksit Oluşumu ve Dağılımı (Karpuzcu, 2004)

SO_2 'nin kendisi ve atmosferde yükseltgenmesi ile oluşan asit aerosolleri sağlık yönünden oldukça önem taşımaktadır. SO_2 'nin üst solunum yolunun mukozasına ve burna absorplanması ve suda çözünmesi ile asit aerosolleri oluşmaktadır. Yapılan çalışmalar neticesinde SO_2 ve asit aerosollerine aşırı maruziyet sonucunda akciğer fonksiyonlarında azalma görüldüğü belirlenmiştir. Ayrıca SO_2 'ye uzun süreli maruziyet ile kronik solunum yolu hastalıkları görülmektedir. 0.75 ppm SO_2 veya altındaki değerlerde bile astım hastalarının şiddetinin arttığı belirlenmiştir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

2.3.1.2. Hidrojensülfür (H_2S)

Zift ve kömür gazlaştırılması, fosil yakıtların rafinasyonu, ağır yağların hidrodesülfirizasyonu esnasında üretilen gazlarda yan ürün olarak hidrojen sülfür bulunabilmektedir. Hidrojen sülfür, ekşi gaz üretiminde (yani kükürt içeren) birincil kimyasal tehlike olan yaygın ve güçlü bir toksik ajandır. Hidrojen sülfür toksisitesi, domuz tutma tesislerinde ve gübre ve kanalizasyon işlemlerinde yer alan endüstrilerde de görülür. Çoğu

insan bu gazı kolayca algılar çünkü hidrojen sülfid için koku tespit limiti ≥ 5 ppb'dir (Beyribey vd, 2008).

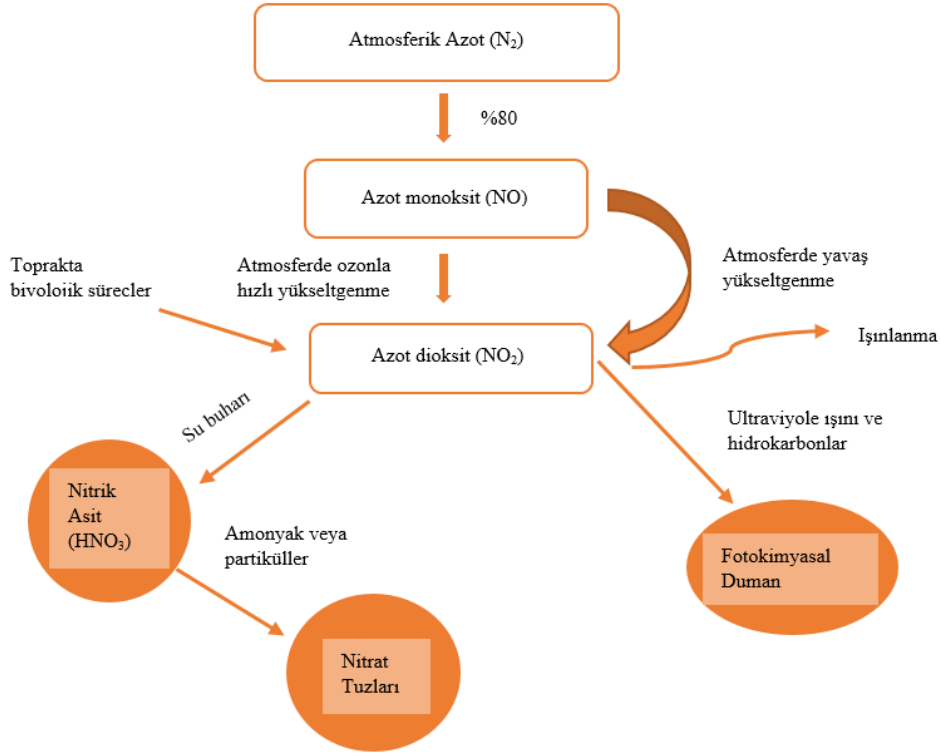
Hidrojen sülfid'in toksik etkileri karakteristik olarak dozla ilişkilidir ve en önemlisi sinir, kardiyovasküler ve solunum sistemlerini içerir. Akut olarak 100 ppm hidrojen sülfata maruz kalan insanlar genellikle lakrimasyon, fotofobi, korneal opasite, taşipne, dispne, trakeobronşit, bulantı, kusma, ishal ve kardiyak aritmiler yaşarlar. Bu değişiklikler genellikle temiz havaya boşalması ile çözülür. Bununla birlikte, hidrojen sülfata maruz kalmadan iyileşen insanlar birkaç gün ila haftalar arasında öksürük, hipozmi, disozmi ve farazmi yaşayabilir (Glass, 1990). İnsanlarda, sadece birkaç dakika için 100–250 ppm hidrojen sülfid'in az miktarda solunması, koordinasyon, bellek ve motor işlev bozukluğu ve anosmi (koku alma felci olarak adlandırılır) ile sonuçlanabilir (Glass, 1990).

ABD'de her yıl fosil yakıtların rafinasyonu ile yan ürün olarak ortaya çıkan hidrojen sülfür (H_2S) 20 milyon tondan fazladır. Ayrıca Türkiye'de de Karadeniz sularının diplerinde 2,5-3 milyon ton hidrojen sülfür (H_2S) bulunmaktadır (Beyribey vd, 2008).

2.3.1.3. Azot Oksitler (NO_x)

NO renksiz ve kokusuz bir gaz olup yüksek sıcaklıkta yanma sonucunda ortaya çıkmaktadır. Azot oksitler (NO_x) azot monoksit (NO), azot dioksit (NO_2) ve azot tetroksit (N_2O_4) içermektedir. NO_x emisyonunun, özellikle fosil yakıtların yanması ve dizel araçlardan kaynaklanan emisyonlar olmak üzere başlıca kaynakları antropojeniktir. Ayrıca NO_x , nitrik asit üretimi veya gübre üretimi gibi diğer endüstriyel işlemlerden de kaynaklanmaktadır. (Bray vd., 2021).

Azot oksitler arasında en önemlileri, azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO_2) bileşikleridir. Azot monoksit, azot ve oksijen gazının yüksek sıcaklıklarda reaksiyona girmesi ile oluşan, renksiz ve kokusuz bir gaz olmakla birlikte, azot dioksit ise, azot monoksitin oksijen ile güneş ışığı altında reaksiyona girmesi ile oluşan, kırmızı renkli, yakıcı bir kokuya sahip gazdır. Azot dioksit gazı su ile reaksiyon vererek nitrik ve nitröz asite dönüşmektedir (Bayat, 2011). Bir kişinin azot dioksite uzun süreli ya da yüksek konsantrasyonlarda maruz kalması akciğer ve bronşitler üzerinde tahribata yol açmaktadır. Ozon ve azot dioksit ile birlikte diğer kirleticilerin de birlikte bulunması durumunda ise meydana gelecek olan reaksiyonlar canlı sağlığını çok ciddi derecede olumsuz olarak etkilemektedir (Zhang vd., 2021).



Şekil 2.4 Atmosferde Azot Oksit (NOx) Oluşumu ve Dağılımı (Karpuzcu, 2004)

Azot oksit (NO), atmosferde eğer sınır konsantrasyonlarda ise solunma durumlarında insanlar için toksik etki göstermemektedir. Fakat azot dioksit gazı yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu anda, insanlar soluma yoluyla büyük zararlar görebilmektedir. Özellikle astım hastalığı olan kişilerde orta dereceli konsantrasyonlarda bile solunum yollarını tahriş edebilmektedir. Azot dioksit gazı genellikle 1 gün süre ile atmosferde kalıp, 1 gün sonrasında nitrik asite ve bazı diğer kimyasal bileşiklere dönüşmektedir (Kudal, 2009).

2.3.1.4. Karbon Monoksit (CO)

CO yani karbonmonoksit, atmosferde 2 aydan fazla sürede kalabilmektedir ve global ölçekte yıllık üretimi 260 tondan fazladır. Söz konusu kirleticinin bahsedilen bu 260 tonluk kısmının %60 civarında bir oranı ulaşım sektöründen kaynaklanmaktadır. Bu durumun aynı şekilde devam etmesi durumunda ise her yıl atmosferdeki karbon monoksit miktarının 0,03 ppm artacağı ön görülmektedir. CO maruziyet durumunda canlılar üzerinde çeşitli olumsuz etkiler bırakmaktadır ve bunun en önemlilerinden bir tanesi kandaki oksijen taşınımının engellenmesidir. Bu durumda kanda oksijen yetersizliği meydana gelmektedir ve böylece

hayati organlar olan kalp ve beyinde işlev bozuklukları ortaya çıkabilmektedir (Faraji ve Rahimi, 2022).

Karbon monoksit, her yıl 3000'in üzerinde kazayla veya intihar ölümünden ve 10.000'den fazla hastalıktan sorumlu olan kokusuz, renksiz ve tahriş edici olmayan bir gazdır. Maruz kalma kaynakları arasında taşınabilir gazyağı ısıtıcıları, sıcak su ısıtıcıları, fırınlar ve yetersiz havalandırılan şömineler bulunmaktadır. Otomobil egzoz dumanı yaklaşık 50.000 ppm karbon monoksit konsantrasyonlarına sahiptir. Karbon monoksitin eşik sınır değeri 50 ppm'dir, bu 8 saatlik bir maruz kalmadan sonra %8 ila %10 arasında bir karboksihemoglobin doyma seviyesine neden olur. %50'den fazla karboksihemoglobin doygunluk seviyeleri önemli morbiditeye neden olur ve % 70 ila %75 seviyeleri genellikle ölümcüldür (Cadet ve Bolla, 2007).

Karbon monoksit gazı, kanın oksijen taşıma kapasitesini azalmakta ve bu şekilde yorgunluk, baş ağrısı, solunum sistemi hastalıkları ve hatta ölümlere neden olabilmektedir. Renksiz, tatsız ve kokusuz bir gaz olduğundan bu gaza maruz kalan kişiler genellikle farkında olmamaktadır, bu yüzden insanların yaşam alanlarında koruma sistemlerini bulundurmaları şarttır (Pearson, 2001).

2.3.1.5. Karbon Dioksit (CO₂)

Karbondioksit yanma prosesi sonucunda oluşan bir gazdır. Normal atmosferik seviyelerde yaklaşık 300 ppm ve bir yanık yakınındaki seviyelerde 500 ppm civarında olabilmekte ve bu da insanlar için tehlike oluşturmamaktadır (Fingas, 2017).

2.3.1.6. Partikül Madde

PM yani partiküler maddeler, atmosferdeki kirletici gazlarla birlikte bulunan ve gaz olmayan kirletici maddelerdir. Boyut olarak 0,1 µ ve 100 µ arasında değişkenlik göstermektedirler. En temel kaynakları ise ulaşım araçları, metal sanayi ve çimento fabrikalarıdır. PM diğer kirleticilerden farklı olarak ise doğal kaynak olarak volkanik patlamalar neticesinde de atmosfere salınmaktadır (Kurnaz ve Demir, 2022).

Partikül madde, havada bulunan katı partiküllerin ve sıvı damlacıkların karışımı için kullanılan genel terimdir. Bazı parçacıklar, kurum veya duman olarak görülmek için yeterince büyük veya karanlıkken, diğerleri o kadar küçüktür ki çıplak gözle görülemezler.

Çok çeşitli boyutlarda gelen bu küçük parçacıklar, doğal kaynakların yanı sıra birçok farklı sabit ve hareketli kaynaktan da kaynaklanmaktadır (EPA, 1997; Miller, 2005).

2.5 µm'den (PM_{2.5}) ince olan parçacıklar, motorlu taşıtlardan, elektrik üretiminden, endüstriyel tesislerden ve konut şöminelerinden ve odun ocaklarından kaynaklanan yakıt yanmasından kaynaklanmaktadır. 2.5 µm 'den daha büyük ancak 10 µm 'den (PM₁₀) daha küçük olarak sınıflandırılan iri tanecikler, genellikle asfaltsız yollarda yolculuk yapan araçlar, malzeme taşıma, kırma ve öğütme işlemleri ve rüzgârlı toz gibi kaynaklardan yayılır (EPA, 1997; Miller, 2005). Partikül çapı 100 nm'den küçük, ultra ince partiküllerin ise toplam partikül kütlesine katkıları çok az olmakla beraber, sayıları çok fazla ve akciğerlerde etki ettikleri yüzey alanı da oldukça büyüktür Bazı parçacıklar bacalar ve arabalar gibi doğrudan kaynaklarından yayılır. Diğer durumlarda, SO₂, NO_x ve VOC gibi gazlar havadaki diğer bileşiklerle reaksiyona girerek ince parçacıklar oluşturur (Miller, 2005).

Tablo 2.2 Havadaki Partikül Terimlerinin Tanımları (Wark vd., 1998).

Terim	Açıklaması
Partikül Madde	Standart koşulda atmosferde veya gaz akışında katı veya sıvı halde bulunan yanmamış su hariç herhangi bir malzeme
Aerosol	Gaz halindeki ortamda mikroskobik katı veya sıvı parçacıkların dağılımı
Toz	Havada geçici olarak askıya alınabilen kolloidal boyuttan daha büyük katı partiküller
Uçucu Kül	Baca gazı içine giren ince bölünmüş kül parçacıkları. Parçacıklar yanmamış yakıt içerebilir
Sis	Görünür aerosol
Duman	Yoğunlaşmadan, süblimasyondan veya kimyasal reaksiyondan oluşan, ağırlıklı olarak 1 µm'den küçük parçacıklar
Mist	Havadan düşmek için yeterli büyüklükte küçük sıvı damlacıklarının dağılımı

Parçacık	Ayrık katı veya sıvı madde kütlesi
Smoke (duman)	Yanmadan kaynaklanan küçük gaz kaynaklı partiküller
Kurum	Karbon parçacıklarının birikmesi
PM ₁₀	Aerodinamik çapı nominal 10 µm'den küçük veya ona eşit olan partikülleri ifade eder.
PM _{2.5}	Aerodinamik çapı nominal 2,5 µm'den küçük veya ona eşit olan partikülleri ifade eder. PM ₁₀ 'un ince kesri olarak da adlandırılır.
PM _{10-2.5}	Aerodinamik çapı nominal 10µm'den küçük veya ona eşit ancak 2,5µm'den büyük parçacıklara karşılık gelir. PM10'un kaba fraksiyonu olarak da adlandırılır.

Partikül madde tek başına veya diğer kirleticilerle birlikte kullanıldığında çok ciddi sağlık tehlikesi oluşturmaktadır. Kirleticiler insan vücuduna esas olarak solunum sistemi yoluyla girerler. Solunabilir partikül madde hem ince hem de kaba partikülleri içerir. Bu parçacıklar solunum sisteminde birikebilir ve çok sayıda sağlık etkisiyle ilişkilidir. Kaba partiküllere maruz kalma, öncelikle astım gibi solunum yolu koşullarının şiddetlenmesi ile ilişkilidir. İnce parçacıklar, hastaneye yatış ve artan kalp ve akciğer hastalığı için acil servis ziyaretleri, artan solunum semptomları ve hastalığı, azalmış akciğer fonksiyonu ve hatta erken ölüm gibi sağlık sorunları ile yakından ilişkilidir. En büyük risk altında görünen hassas gruplar yaşlıları, astım gibi kardiyopulmoner hastalığı olan bireyleri ve çocukları içerir (EPA, 1998).

2.3.2. İkincil (sekonder) Kirleticiler

Kaynaktan çıktıktan sonra atmosferde bulunmakta olan maddeler ile reaksiyona girip, reaksiyonlar sonucunda oluşan bileşiklere ikincil (sekonder) kirleticiler adı verilmektedir. (Yücedağ ve Kaya, 2016).

İkincil (Sekonder) kirleticiler aşağıda sıralanmaktadır (Yücedağ ve Kaya, 2016):

- Kükürttrioksit (SO₃),
- Sülfürik asit (H₂SO₄),

- Ozon (O₃),
- Aldehit ve ketonlar,
- Peroksi asetil nitrat (PAN)

2.3.2.1. Kükürt Trioksit (SO₃)

SO₃, soğuk ve sıcak suda erime özelliğine sahip renksiz bir gazdır. Bu gazın atmosferde kalma süresi oldukça kısadır çünkü, derhal sülfürik asite dönüşmektedir. SO₃ gazı, su ile reaksiyona girerek asit oluşumuna yani dolaylı olarak asit yağmurlarına neden olmaktadır ve bu şekilde solunum yolu enfeksiyonları, kalp hastalıkları gibi zararlar vermektedir. Ayrıca, bitkilerin gözeneklerine girerek fotosentez kapasitesini azaltmaktadırlar.

Kirletici emisyonlar içerisinde SO₃, diğerlerine göre çok daha tehlikeli bir gazdır. Kükürt trioksit, son yapılan çalışmalarla kanıtlandığı üzere atmosferde yeni parçacık oluşumunda aktif bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte en düşük emisyon seviyesine sahip tesislerde bile kükürt trioksit emisyonları SO₂ ve PM salınımından bile oldukça fazla olabilmektedir. Netice itibari ile kükürt trioksitin bertarafı yanında yeni çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir (Shen ve diğerleri, 2019). Tüm bu sebeplerden dolayı Almanya ve ABD gibi ülkeler özellikle kömür tüketen termik santrallerin yönetmeliklerinde değişikliğe giderek SO₃ için de bir emisyon standardı belirlediler. Çin ise bazı şehirlerindeki yerel emisyon standartlarına SO₃ ü eklemiştir ve buna göre SO₃ seviyesini < 5 mg/m³ olarak belirlemiştir (Yang vd., 2018).

Yakıtta kükürt varsa, kükürt dioksit ve kükürt trioksite oksitlenir. Bu sülfür oksitler, sülfürik asit ve diğer sülfat bileşiklerini oluşturmak için su buharı ile reaksiyona girebilir. Sülfatlar egzozda partiküller oluşturabilir ve egzoz partikül seviyesini yükseltebilir. Şu anda, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), otoyoldaki dizel yakıtın kükürt seviyesini 15 ppm ile sınırlandırmaktadır. Bu, egzoz partikülünün bir bileşeni olarak sülfürü neredeyse ortadan kaldırır ve dizel motorlarda katalitik işlem sonrası kullanımına izin verir. Kükürt güçlü bir katalizör zehridir ve yakıtta mevcutsa gelecekteki motorlardaki emisyonları kontrol etmek için mevcut seçenekleri sınırlar. Soya fasulyesi yağından elde edilen biyodizel, sülfürde çok düşüktür. Bununla birlikte, bazı hayvansal yağ hammaddelerinden elde edilen biyodizel, EPA yetkisini aşan ve daha fazla işlem gerektiren kükürt seviyelerine sahiptir (Gerpen, 2010).

Kükürt trioksit salınımı en aza indirgemenin en kolay yolu SO₃ üretimini azaltmaktır. Bunun için ise içeriğinde daha düşük kükürt bulunan kömürlerin tercih edilmesi gibi çeşitli seçenekler mevcuttur (Lu vd., 2019). Fakat günümüze bakıldığında özellikle Çin’de yüksek kükürt içerikli kömürlerin yaygın bir şekilde kullanılması, SO₃ emisyonlarını istenilen düzeye indirilmesinin önünde ciddi bir engeldir (Zhengda vd., 2019).

2.3.2.2. Sülfürik Asit (H₂SO₄)

Aynı zamanda hidrojen sülfat olarak da bilinen sülfürik asit, H₂SO₄ formülüne sahip oldukça aşındırıcı, berrak, renksiz, kokusuz, güçlü bir mineral asididir. Aynı zamanda, kağıt endüstrisi tarafından (ağırlıkça) serbest bırakılan ilk 10 kimyasaldan biridir (US EPA, 2009). Modern endüstride, sülfürik asit önemli bir emtia kimyasalıdır ve esas olarak fosforik asit üretimi için kullanılır. Demir ve çelikten oksidasyonu uzaklaştırmak için de iyidir, bu nedenle metal üreticileri tarafından büyük miktarlarda kullanılır.

Sülfürik asit çok tehlikeli bir kimyasaldır. Son derece aşındırıcı ve toksiktir. Maruziyet solunması, yutulması ve cilt ile teması halinde oluşabilir. H₂SO₄’ün solunması, solunum yolunda, burunda ve boğazda tahrişe ve/veya kimyasal yanıklara neden olabilir. Solunum ayrıca spazm, iltihaplanma, larinks ve bronşların ödemleri, kimyasal pnömoni ve akciğer ödemi sonucu ölümcül olabilir. Kronik solunumun, burun kanamalarına, dişlerin erozyonuna, göğüs ağrısına ve bronşitin yanı sıra böbrek ve akciğerde hasara neden olduğu bilinmektedir (Cheremisinoff ve Rosenfeld, 2010).

2.3.2.3. Ozon (O₃)

Ozon, küçük bir bileşen olmasına rağmen, atmosferin fiziki ve fotokimyasında önemli bir rol oynar. Hem kızılötesi hem de ultraviyole (UV) radyasyonların önemli bir emicisi olan ozon, Dünya’nın iklimi için çok önemlidir, ancak biyosfer için bir UV filtresi olarak da önemlidir. Atmosferik ozonun dikey dağılımını gözlemlemek için çeşitli yöntemler mevcuttur. Yer tabanlı veya uzay tabanlı tüm uzak yöntemler optik teknikleri kullanırken yerinde yöntemler (kimyasal veya optik) uçak, balon veya roket platformlarından yapılır. Yüksek hava ozonunu 30-35 km yüksekliğe kadar yerinde ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntem, küçük, hafif ve kompakt balon kaynaklı sondalardan geçer. Ozonun sulu çözeltide potasyum iyodür ile reaksiyonu, bir elektrokimyasal hücrede ozon konsantrasyonunu sürekli olarak ölçmek için kullanılır. Algılama cihazı, yer istasyonuna

veri iletimi için standart bir meteorolojik radyodan arayüzlenir ve küçük bir lastik hava balonunda uçabilir (Smit, 2015).

Astımı olan kişiler, çocuklar, yaşlı bireyler ve açık havada aktivite yapanlar, özellikle açık havada çalışanlar, ozon içeren havayı soluma konusunda en büyük risk altındadır. Ek olarak, C ve E vitaminleri gibi belirli besin maddelerinin alımını azaltmış olanlar ve belirli genetik özelliklere sahip olanlar, ozona maruz kalmaya karşı daha savunmasızdır. Gelişmekte olan akciğerleri ve ozon seviyeleri yüksek olduğunda dışarıda aktif olma olasılıklarının artması nedeniyle, çocuklar ozona maruz kalma riski en yüksektir. Yetişkinlerle karşılaştırıldığında, çocuklarda astım gelişme riski daha yüksektir (EPA, 2023).

2010 yılında yapılan araştırmalara göre ozon emisyonuna maruz kalma nedeniyle ve dolaylı olarak yol açtığı astım hastalığı nedeniyle Çin ve Hindistan'da yaklaşık 270.000 ve 400.000 kişi erken ölmüştür. Ayrıca Kuzey Amerika, Avrupa ve Afrika'da ise bu değerler 50.000 – 60.000 civarındadır. Ozon emisyonuna kısa süreli maruz kalma nedeni ile gerçekleşen tahmini erken ölümler ise 2015 yılı verilerine göre Avrupa'da 17.000 (EEA, 2018) ve Çin'de 74.000 (Feng vd., 2019) kişi olarak düşünülmektedir.

Ayrıca ozon, yeryüzündeki yeşil ekosisteme verdiği zararlar açısından değerlendirildiğinde en toksik emisyon olarak kabul edilmektedir (Sicard vd., 2016; Agathokleous vd., 2020). Ozonun tek tek bitkiler üzerindeki etkilerinin ekosistemler üzerinde olumsuz etkileri olabilir, bunlar aşağıda sıralanmıştır (EPA, 2023).

- Tür çeşitliliği kaybı (daha az çeşitli bitki, hayvan, böcek ve balık)
- Bir ormandaki bitkilerin spesifik çeşitlerinde değişiklikler
- Habitat kalitesinde değişiklikler
- Su ve besin döngüleri değişir

Özellikle karayolu ulaşımı nedeniyle salınımı gerçekleşen NO ve O₃ kentsel alanlarda ölçüm yapıldığında çok daha düşük seviyelerde O₃ ihtiva ettiği gözlemlenmiştir. O₃ konsantrasyonlarının en yüksek bulunduğu yerler ise VOC emisyonlarının daha yüksek olduğu ve titre edilemediği kırsal bölgelerde gözlemlenmiştir (Sicard vd., 2016).

Şehirlerde haftasonları daha düşük NO_x ve VOC emisyonlarının bulunması nedeniyle O₃ konsantrasyonları New York özelinde yapılan ölçümleme çalışmalarında çok daha düşük seviyede belirlenmiş, Kuzey Amerika'da ise çeşitli modellemeler ve ölçümler yapılarak çalışma desteklenmiştir (Pierre vd., 2020).

2.3.2.4. Aldehit ve Ketonlar

Aldehitler ve ketonlar, hava kirliliği çalışmalarında tehlikeli ve kokulu maddeler olarak büyük ilgi görmüştür. Nispeten yüksek formaldehit seviyelerine uzun süre maruz kalmanın astım ve kanser riskini arttırdığı bilinmektedir. Bu nedenle, aldehitler ve ketonların konsantrasyonunu tahmin etmek önemlidir. Aldehitler ve ketonların kişisel maruziyetlerini belirlemek için, numune alıcının ya zaman geçirilmeli ya da insanların zamanlarının çoğunu iç mekanlarda geçirdiği yerlere yakın olması gerekir. Pasif örnekleyiciler kişisel ve iç mekan izleme için idealdir (Uchiyama ve Hasegawa, 1999).

2.3.2.5. Peroksi Asetil Nitrat (PAN)

Peroksiasetil nitrat (PAN; $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OONO}_2$), fotokimyasal smog'un önemli bir bileşenidir. Aynı zamanda küresel troposfer boyunca her yerde bulunan bir kimyasaldır. PAN'ın benzersiz bir özelliği, soğuk havalarda çok stabil olması ve NO_x 'i sıcak havalarda serbest bırakmak için kolayca ayrışmasıdır. Uzak atmosferlerde, ozon (O_3) oluşumu için gerekli olan bir taşıyıcı ve NO_x rezervuarı görevi görebilir. Peroksiasil nitratların (PAN) göz tahriş edici maddeler (lakrilatörler), fitotoksinler ve bakteriyel mutajenler olduğu bilinmektedir. PAN'ların en ciddi biyolojik etkileri, bitkilerde ve bitkilerde zarara neden olan fitotoksik niteliktedir (Singh, 2015).

PAN'ler insan vücudunda solunum fonksiyonlarında azalma ve göz tahrişi gibi birçok olumsuz etkiye sahiptir ve ayrıca amfizem, solunum ve diğer akciğer problemleriyle de bağlantılı olabilmektedir. PAN'lere insan maruziyeti tipik olarak otomobil ve sanayi emisyonlarının yüksek olduğu şehir merkezlerinde meydana gelir (Energy Education, 2023).

PAN'ler atmosferde $-20\text{ }^\circ\text{C}$ civarında soğuk sıcaklıklarda yaklaşık 3 aylık bir ömre sahiptir, ancak daha sıcak alanlarda tipik olarak sadece birkaç saattir. Atmosferde uzun süre kalan PAN'lerin etkileri, uzun mesafelerde taşınabilmeleri nedeniyle çevresel etkilerini diğer bölgelere yayanlar nedeniyle endişe vericidir. Bu şartlar altında PAN'ler, kaynaklarından uzak yerlerde hava kirliliğine katkıda bulunabilir (Qureshi, 2015).

3.1 Biyoaerosollerin Genel Özellikleri

Biyoaerosol, aerosol haline getirilmiş hücreleri (örneğin, bir havalandırma deliğindeki *Legionella pneumophila*), virüsleri (örneğin grip içeren bir öksürük), sporları (örneğin, bir yağmur olayından sonra *Aspergillus fungal* sporları) veya biyolojik hücre kalıntılarını (örn, endotoksin veya peptidoglikan) ifade eder. Tipik boyutlar, daha küçük boyutlu parçacıklar için (genellikle solunabilir parçacıklar olarak adlandırılır) 0.5 µm ila 5µm arasında değişir; bununla birlikte, daha büyük boyutlu parçacıklar 30 µm'ye kadar olan boyutlarla ilişkilendirilebilir ve tipik olarak hava akımından dışarı çekilir veya insanlara maruz kaldıklarında yutulur bilinmektedir (Brooks ve Gerba, 2014).

Çevresel biyoaerosoller nadiren tek hücreler veya virüsler olarak bulunur, çoğu toprak, toz veya su damlacıkları gibi inorganik partiküllerle ilişkilidir. Bekleneceği gibi, biyoaerosol tipi ve dolayısıyla bileşimi, tamamen kaynağa bağlıdır. Gübre veya biyosolidlerin toprak uygulaması ile oluşturulan biyoaerosoller, toprak, kuru bitki materyali ve toprakta uygulanan atık artıklarının bir karışımından oluşabilir. Toz taşımacılığı, biyoaerosollerin okyanuslarda taşınmasından ve kıtalardaki mantar bitki hastalıklarının taşınmasından büyük ölçüde sorumludur. Söylendiği gibi, toprak, toz veya bitki örtüsü parçacığı ne kadar kuru olursa, o kadar yol alacaktır; Yoğun olan nemli parçacıklar, atmosferden daha hızlı bir şekilde çökme eğilimindedir. Kuru koşulların bakteriyel ve viral inaktivasyonu destekleme eğiliminde olduğu da iyi bilinmektedir (Brooks ve Gerba, 2014).

Yapılan birçok çalışma, biyoaerosollerin solunması nedeniyle, özellikle patojen bakteriler söz konusu olduğunda birçok olumsuz etkiyle birlikte ciddi kayıpların da gerçekleştiğini kanıtlamıştır (Douwes vd., 2003; Fung ve Hugson, 2003). Biyolojik bakteriler genel olarak, 100 µm çapa kadar olan, bakteriler, virüsler, polenler, mantarlar ve bitkilerin artıkları gibi çeşitli birçok biyolojik kökenli, gazlı ortamda asılı halde bulunabilen mikrocanlıya atıfta bulunmaktadır (Cox ve Wathes, 1995). Hem hayvanlar hem de insanlar hapşırdıkları esnada çeşitli birçok aerosol üretme kapasitesine sahiptirler (Zhenqiang vd, 2018).

Yaşam alanlarımız olan evlerimizde bulunan bioaerosoller; toz akarları, solunum patojenleri, hifler ve mantar sporları gibi birçok biyolojik materyali bünyesinde barındırabilmektedir.

Bu nedenler evlerde bulunan biyoaerosoller kontamine olduklarında canlı yaşamını ciddi riske sokabilmektedir (Zhenqiang vd, 2018).

Biyoareasollerin içerikleri hem biyolojik hem de fiziksel parametrelerle doğrudan ilişkilidir. Fiziksel açıdan bakıldığında miktar ve konum açısından en önemli parametredir. Aynı şekilde difüzyon ve yerçekimiyle birlikte bağıl nem ve sıcaklık da yine fiziksel etkilerden birkaçıdır (Cox ve Wathes, 1995). Bununla beraber kapalı mekanlardaki biyoaerosollerin kaynakları hem içeride hem de dışarıda olabilmektedir (Güllü ve Menteşe, 2007). Kapalı mekanlardaki biyoaerosollerin azaltılabilmesi için havalandırma oldukça önemlidir.

Atık depolama, geri dönüşüm, kompost ve tarım faaliyetleri birçok üretim faaliyeti de çeşitli biyoaerosol üretme kapasitesine sahiptir. Çeşitli birçok çalışma, çocukluğun erken dönemlerinde endotoksin maruziyetinin astım ve egzama sebebiyetine dair neticeler ortaya koysalar da esas olarak biyolojik aerosoller alerjenik reaksiyonlar, mikrobiyal enfeksiyonlar, solunum problemleri ve çeşitli toksikolojik sorunlara sebep olabilmektedir (Zhenqiang vd., 2018).

Biyolojik aerosoller hakkında maruziyet ve sağlık üzerine etkileri açısından oldukça kapsamlı bir araştırma yapıldı fakat bu araştırma neticesinde çok daha fazla araştırmanın yapılması gerektiği belirlendi (Douwes ve ark., 2003). 2003 te meydana gelen SARS salgını ve 2009’da ortaya çıkan H1N1 enfeksiyonu küresel çapta büyük bir etki göstermiştir. Bunun dışında yerel yönetimlerdeki istikrarsızlık ve siyasi problemlerin var oluşu da biyoterörizm tehdidini oluşturmaktadır. Biyolojik savaş için ortama bırakılan ajanlar kasti art niyet içerdiğinden dolayı halk sağlığını da riske atacaktır çeşitli birçok enfeksiyon ağının da ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Zhenqiang vd., 2018).

3.2 Bakteri

Bakteriler, yaşamın en düşük veya en en basit şeklidir. Prokaryotik hücre yapıları, tek hücreli algler ve protozoalar, omurgasızlar, bitkiler ve hayvanlar gibi daha yüksek formlardan önemli ölçüde farklıdır. Sadece Archaea benzer basitlikte bir hücre yapısına sahiptir. Bakteriler, tür sayısı, organizma sayısı ve toplam organizma kütlesi bakımından dünyadaki en çok yaşayan organizmadır. Her bir hücre küçüktür, tipik olarak 1-2 µm çapında ve uzunluktadır ve toplam 1-10 pg kütleye sahiptir. Bin bakteri yaklaşık 10–12 ml hacim kaplar. Bakteriler en çok sulu ortamlarda bulunduğundan, büyüklükleri özellikle önemlidir. Ml başına 1000 organizma konsantrasyonu sağlığı korumak açısından çok önemlidir, ancak

çıplak gözle görülmez. Optimum sıcaklık, pH ve besin bulunabilirliği koşulları altında, bazı bakteri türlerinin 30 dakikadan daha az üretim süreleri vardır. Bu kısa kuşak zamanlar bulaşıcı hastalıkların hızlı ilerleyişini açıklamaktadır (Schroeder ve Wuertz, 2003).

Bakteriler birçok insan, hayvan ve bitki hastalığına neden olur. Hastalığa neden olan patojenik bakteriler, enfekte olmuş bir konakçıyla doğrudan temas yoluyla, kontamine yiyecek veya suyun alınması veya bir ara konakçı veya hastalık vektörünün etkisiyle bulaşır. Patojenik bakterilerin çoğu nispeten spesifiktir ve insan olmayan hayvan ve bitki patojenlerinin patojenleri genellikle insanlarda hastalıklara neden olmaz. Bununla birlikte, insan patojenleri sıklıkla asemptomatik insan olmayan konakçılar tarafından taşınır. Bu patojenler zoonozlar olarak adlandırılır ve sudaki en önemli hastalıklara neden olan organizmaları içerir. Kuşların, sürüngenlerin ve memelilerin normal yaşam alanı olan ama aynı şekilde insan patojenleri olduğu düşünülen *Salmonella* cinsinin bakterileri zoonoz örnekleridir (Schroeder ve Wuertz, 2003)

Küçük boyutlu bakteriler 0.4 ila 2.0 μm arasında değişirken (cocoid bakteriler) 4 ile 20 μm boyutlarında (bacil) bakteriler de mevcuttur. İnsan sağlığına en zararlı olan mikroorganizmalar, 10 μm ' den küçük boyutlu olan biyoaerosellerdir.). Virüslerin hepsi ve bakterilerin büyük kısmı ve mantarların bir kısmı bu kategoride yer almaktadır. Bu mikroorganizmalar insanın solunum sistemi ve akciğerlerin diplerine kadar inerek özellikle bebeklerde ve çocukların solunum sisteminde çok büyük zararlara neden olurlar (Aghlara, 2017).

3.2.1 Corynebacterium

Normal insan florasının bir üyesi olarak tanınan *Corynebacterium* türleri, deriden, mukozalardan ve gastrointestinal sistemden izole edilir. Her ne kadar klinik örneklerde kontaminant olarak görülme de, korynebakteriler, özellikle immün sistemi baskılanmış kişilerde, patojenler olarak daha sık tanınırlar. Çocuklar arasındaki *Corynebacterium* enfeksiyonları nadiren ciddi semptomlara veya mortaliteye neden olur (Bratcher, 2015). *Corynebacterium*, üst solunum sistemine ait mukoz membranlar ve deri üzerinde iltihaplanma ve yaralara neden olmaktadır ve bu bakteri yara üzerinde üreyip çoğalabilme özelliğine sahiptir. Ayrıca bu bakteri, çubuk şeklinde, gram pozitif, spor üretmeyen, toksin oluşturan, hareketsiz ve oksijenli ve oksijensiz ortamlarda yaşayabilme özelliklerine sahiptir (Aghlara, 2017).

3.2.2 Staphylococcus

Bir İskoç cerrahı olan Sir Alexander Ogston, ilk olarak 1880'de, bir dizi insan pyogenic veya irin oluşturan hastalığın, küme oluşturan bir mikro organizma ile ilişkili olduğunu gösterdi. Günümüzde, bir grup fakültatif anaerobik, katalaz pozitif, gram-pozitif kokçi grubunun cinsi adı olarak kullanılan 'staphylococcus' (Yunanca: staphyle, üzüm salkımı; kokkos, tahıl veya meyve) adını getirmiştir. Staphylococci, kuru koşullara ve yüksek tuz konsantrasyonlarına karşı dayanıklıdır ve cilt olan ekolojik nişlerine çok uygundur, ancak çevrede uzun süre yaşayabilir. Ayrıca üst solunum yolu gibi diğer bölgelerin normal florasının bir parçası olarak bulunabilirler ve genellikle hayvanlar üzerinde bulunurlar (Humphreys, 2012).

Stafilokoklar, deriden, cilt bezlerinden ve memelilerin mukoza zarlarından izole edilen başlıca bakteri kommensal grupları arasındadır. Stafilokoklar sağlıklı bireylerin iç ve / veya dış yüzeylerini kolonileştirebilse de aynı zamanda dünyadaki insanlarda ve hayvanlarda toplumla ilişkili ve hastanede edinilen hastalığın önde gelen nedenleri kadar fırsatçı patojenler de olabilir.

3.2.3 Bacillus

Bacillus, şu anda probiyotik organizmalar olarak, belki de probiyotik mayalar hariç, sporüle etme yeteneklerine sahip olarak kullanılan oldukça benzersiz bakterilerdir. Sporülasyon, kurutma, ultraviyole ışınımı, yüksek ila aşırı soğuk sıcaklıkları, sulu ortamlar ve hatta aylarca yıllarca birçok kimyasal dezenfektanlar dahil olmak üzere herhangi bir besin tüketimi olmadan çok zorlu ortamlarda hayatta kalabilen değiştirilmiş bir hücreye yol açan karmaşık bir süreçtir. Bacillus sporuna endospor denir, çünkü tanımı gereği gerçek bir spor değildir, çünkü yavrular bu endojen içeren tohumlar tarafından üretilmez. Bunun yerine, yüzeydeki birçok alıcı endosporun uygun büyüme koşullarına girdiğini ve sporülasyonun işleminin ne zaman tersine döndüğünü ve ana hücrenin bir kez daha ikili bölünme ile çoğalabildiğini tespit eder. Tipik olarak, besinler tükendiğinde ve büyüme sınırlı olduğunda sporülasyon kullanılır.

Bu bakteriler, aerob ve anaerob olan gram pozitif, hareketsiz çomaklardır. Ayrıca doğada yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Bacillus, göz enfeksiyonları, karında ağrı ve şişkinlik, sindirim sistemi hastalıkları, cilt hastalıkları, akciğer hastalıkları gibi çok çeşitli sağlık sorunlarına yol açmaktadır (UMS, 2014; Aghlara, 2017).

3.2.4 Neisseria

Neisseria, çoğunlukla insan ağız boşluğu ve nazofarinksi kolonize eden Neisseriaceae familyasına ait aerobik gram negatif diplokoklardır. Çoğu Neisseria, insan vücudunun normal mikroflorasının üyeleridir ve genellikle patojenik değildir. Bununla birlikte, *N. meningitidis* ve *N. gonorrhoeae* önemli patojenlerdir. Ağız boşluğunda Neisseria, *N. sicca* ve *N. subflava* yaygın olarak bulunur. Neisseria, agar besiyerinde kolayca büyüeyebilen, daha az besin gerektiren aerobik bakterilerdir. Neisseria hücrelerinin çoğu küreseldir, ancak bazen kısa çubuklar 0.6-1.0 µm çapında gözlenir. Birçoğu düz bir bitişik yüzeye sahip çiftler halinde düzenlenmiştir. Neisseria hücrelerinin bir kapsülü ve pili olabilir, ancak endospor ve flagella yoktur (Zhou ve Li, 2015).

Neisseria bakterisi insanlarda idrar yolları ve genital bölgeye yerleşerek, bel soğukluğu hastalığına neden olmaktadır. Ayrıca bu bakteri, eklem, deri ve akciğer menenjit ve farengit hastalığına ne neden olmaktadır (UMS, 2015; Aghlara, 2017).

3.3 Mantar

Mantarlar, çoğu toprakta ve organik madde ayrışmasında saprofit olarak bulunan geniş, çeşitli heterotrofik organizmalar grubunu oluşturur. Bunlar, bir dizi iç membran sistemi, membrana bağlı organeller ve büyük ölçüde polisakkaritler (glukan, mannan) ve kitinden oluşan iyi tanımlanmış bir hücre duvarı ile ökaryotiktir. Boyut ve formda önemli farklılıklar gösterirler, ancak üç ana gruba ayrılabilirler:

- Dallanmış filamentlerden oluşan, iç içe bir kütle oluşturmak için apikal uzantı ile büyüyen, hifa olarak adlandırılan dallar (çok hücreli filamentli mantarlar), miselyum olarak adlandırılır. Çoğu mantarda, hyphae normal çapraz duvarlara (septa) sahiptir, ancak düşük mantarlarda bunlar genellikle yoktur. Küfler, çoğunlukla çok sayıda, aseksüel bir işlemle (sadece mitoz içeren) üretilen veya cinsel üreme sonucu (iki haploid hücrenin çekirdeğinin füzyonu ile oluşan mayozu içeren) üretilen ürerler. Birçok mantar, büyüme koşullarına bağlı olarak, birden fazla spor türü üretebilir
- Ağırlıklı olarak tek hücreli ve oval veya yuvarlak şekilli olan mayalar. Çoğu, hücrenin bir çıkıntı oluşturduğu tomurcuklanma adı verilen ve asıl hücreden genişleyen ve sonunda ayrılan bir aseksüel süreç tarafından çoğalır. Bazı mayalar küflerin hiphalarına benzeyen uzun hücrelerin (psödohipsa) zincirlerini üretir; Bazı türler ayrıca gerçek hipha üretir. Az sayıda maya, fisyonla çoğalır. Mayalar ne doğal ne de formal bir taksonomik

grup değildir, ancak çok çeşitli ilgisiz mantarlar tarafından gösterilen bir büyüme şeklidir.

- Büyüme koşullarına bağlı olarak büyümelerini misel veya maya fazına çevirebilen dimorfik mantarlar.

3.3.1 *Penicillium*

Penicillium en hızlı büyüyen filamentli mantarlardan biridir ve çevreye yayılmıştır. *Penicillium*'un büyümesi, çeşitli gıda maddelerinde rahatça gözlemlenmiştir. Bu nedenle, bu mantar, hücre içi ve bakır, altın ve gümüş nanoparçacıklarının hücre dışı sentezi için yaygın olarak kabul edilmiştir.

Penicillium türlerinin gıdada yaygın olarak görülmesi özel bir sorundur. Bazı türler toksinler üretir ve gıdaları yenmez veya tehlikeli hale getirebilir. Herhangi bir küfün gelişimini gösteren yiyecekleri atmak iyi bir uygulamadır. Öte yandan, bazı *Penicillium* türleri insanlara faydalıdır. Roquefort, Brie, Camembert, Stilton vb. gibi peynirler *Penicillium* türleriyle olgunlaştırılır ve yemek için oldukça güvenlidir. İlaç penisilin, çoğu evde sık görülen bir kalıp olan *Penicillium chrysogenum* tarafından üretilir (Mycology Webpages, 2023).

3.3.2 *Rhizopus*

Rhizopus, *Rhizopodaceae* familyasındaki (eski adı *Mucoraceae*) familyasındaki yaklaşık 10 tür filamentli mantar türünün kozmopolit bir cinsidir. *Rhizopus stolonifer* (ortak ekmek kalıbı) dahil olmak üzere çeşitli türler endüstriyel öneme sahiptir ve bitki ve hayvanlardaki hastalıklardan bir kısmı sorumludur (Britannica, 2023).

Rhizopus türlerinin çoğunluğu saprobiktir (ayırıştırıcılar) ve bazı türler parazitik veya patojenik olsalar da, çeşitli ölü organik maddelerle beslenirler. *Rhizopus* mantarları, üç tür hiphadan oluşan bir dallanma miçeli gövdesi ile karakterize edilir: stolons, rhizoids ve genellikle dallanmayan sporangiohores. Sporangioforların siyah, yuvarlak sporangia'sı, eşeysiz üreme için çok sayıda hareketsiz, çok çekirdekli sporlar üretir. Fizyolojik olarak farklı ve uyumlu iki miselyum olduğunda, *Rhizopus* eşeyli olarak üreyebilir. Hızla genişleyen koloniler pamuk şeker dokusuna sahiptir (aynı zamanda şeker ipi veya peri ipi olarak da bilinir) ve spor ürettikçe renkleri beyazdan koyuya değişir (Britannica, 2023).

Rhizopus bilinen bir alerjendir ve bu küf türüne duyarlı kişilerde öksürük, hırıltılı burun akıntısı veya diğer alerji semptomları görülebilir. Çoğu sağlıklı insan, ana rhizopus ile karşılaşma nedeniyle büyük sağlık sorunları için risk altında değildir. Nadir fakat ciddi bir risk, mukorikozis denilen bir durumdur. Bu hastalık, bu küf havalanır ve akciğerlere veya sinüslere girdiğinde oluşur. Kan dolaşımına açık yaralardan da girebilir. Yanık kurbanları bu hastalığa yakalanma riski altındadır, çünkü derileri enfeksiyona açıktır.

3.3.3 Aspergillus

Aspergillus, çoğu türü *A. fumigatus* ve *A. flavus* olmak üzere birçok türe sahip her yerde bulunan bir kalıptır. Aspergillus toprakta iyi gelişir, bitki örtüsünü, samanı, pisliği, kompost yığınlarını, hastane klima filtrelerini ve saksı bitkilerini bozar ve havadan izole edilebilir. Aspergillus'a maruz kalma neredeyse evrenseldir, ancak Aspergillus kaynaklı hastalık nadirdir, bu da konakçı faktörlerin önemli olduğunu düşündürür (Travis vd., 2013).

Aspergillus, soluduğumuz havada sporları bulunan, ancak normalde hastalığa neden olmayan bir mantardır. Bağışıklık sistemi zayıflamış, hasarlı akciğerleri veya alerjisi olan kişilerde Aspergillus hastalığa neden olabilir. Yaygın Aspergillus enfeksiyonları, invaziv aspergilloz, ABPA CPA ve aspergilloma içerir (Aspergillus Website, 2023).

3.3.4 Sporothrix

Saprofitik bir dimorfik mantar olan *Sporothrix schenckii*, sporotrichosis'in etyolojik maddesidir. Dağıtım tropikal ve geçici iklimlerde dünya çapındadır. *Sporothrix schenckii*, öncelikle toprakta değil aynı zamanda ağaç kabuğu, bitkiler ve sphagnum yosununda da yetişir. İnsanlarda ve hayvanlarda sporotrikoz, delinme yarası veya ciltteki diğer travma ile ilişkilidir. Lezyonlar genellikle cilt, deri altı dokular ve lenfatiklerle sınırlıdır; Kemik, akciğer ve diğer organları içeren nadir görülen yaygın hastalık bildirileri vardır (Simmons ve Gibson, 2012).

3.4 Biyoaerosol Kaynakları

3.4.1 Açık Alanlar

Topraktaki rüzgar hareketi, açık suyun çalkalanması ve yağmur damlası etkisi, biyoarosollerin ana kaynaklarıdır. Arazi çiftçiliği ve atık su / kanalizasyon arıtma da önemli dış mekan kaynaklarıdır. Diğer çiftçilik faaliyetleri, sığırlar, domuzlar hayvan evleri

biyoerosoller üretecektir. Özellikle süt ürünlerinden elde edilen gıda işleme tesisleri daha yüksek seviyelerde biyoerosoller üretebilir. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen önem ile, elektrik santrali biyokütle depolama ve endüstriyel ölçekli kompost tesisleri biyoerosol kaynaklarıdır (Cantium Scientific, 2023).

3.4.2 Kapalı Alanlar

Yiyecekler, ev bitkileri, saksılar, ev tozu, evcil hayvanlar, tekstil ürünleri, halılar, duvar ve yer kaplama malzemeleri, ahşap malzemeler ve mobilya yüzeyleri, iç ortamdaki biyoerosol kaynaklarıdır (Cox ve Wathes, 1995; Kalogerakis vd., 2005). Ofisler, okullar, hastaneler ve endüstriyel işyerleri gibi kalabalık alanlar daha yüksek biyoerosol yüküne sahiptir.

3.5 Biyoerosollerin İnsan Sağlığına Etkileri

Çoğu durumda maruz kalma karmaşık toksinler ve alerjen karışımları (ve kimyasallar) meydana gelir ve çok çeşitli potansiyel sağlık etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Biyoerosol maruziyeti ile ilişkili üç ana hastalık grubu ayırt edilebilir: “bulaşıcı hastalıklar”, “solunum yolu hastalıkları” ve “kanser”. Enfeksiyöz ve solunum yolu hastalıkları en yaygın olanıdır; bu ana hastalık gruplarına ek olarak, diğer olumsuz sağlık etkileri tarif edilmiştir (örneğin lateks maruz kalan işçilerde dermatit veya doğum öncesi veya çiftlikte geç düşükler immünotoksik ve hormon benzeri etkileri olan mikotoksinlere maruz kalan kadınlar) (Douwes vd., 2003).

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki; soluna havada bulunan yüksek konantrasyonlardaki biyoerosoller, alerjik rinite ve astım, hasta bina sendromu, hipersinitif pnömoni, akciğer doku zedelenmesi, nefes darlığı, kilo kaybı, bitkinlik, gözde yanma, baş ağrısı, boğaz kuruluğu ve burun akıntısı gibi birçok semptomu sebep olmaktadır (Schlosser vd., 2016). Türkiye, global ölçekte bakıldığında özellikle çocuklarda görülen solunum yolu enfeksiyonu ve astım hastalıklarında %25 gibi bir orana sahiptir (Gülen, 2013).

Sağlıklı insanlar ve sağlıklı yapılar konusu üzerine araştırmalar yapan ABD Çevre Koruma Ajansı, insan sağlığı üzerindeki en önemli etmenlerden birinin çevresel etkiler olduğunu belirlemiş, ayrıca kişilerin yaşadıkları iç ortamların dış ortama göre çoğu zaman %90 daha kirli olduğunu belirtmiştir (MEB, 2011). Ajansın hazırladığı aynı raporda yer alan bilgilere göre, her sene binlerce kişinin solunum ve kanser hastalıklarına yakalanma sebeplerinin de iç ortam kirliliği olduğu bildirilmiştir. İç ortam hava kalitesi adı verilen kavram esasında

basit ve kolay bir kavram değildir. Bunun sebebi düzeysel ve şekilsel açıdan birçok etki ile ilişki halindedir (Yurtseven, 2017).

3.5 Türkiye’de Biyoaerosoller İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

2006-2007 yılları arası Adana’da yapılan bir çalışmada *Cladosporium* ve *Alternaria* düzeyleri belirlenmiştir. Optimum nem %60-70 ve optimum sıcaklık 15-25 °C olduğunda yani Mayıs ayları civarında *Cladosporium* ve *Alternaria* düzeylerinin maksimuma ulaştığı tespit edilmiştir (Yükselen vd., 2013).

Şubat 2005 ve Ocak 2006 arasında yine Adana’da yapılan başka bir çalışmada 20 adet mantar alerjisi tanısı konulan hastanın yaşadıkları evlerden alınan örneklerde, yaşadıkları ortamlarda 9 farklı çeşit mantar türü tespit edilmiştir (Gelişken ve Güvenmez, 2008).

Bursa’da yapılan bir araştırmada, atmosferde bulunan alerjenik etkili mantar konsantrasyonları tespiti için çalışılmıştır. Buna göre; *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Pithomyces*, *Stemphylium* olmak üzere toplam on çeşit mantar cinsi tespit edilmiştir. Bunların arasında baskın olarak %4.99 oranında *Alternaria* ve %88.11 oranında *Cladosporium*’a rastlanmıştır. Ocak ve Mart ayları arasında minimum mantar konsantrasyonları tespit edilmiştir (Ataygul ve ark., 2007).

İzmir Seferihisar’da ise 2004 ve 2005 yılları arasında, beş ayrı ilkokulda belirlenmiş bir periyotta dış ve iç ortam havasında yapılan araştırmada, Ekim ve Kasım aylarında en yüksek seviyede mantar konsantrasyonu belirlenmiştir. En düşük konsantrasyon ise dış ortam özelinde Şubat ve Mart aylarında gözlenirken, iç ortamda ise Haziran ve Temmuz ayında gözlemlenmiştir. Gözlemlenen mantar türleri azdan çoğa doğru sırasıyla; %4.68 oranında *Cladosporium*, %10.93 oranında *Alternaria*, %20.31 oranında *Aspergillus* spp. ve %35.93 oranında *Penicillium* spp. şeklindedir. Buradan anlaşıldığı üzere, meteorolojik etkiler dıştaki ve içteki mantar konsantrasyonuna en büyük etki nem ve sıcaklıktır (Haliki-Uztan ve ark., 2009).

Edirne’de ise 2002 yılında yapılan bir çalışmada, gündüz saat 08.00 ve akşam saat 20.00 da alınan iki farklı numunede 7 farklı mantar türü tespit edilmiştir. En yaygın görülen mantar türleri ise *Trichoderma*, *Alternaria*, *Cladosporium* ve *Trichoderma* olmuştur (Ökten ve ark., 2005).

Ankara’da yapılan başka bir çalışmada, mantar ve bakteri düzeylerinin 100 üzerinde bulunması kış ve yaz mevsimlerine denk gelmektedir. Okul, ev veya iş gibi çeşitli dış ve iç ortamlarda beş günlük bir periyotta biyolojik aerosoller, PM2.5 ve uçucu organik bileşikler ölçümlenmiştir. Aynı zamanda farklı birçok dış ortamdan alınan örneklerle de biyoaerosollerin mekânsal farkları belirlenmeye çalışılmıştır. Kış döneminde, örnekleme yapılan istasyonların (toplam örnek sayısı, n= 275) %8’inde bakteri seviyesi 1000 CFU/m³’den büyük; %25,8’inde kritik seviye olan 500 CFU/m³’den büyük olarak tespit edilmiştir. Kış dönemi örnekleme yapılan istasyonların (n: 240) %2.5’undamantar seviyesi 500 CFU/m³’den; %1’inde 1000 CFU/m³’den büyük olarak gözlenmiştir. Mantar ve bakteri seviyeleri karşılaştırıldığında; bakteri düzeyleri 1000 CFU/m³ ve 500 CFU/m³ seviyelerini aşan ve mantardan da çok daha yüksek seviyeler olduğu gözlemlenmiştir. Mantarların üremeleri çevresel etkiler ve besi kaynakları ile doğrudan ilintilidir. Bakteriler açısından ise üremenin gerçekleşebilmesi uygun koşullar ve insan etkisine bağlıdır (Menteşe, 2009).

2005 yılının başından sonuna kadar olan süreçte Manisa’da 11 adet değişik dış mekandan yapılan ölçümlerde 48 adet kültür edilebilir mantar türü tespit edilmiştir. Burada yaygın ve baskın görülen türler ise; Alternaria, Aspergillus, Cladosporium ve Penicillium olmak üzere, en yaygın görülen aylar Eylül, Ekim ve Kasım iken en düşük düzeyde gözlemlenen aylar Ocak, Mart ve Nisan aylarıdır (Kalyoncu ve Ekmekçi, 2008).

2007 yılında Yüksel Köksal’ın yapmış olduğu çalışmada, kapalı mahallelerde klima kullanımına bağlı iç ortam kalitelerini incelemiş ve bu çalışmada HEPA filtrelerden geçirilerek ve uygun mühendislik teknolojileri kullanılarak üretilen klimaları söz konusu araştırmaya dahil etmemiştir. Köksal’ın çalışması neticesinde, iç ortamdaki havasız kalitenin %50 oranında iyi tasarlanamamış klima tesisatlarından ve %50 oranında bina mimarisi ve yapı-dekorasyon malzemelerinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

1996 yılının tamamını kapsayan ve Burdur ilinde yapılan bir çalışmada ölçümler gravimetrik yöntem kullanılarak yapılmıştır. Buna göre Temmuz ve Ağustos ayları Alternaria ve Cladosporium seviyeleri ciddi derecede fazla görülürken, aynı zamanda en az yağış almasına rağmen bu aylarda yüksek rüzgar hızından kaynaklı olarak sporların yayılma hızının fazla ve alan olarak da yaygın bir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Ağustos ayında da yükselen nem oranı ve hava sıcaklıkları nedeniyle ve yağış oranının bir önceki aya göre artmasıyla birlikte de Alternaria ve Cladosporium sayısında artış olduğu gözlemlenmiştir.

Buradan, söz konusu canlıların meteorolojik olaylardan etkilendikleri belirlenmiştir (Tatlídil vd., 2001).

Edirne’de 2001 yılında Sen ve Asan tarafından yapılan çalışmaya göre, Nisan ve Eylül 1996 tarihlerinde alınan örneklerde 25 çeşit mantar belirlenmiştir. Asan ve arkadaşlarının 2002 yılında yapmış olduğu başka bir çalışmada ise 1999 ve 2000 yılları arasında tüm bir yıllık periyodu kapsayan dönemlerde her ay örnekler alınmış ve bu kez 37 tür mantar tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmalarda mantar düzeyleri %47.76’lık bir oranla en çok ilkbahar mevsiminde gözlemlenmiş, bu mantarlardan en yaygın olanları ise %14.59 ile *Penicillium* ve %32.04 lük bir oranla *Alternaria* olmuştur.

Yine Edirne’de yapılan ve astımlı çocuklar üzerinde mantar sporlarının etkisini araştıran bir çalışmada, 2000 ve 2001 yılları arasında astım hastası çocukların yaşadıkları evin oturma odasından ve yatak odalarından alınan örneklerde mantar kolonileri ciddi derecede yüksek seviyelerde gözlemlenmiştir. Ayrıca 4 ve 17 yaş arası astım hastası çocuklara yapılan deri pick testlerine göre %25.53 oranında mantar alerjen hassasiyeti tespit edilmiştir (Yazıcıoğlu ve ark., 2004).

İzmir’de Palaz vd., (2022) yapmış olduğu çalışmada, seçilen bir bölgeden alınan örneklerde havadaki mantar ve bakteri seviyeleri belirlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca çeşitli kültür ortamları ve inkübasyon koşullarının konsantrasyon seviyelerine etkileri de araştırılmıştır. Bu çalışmanın en önemli özelliği ise PM10 seviyesi arttıkça tüm kültür ortamlarında toplam mantar seviyelerinin arttığı görülmüştür. Ancak beş kültür ortamından izole edilen bakteri seviyeleri ile PM10 seviyeleri arasında ilişki bulunmadığı görülmüştür ($p>0,05$). PM10 düzeyi, sıcaklık, bağıl nem ve rüzgâr hızı ile pozitif bir ilişkiye sahiptir ($R \geq 0,5$ ve $p<0,05$). *Chrysosporium* sp. MEA (Malt-Extract Agar) üzerinde toplanan miktar, PDA (Potato Dextrose Agar) ve DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol) üzerinde toplanan miktarın yaklaşık 10 katıdır. MEA besiyeri, daha fazla ve spesifik mantar cinsi yakalamada PDA ve DRBC’ye göre daha etkilidir. *Cladosporium* sp. en yaygın mantar cinsi olup, en yüksek koloni miktarı sırasıyla PDA, MEA ve DRBC üzerinde gözlenmiştir. Bu çalışma, farklı besiyerleri ve inkübasyon koşulları altında mikroorganizma konsantrasyonlarının belirlenmesi ve kentsel bölgelerde yapılacak bakteri ve mantar örneklemelerine rehberlik etme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, çalışma havadaki dirençli mikroorganizmaların ekstrem koşullara (50°C) dayanma yeteneklerinin incelendiği ilk çalışmadır.

3.6 Dünyada Biyoaerosoller İle İlgili Yapılmış  alışmalar

Taiwan’da yaz aylarında yaşam alanlarının dış ve i  mekanlarından alınan örneklerle solunabilen mantar fraksiyonlarını araştıran bir çalışma yapılmıştır (Li and Kuo, 1992). Yapılan ölçümlerde solunabilen mantar fraksiyon değerleri 250 ila 4200 CFU/m³ konsantrasyon aralığında belirlenmiştir. İ  ortamlarda ise mantar düzeyleri birbiriyle oldukça yakındır. En yaygın olarak gözlemlenen mantar türleri ise Aspergillius, Cladosporium ve Penicillium’dur (Menteşe ve Güllü, 2006).

Yaşam alanlarında yapılan bir diğer çalışmaya göre nem düzeyi normal olan evlerde 10 ila 100 CFU/m³ konsantrasyonları arasında çıkan mantar konsantrasyon düzeyleri, k f sorunu yaşanılan evlerde ise 10 ila 1000 CFU/m³ arasında ölçülmüştür. Yaz ayları özelinde ölçümler değerlendirildiğinde söz konusu konsantrasyon değerleri her iki tip evde de 10 katı yüksek olarak belirlenmiştir (Pastuszka vd., 2013).

Suudi Arabistan’ın Riyad şehrinde 2008 yılında yapılan bir çalışmaya göre, 180 yaşam alanının i  alanlarından mantar ve bakteri örnekleri alınmıştır. Riyad’ın doğu bölgelerinde ise sıklıkla mantar oluşumu gözlemlenmiştir (Suaads, Alwakeel, 2008).

2010 yılında Kuveyt’te yapılan bir araştırmada, özellikle ilkbahar aylarında 4 farkı mekandan alınan örneklerde 26 çeşit bakteri türü belirlenmiştir. En yaygın olan mantar türü ise Aspergillus olarak belirlenmiştir. Ayrıca söz konusu araştırmaya göre mantarlara kıyasla bakteri hücreleri çok daha hızlı gelişim göstermektedir (MF. Yassin. S. Almaqatea, 2010).

İran’ın Mazandaran bölgesinde 2011 yılının kış aylarında farklı 55 i  mekandan ve 45 farklı mekandan dış hava ölçümleri yapılarak toplamda 13 çeşit mantar belirlenmiştir. En fazla görülen türler ise %9.4 oranında Aspergillius, %10 maya mantarı ve %55.3 oranında Cladosporium belirlenmiştir. Ayrıca söz konusu mantarların konsantrasyon düzeyleri 10 ila 1700 CFU/m³ arasında belirtilmiştir (Ajoudanifar vd., 2011).

Taipei ve TaiChi gibi yüksek nem oranına sahip iki ayrı bölgede yapılan bir çalışmada, bölgedeki mantar seviyeleri için ölçümler yapılmıştır. Yapılan  l  mler neticesinde i  ve dış mekanlarda yapılan ölçümler arasında çok ciddi farklar olduğu belirlenmiştir. Buna göre dış ortamda 385-5740 CFU/m³ iken iç ortamda ise 385-4970 CFU/m³ konsantrasyonlar belirlenmiştir (Liang vd., 2015).

2011 ve 2013 yılları arasında Avusturya Styria’da yapılan dış ve iç mekan ölçümlerine odaklanan çalışmada, en yüksek mantar konsantrasyonlarının yaz aylarında ve en düşük konsantrasyonların da kış aylarında yapıldığı belirlenmiştir. Burada tespit edilen en yaygın bakteri türleri ise *Aspergillus*, *Cladosporium* ve *Penicillium*’dur (Haas vd., 2014).

Chania ve Atina’da bulunan apartmanların hem iç hem de dış mekanlarında yapılan bir çalışmada biyoloji aerosol ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonuçlarında yalnızca tek bir örnekte 500 CFU/m³ ün üzerinde konsantrasyon değeri belirlenmiştir. Bu çalışma ile insan varlığının biyolojik aerosol varlığı için en önemli parametre olduğu da belirlenmiş ve konsantrasyon seviyelerinin her zaman iç alanlarda çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Kalogerakis et al., 2005).

Hong Kong’daki yaşam alanlarının mutfak, oturma odası ve dış ortam alanlarında yapılan araştırmada bakteri konsantrasyon değerleri ölçülmüştür. Buna göre mutfakta yapılan ölçümlerin %60 civarı 800 CFU/m³ den yüksek çıkarken dış ortamlarda ise 220 ila 400 CFU/m³ aralığında kalmıştır. Ortamlardaki bakteri konsantrasyonları yaşam alanında bulunan kişi sayısı ile doğrudan bağlantılı olarak belirlenmiştir (Menteşe, 2012).

Fransa’da bulunan hastanelerde 2006 ve 2007 yılları arasını kapsayan bir yıllık süreçte hem iç hem de dış alanlarda bulunan mantarların mevsimsel değişimi incelenmiştir. İç alanlarda en yaygın görülen türler yaz ve kış aylarına göre değişkenlik göstermektedir (Sautour ve ark., 2009).

Hong Kong’ta marketler üzerinde çalışmalar yapan Gu et al, klima sistemi kullanılanlar ve kullanılmayanlar olarak sınıflandırılmıştır. Klima kullanılmakta olan iki markette, klima bulunmayan marketlere göre iç ortam bakterileri %29 daha fazla olarak belirlenmiştir (Premila, 2013).

Amerika’da evcil hayvan bulunan ortamlar ile çiçek bahçelerinde bulunan biyoaerosollerini inceleyen Jo and Kang, evcil hayvan bulunan mekanlarda bakteri düzeyleri kış aylarında 234 ila 3604 CFU/m³ arasında değişirken, yaz aylarına bakıldığında ise 399 ila 2118 CFU/m³ arasında değişmektedir. Mantar konsantrasyon düzeyleri ise kış aylarında 59 ila 475 CFU/m³ arasında değişirken yaz aylarında 134 ila 977 CFU/m³ olarak ölçümlenmiştir. En yaygın olarak görülen türler ise *Penicillium*, *Aspergillus* ve *Cladosporium* olarak belirlenmiştir (Di Hu vd., 2014).

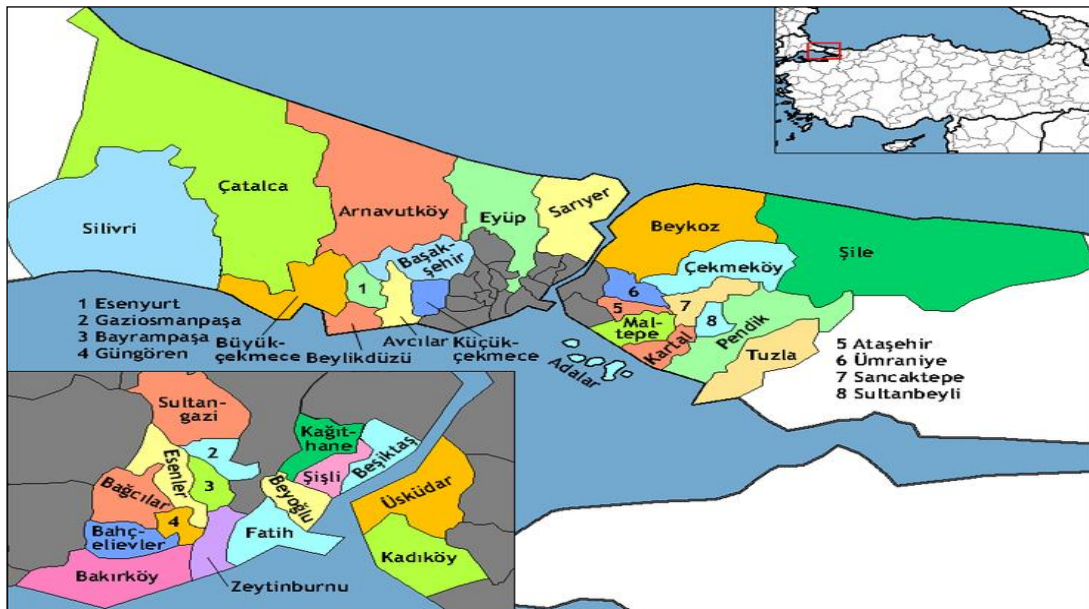
ARAŞTIRMA BÖLGESİ VE İSTASYONLARIN TANIMLANMASI

4.1 Araştırma Bölgesinin Coğrafi Özellikleri

İstanbul Dünya'nın sayılı coğrafi özelliklerini taşıyan özelliklere sahiptir. İstanbul, Türkiye'de yer alan bir şehir ve ülkenin 81 ilinden biridir. Şehir, nüfus, ekonomi ve sosyokültürel önem açısından ülkenin en büyüğüdür. İki büyük kıtayı, Avrupa ve Asya'yı birleştirmesi en önemli özelliklerindendir.

İstanbul İli 41° 01' N, 28° 58' E koordinatlarında, kuzeyde Karadeniz, doğuda Kocaeli Sıra dağlarının yüksek tepeleri, güneyde Marmara Denizi ve batıda ise Ergene Havzası'nın su ayırım çizgisi ile sınırlanmaktadır. İl alanı, idari bakımdan doğu ve güneydoğudan Kocaeli'nin Karamürsel, Gebze, Merkez ve Kandıra ilçeleriyle, güneyden Bursa'nın Gemlik ve Orhangazi İlçeleriyle, batı ve kuzeybatıdan Tekirdağ'ın Çorlu Çerkezköy ve Saray ilçelerinin yanı sıra, Kırklareli'nin de Vize İlçesi topraklarıyla çevrilidir.

Yüzölçümü 5.461 km² olan İstanbul'un 2014 yılı nüfus sayımı verilerine göre toplam nüfusu 14.377.018 ' tir.



Şekil 4.1 İstanbul Haritası

4.1.1 İklim ve Bitki Örtüsü

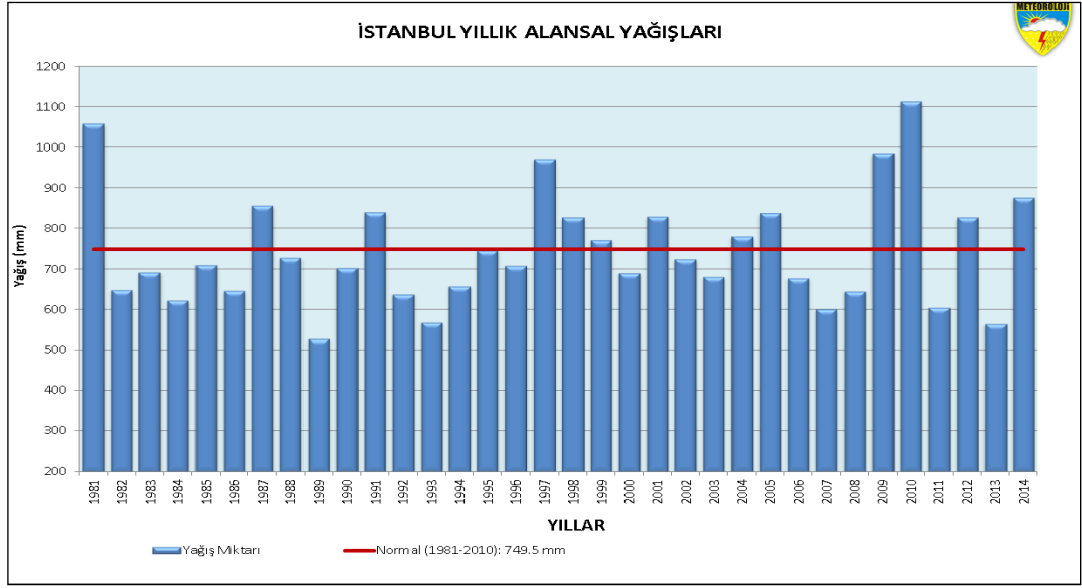
İstanbul'un iklimi, Karadeniz ve Akdeniz iklim geçiş kuşakları arasında yer aldığı için ılımandır. İstanbul'un kışları soğuk, yağışlı ve ara sıra karlı, yazları ise sıcak ve nemlidir. Oldukça engebeli bir arazi yapısına sahip olan İstanbul'da bu arazinin, %74'ü plato ve yaylalardan, %16'sı dağlardan, %10'a yakını da ovalardan oluşmaktadır. İstanbul, Avrupa ile Asya kıtaları arasında köprü görevi görmekte ve bu kıtaların birbirine en yakın olduğu iki uç üzerinde bulunan bir şehirdir. İstanbul'da büyük ovalar bulunmaz. Ova olarak adlandırılabilen alanlar, akarsu vadilerinin göle veya okyanusa yaklaştıkça genişleyerek oluşturduğu düzlüklerdir. İstanbul, Terkos, Büyükçekmece ve Küçükçekmece göllerine ev sahipliği yapmaktadır. Akdeniz bitkileri, İstanbul bölgesindeki bitki örtüsünün çoğunluğunu oluşturur. Bölgede hakim olan bitki örtüsü türü makidir. İklim nedeniyle her türlü bitki yetişebilir, orman bakımından zengindir.

4.1.2 Sıcaklık

İstanbul ili yıllık ortalama sıcaklığı 13,5°C dir. Araştırmanın yapıldığı günler arasında ise en düşük sıcaklık 9°C ile Kasım ayında, en yüksek sıcaklık ise 30°C ile Ağustos ayında tespit edilmiştir.

4.1.3 Yağış

İstanbul'da yağış miktarı her yıl 720–788 mm'dir. Kış ve ilkbaharda sırasıyla %40 ve %20 yağış görülür. Yaz yağışları sonbaharın yarısı kadardır. Kışlar tipik olarak ılık ve yağışlı, yazlar ise genellikle sıcak ve kurak geçer. Yıl boyu sıcaklık -14 ila 41°C derece arasında değişir. Kar yağışı genelde 10 günden fazla sürmez. İstanbul'un genelinde Karadeniz'in soğukça yağışlı (poyrazlı) havasıyla Akdeniz'in ılık (lodoslu) havası birbirini izler. İlde gece ve gündüz arasında önemli bir mevsimsel sıcaklık farkı yoktur.



Şekil 4.2 1981-2014 yılları arasında İstanbul İli'nin yağış miktarı *En fazla yağış 2010 yılında kaydedilmiştir.

İSTANBUL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1950 - 2014)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	5.6	5.7	7.0	11.1	15.7	20.4	22.8	23.0	19.7	15.6	11.4	8.0
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	8.5	9.0	10.8	15.4	20.0	24.5	26.5	26.7	23.6	19.1	14.7	10.8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	3.2	3.1	4.2	7.7	12.1	16.5	19.5	20.0	16.8	13.0	8.9	5.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	17.5	15.2	13.8	10.4	8.1	6.0	4.2	4.9	7.3	11.2	13.3	17.3
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	105.3	77.3	71.8	44.9	34.1	34.0	31.6	39.8	57.9	87.7	101.3	122.6
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1950 - 2014)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.0	23.2	29.3	33.6	34.5	40.0	41.5	39.6	36.6	34.0	26.5	25.8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-11.0	-8.4	-5.8	-1.4	3.0	8.5	12.0	12.3	7.1	0.6	-2.2	-7.0
En yüksek ve en düşük sıcaklıkların gerçekleşme tarihini görmek için fare imlecini değerlerin üstüne getiriniz.												
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı	16.10.1985	125.5 kg/m ²	Günlük En Hızlı Rüzgar			17.01.1970	113.4 km/sa	En Yüksek Kar		08.03.1987	63.0 cm	

Şekil 4.3 Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1950 - 2014)

4.2 İstasyonların Belirlenmesi

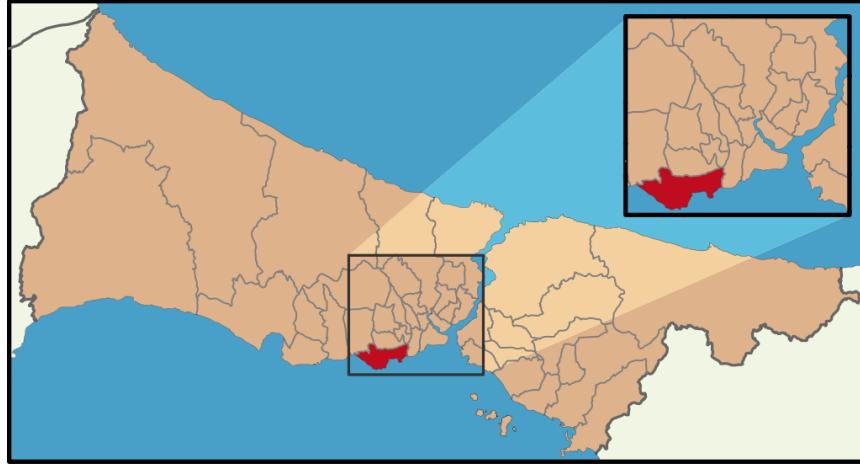
İstanbul ilinde tercih edilen istasyonların belirgin özellikleri Tablo 2'de özetlenmiştir. İstanbul'un Bakırköy, Başakşehir, Esenler ilçesinde aktif örnekleme ile Fatih, Bakırköy, Başakşehir, Esenler ilçesinde sedimantasyon yöntemi ile numuneler alınmıştır.

Tablo 4.1 Kullanılan istasyonların gruplandırılmaları ve istasyonların nitelikleri

İstasyon İsmi	1.Grup	2.Grup	3.Grup	4.Grup
Fatih	X			
Bakırköy	X	X		
Başakşehir		X		X
Esenler	X			
İstasyonların Sınıflandırılması				
1.GRUP=Trafik Etkili				
2.Grup=Kentsel Etkili				
3.Grup=Trafik ağırlıklı kentten etkilenen				
4.Grup=Kentsel ağırlıklı trafikten etkilenen				
*Kentsel ağırlıklı trafikten etkilenen istasyonlarda sanayi işletmeleri mevcuttur.				

4.2.1 Bakırköy

1989'a kadar 275 km²'lik alanıyla İstanbul'un yüzölçümü bakımından en büyük ilçelerinden biri olan ve batıda Çatalca, kuzeyde Eyüp ve Gaziosmanpaşa'yla komşu olan Bakırköy ilçesi, 1989 ve 1992 yerel seçimleri ile önce Küçükçekmece daha sonra Bahçelievler, Bağcılar ve Güngören ilçelerinin ayrılmasıyla nüfus ve alan olarak küçülmüştür. E-5 Karayolu, Güngören ve Bahçelievler semtleri arasındaki kuzey sınırını oluşturmaktadır. Güngören ve Bahçelievler ilçeleri; güneyinde Marmara Denizi, doğusunda Çırpıcı deresi sınır olup, Zeytinburnu ilçesi, batısında ve kuzey-batısında ise Küçükçekmece ilçesi bulunmaktadır. Bakırköy ilçesi de bu sınırlar içerisinde yer almakta ve 35 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Toplam 15 mahalleden meydana gelmektedir.



Şekil 4.4 İstanbul İli haritasında Bakırköy ilçesi

1926 yılında ilçe olan Bakırköy'den; 1957 yılında Zeytinburnu (Fatih'in batı kesimleri dahil), 1987 yılında Küçükçekmece'den ayrılarak ilçe olmuştur. 1992'de Bağcılar, Bahçelievler ve Güngören (Esenler 1994'te Bağcılar ve Güngören ilçelerinin bazı mahallelerinden oluşmuştur) Bakırköy'den; Avcılar ise Küçükçekmece'den ayrılarak ilçe olmuştur. İstanbul'un eski ve gelişmiş semtlerinden biridir. 2014 nüfus sayımı verilerine göre toplam nüfusu 221.594'dir. İlçede deniz, hava, demir ve kara yolu taşımacılığı ve trafiğinin ana alter olması sebebi ile nüfus yoğunluğunun sirkülasyonu sebebi ile bu ilçe ölçüm yapılan istasyonlardan biri olarak tercih edilmiştir. İstanbul genelinde yaşanan iklimin etkisindedir.

4.2.2 Fatih

Tarihi Yarımada (Suriçi) olarak da bilinen Fatih semti, İstanbul şehrinin kurulup büyüdüğü bölgenin tamamını kapsayan bölgedir. İstanbul'un coğrafi merkezi olarak da kabul edilmektedir. Güneyinde Marmara Denizi, güneybatısında Zeytinburnu, kuzeybatısında Eyüp ilçeleri, kuzeyinde Haliç ve doğusunda İstanbul Boğazı bulunur. 1928'den 2008'e kadar Fatih İlçesi, Eminönü ile birlikte Tarihi Yarımada'yı oluşturan iki ilçeden birini oluşturuyordu. Eminönü Mahallesi'nin 2008 yılında Fatih İlçesi'ne katılmasıyla Tarihi Yarımada'nın tek ilçesi konumuna gelmiştir. 15.62 km² (1562 hektar) büyüklüğündeki Fatih İlçesi, kırsal yerleşime sahip değildir ve 57 mahalleye ayrılmıştır.

Fatih İlçesi, kuzeybatıda Eyüp ilçesi, kuzeyde Haliç, güneyde Marmara Denizi, batıda Zeytinburnu ilçesiyle komşudur. İlçe toplam 15.62 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. İlçenin deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 60 metre olup, tarıma uygun arazi bulunmamaktadır. Şiirlere konu olan İstanbul'un yedi tepesi, halen Fatih sınırları içindedir. Tarihi Yarımada bu tepeler üzerine kurulmuştur.



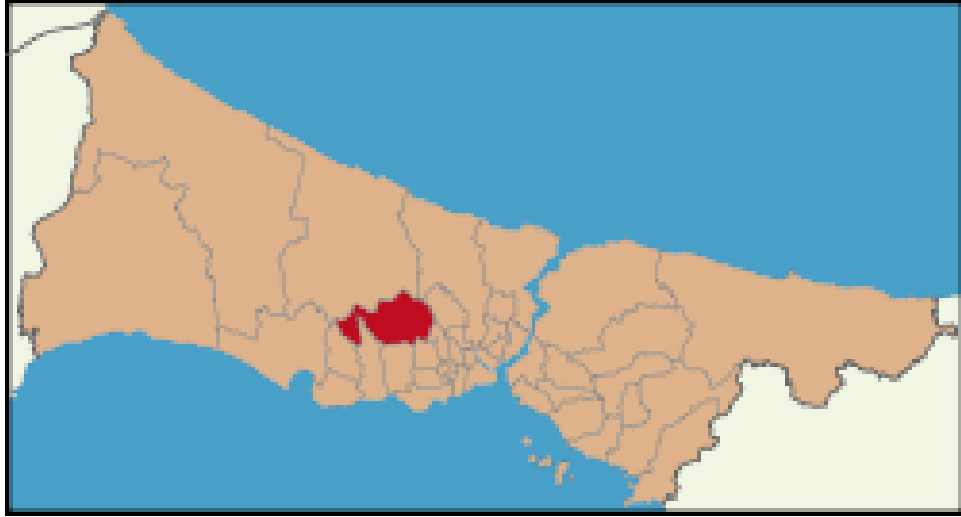
Şekil 4.5 İstanbul İli haritasında Fatih ilçesi

Tarihi surlar, Haliç ve Marmara Denizi, Fatih'in sınırlarını belirlemektedir. Fatih ilçelerini Eyüp ve Zeytinburnu'ndan ayıran surlar onarılmıştır ve Ayvansaray'da Haliç'ten Yedikule'ye kadar uzanmaktadır. Marmara ve Haliç kıyılarındaki deniz surları büyük ölçüde yıkılmış olduğundan günümüze ulaşamamıştır. Kıyıları toplam 14 kilometre uzanır.

İstanbul'un diğer ilçelerinin aksine, Fatih İlçesi'nin nüfus gelişimi benzersiz olmuştur. Eski Eminönü Mahallesi'nde 1960'lı yıllarda başlayan nüfus düşüşü, 1990'lı yıllarda eski Fatih Mahallesi'nde başlamıştır. Günümüzde ilçe nüfusunda azalma görülmektedir. Bunun başlıca sebepleri, gelişme alanlarının küçülmesi, ekonomik durumu daha iyi olan insanların diğer ilçelere göçü ve önemli alanların konuttan ticari bölgelere dönüşmesidir. 2014 nüfus sayımı verilerine göre ilçede 419.266 kişi yaşamaktadır.

4.2.3 Başakşehir

Başakşehir, 2008 yılında Küçükçekmece, Esenler ve Büyükçekmece ilçelerinden ayrılarak ilçe olmuştur. Kuzeyde Arnavutköy, kuzeydoğuda Sultangazi, doğuda Esenler, güneyde Bağcılar, Küçükçekmece ve Avcılar ile batıda Esenyurt ilçeleriyle çevrelenmiştir.



Şekil 4.6 İstanbul İli haritasında Başakşehir ilçesi

Başakşehir 1. ve 2. etapları, Altınşehir, Güvercintepe, Şahintepe mahalleleri ve Kayabaşı köyü Küçükçekmece Belediyesi'ne, 4.etap ve 5.etap Esenler Belediyesi'ne, Bahçeşehir ise Büyükçekmece'ye bağlıydı. Fakat son gelen düzenlemeler ile bu semtler birleştirilerek Başakşehir ilçesi oldu. Başakşehir'in kuzeyi ormanlarla kaplıdır, kalan bitki örtüsü bozkır ve çalılıklardan meydana gelmektedir. Resneli Çiftliği'nin bulunduğu Sazdere vadisinde çok çeşitli bitki türleri bulunmaktadır. Sazdere ve Ayamama derelerinin doğduğu ilçe, Ispartakule deresinin de geçtiği yerdir. 2014 nüfus sayımı verilerine göre ilçenin nüfusu 342.422 ' dir.

4.2.4 Esenler

Esenler, İstanbul'un ilçelerinden biridir. Kuzeyde Bayrampaşa, güneyde Güngören, güneydoğuda Zeytinburnu, batıda Bağcılar ilçeleriyle komşudur. Esenler, 18 mahalleden meydana gelmektedir ve yüzölçümü 5.227 hektardır.



Şekil 4.7 İstanbul İli haritasında Esenler ilçesi

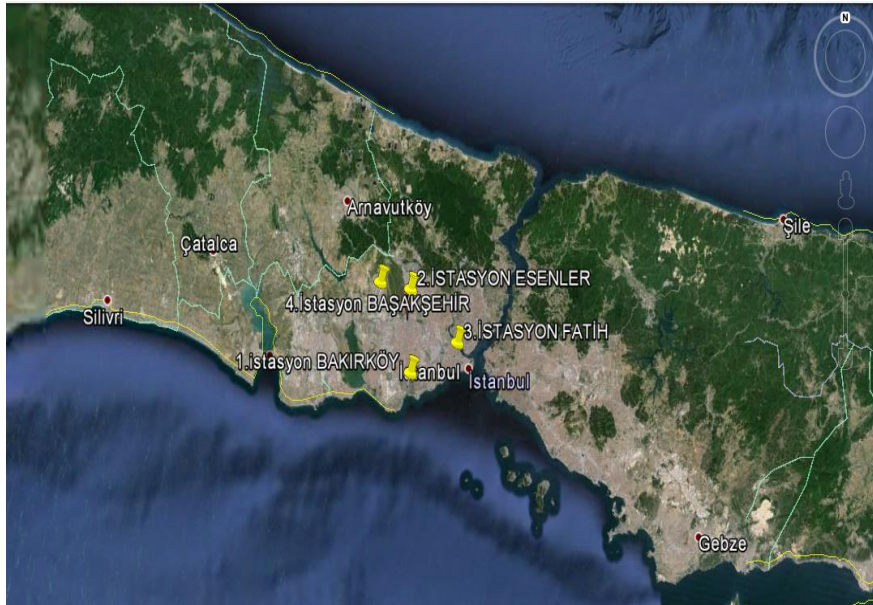
Esenler, yakın çevredeki bölgelerin aksine, bir sanayi bölgesinin aksine bir yerleşim bölgesidir. Ayazma Çeşmesi, su seviyesi ve garajdaki yıkık kilise güzel bir mimari örnek olarak karşımıza çıkıyor. Bu yapılar Esenler'i Davutpaşa yoluna bağlayan Ayazma yolu üzerinde bulunmaktadır. Günümüzün dijital kütüphanesi, bir zamanlar Esenler Merkez Camii'nin karşısında bulunan restore edilmiş kilise kalıntılarındaki yer almaktadır. Bu bölgenin toprakları, İstanbul surlarının yıkılmasından sonra daha büyük bir askeri önem kazanmıştır. İstanbul'un tarihi incelenirken, semtin tarihi dikkate alınmalıdır. Mahallede tarihi eser bakımından zengin değildir. Bugün hala var olan tarihi yapılar arasında sebiller, su kemerleri, su terazileri ve Bizans ve Osmanlı dönemlerinden kalma çeşmeler bulunmaktadır. 2014 nüfus sayımı verilerine göre ilçenin nüfusu 458.857 ' dir.

5.1 Materyal ve Metod

5.1.1. Yer seviyesinde (Yatay) yapılan örneklemeler

Aktif veya pasif olarak yatay olarak yapılan örneklemelerde örnekler yerden ortalama 1 metre yükseklikte yerleştirilen portatif masalar üzerinde yapılmıştır. Araştırmamızın temelini yatay olarak yapılan örneklemeler teşkil etmiştir. Düşey yönde de örneklemeler yapılarak yerden yükseldikçe mikroroganizma yoğunluğunda değişimler olup olmadığı belirlenmiştir.

Araştırmada incelenen örnekler İstanbul ilinde belirlenen 4 istasyondan Nisan 2014 ile Kasım 2014, Eylül-Ekim 2015 arasında belirli aralıklarla 9 ay süresince belirlenen bölgelerde (1. İstasyon; Bakırköy, 2. İstasyon- Esenler, 3. İstasyon; Başakşehir) aktif örneklemeler yapılarak alınmıştır. Eylül 2015 tarihinde sedimentasyon yöntemi ile (1. İstasyon; Bakırköy, 2. İstasyon- Esenler, 3. İstasyon; Başakşehir, 4. İstasyon; Fatih) örneklemeler yapılmıştır. Her istasyondan aylık periyotlar halinde sedimentasyon ve filtrasyon yöntemiyle 328 besiyeri ile toplam bakteri ve mantar koloni miktarları sayılmıştır. Şekil 5.1’de çalışmanın gerçekleştirildiği ölçüm noktaları verilmiştir.



Şekil 5.1 Ölçüm noktaları (1. İstasyon; Bakırköy, 2. istasyon; Fatih, 3. İstasyon- Esenler, 4. İstasyon; Başakşehir)

Bunlardan Bakırköy istasyonu şehirleşmenin, kentsel yerleşimin, istasyon aktarma merkezi olmanın, trafik yükü ve insan popülasyonunun fazla olması nedeniyle tercih edilmiştir. Başakşehir istasyonu hava kirliliğine neden olan birçok faaliyetin olduğu organize sanayi bölgesi olması, kentsel ve trafik ağırlıklı olması, Fatih istasyonu taşıt yükü ve insan popülasyonunun fazla olması sebebiyle, Esenler- Davutpaşa istasyonu bitki florasının yoğunluğu ve rüzgâra açık olması sebebiyle tercih edilmiştir. Ölçümler dış ortam atmosferinden örnek almada “Sedimentasyon” ve Filtrasyon yöntemi kullanılmıştır. Araştırmamızda NKS hazır Besiyerleri kullanılarak pasif örnekleme ile ilk kez Pastör tarafından geliştirilen sedimentasyon yöntemi (Leclerc vd., 1991) uygulanmıştır. Aktif örnekleme ile filtrasyon yöntemi kullanılmıştır.

5.1.1.1. Aktif Örnekleme ve Membran Filtrasyon

Aktif örnekleyiciler, pasif örnekleyicilerin aksine, hava numunesinin bir pompa aracılığı ile kimyasal veya fiziksel bir ortamdan geçirilebilmesi için elektrik enerjisine ihtiyaç duyarlar. Örneklenen hava hacminin yüksek olması hassasiyeti artırır.

Bu yöntemde dış ortam havası, vakum pompası ile gaz yıkama şişesi içerisinde yer alan izotonik çözelti içerisine toplanmıştır. Örnekleme öncesinde kullanılan ekipmanlar gaz yıkama şişesi, bağlantı elemanları, izotonik çözelti, saf su, süzme seti ve pipetler otoklavda sterilizasyona tabi tutulmuştur. Örnekleme, insan solunum seviyesi olan 1,5 metre yükseklikte olacak şekilde, dış ortamda yapılmıştır.

Havada bulunan bakteri ve mantar kalitesinin araştırılması, akm miktarı, sıcaklık, nem, iletkenlik değerlerinin belirlenmesi için, belirlenen Ölçüm noktalarında her bir istasyonda sabah ve akşam olmak üzere 30 dk numune alınmıştır. Numunelerin laboratuvar ortamına buz akülü termos ile taşınması ve dış ortam sıcaklığından izole edilmesi sağlanmıştır. Belirli hava hacmi filtre üzerinden geçirildikten sonra, hava içerisinde mevcut tüm mikroorganizmaları tutmuş olan filtre uygun bir besiyeri üzerine yerleştirilir. Membran filtrasyon yöntemi ve İnkübasyon işlemi sonrasında, ortam havasındaki mikrobiyolojik yükün tespiti yapılmış olur. Toplam canlı ve mantar kolonileri sayılarak Tablo 6.1 ve 6.24 oluşturulmuştur.



Şekil 5. 2 Aktif Örneklem



Şekil 5.3 Membran Filtre Düzenği

5.1.1.2. Pasif Örneklem (Sedimentasyon)

Petriler 4 adet toplam bakteri, 4 adet küf tayini için örnek alınacak bölgede yerden 1,5 metre yükseklikte 10 ve 20 dakika kapakları açık bırakılarak bekletilmiştir. Daha sonra kapakları streç film ile sarılarak inkübasyon için laboratuvara buz akülü termos ile getirilmiştir.

Petriler 37 °C'de 48 saat, 20 °C ' de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılmıştır. Toplam canlı ve mantar kolonileri sayılarak Tablo 6.25 ve 6.28 oluşturulmuştur.

5.1.1.2.1. Düşey yönde yapılan (pasif) örneklemeler

Yerden yükseldikçe mikroorganizma yoğunluğunda değişimler olup olmadığı belirlemek için Başakşehir istasyonunda örneklem alanına yakın faaliyet gösteren yüksek katlı binaların balkonlarında 2012 yılında ölçümler yapılarak analiz edilmiştir. Bu ölçümlerde pasif örneklem yöntemi tercih edilmiştir.

5.1.2 Analiz

Herhangi bir kontaminasyona izin verilmeden çeker ocak altında, süzme seti steril edilir. Aseptik koşullarda süzme setine hazır besiyerine ait membranlar yerleştirilir. Kullanılan besiyerleri, NKS setlerinin içerdiği besi ortamları dünya standartlarına göre mikroorganizmaların üremesi için optimum parametrelerle hassas şekilde formüle edilmiş konvansiyonel metotla hazırlanan agarlardan içerik olarak hiçbir farkı olmayan özel bir kartona emdirilmiş ve kurutulmuş halde bulunan ve bu nedenle uzun süre saklanabilmesinin yanısıra sadece 3,5 ml steril su ile ıslatıldığında kullanıma hazır hale gelen besiyerleridir. Toplam Bakteri için Standart TTC, Küf ve Maya tayini için WORT agar kullanılmıştır.

Gaz yıkama şişesinde yer alan 250 ml 'lik numunelerden 50 ml alınarak membran fitreden geçirilerek membran fitre besiyeri yerleştirildikten sonra besiyeri 2 bakteri (37 °C- 20 °C, 2 mantar 20 °C ve 37 °C sıcaklıklarda 2 gün süre ile inkübasyon işlemine maruz bırakılmıştır. Besiyerlerinde bakteri üremesi ve küf üremesinin olup olmadığı da kaydedilmiştir. Hava kalitesi ölçümleri süresince hava sıcaklığı, bağıl nem değerleri, rüzgâr hızı ve yönü de kaydedilmiştir.

Aynı numunede kalan çözültiden, 50 ml numuneden AKM deneyi yapılmıştır.

Çalışmalarda ‘Sedimentasyon Yöntemi ve Aktif Örnekleme ile Membran Filtrasyon Yöntemi’ kullanılmıştır. Sedimentasyon yönteminin tercih edilmesi, metodun kolay ve ekonomik oluşundan başka, seçici ortamların kullanılması, sayımda ve mikroorganizmaların tayininde kolaylık sağlamaktadır. Yöntem basit olma avantajına sahiptir. Dezavantajları ise; incelenen hacmin belirsizliği, rüzgâr hızı, aerodinamik etkiler ve sadece büyük partiküllerin yakalanmasının söz konusu olmasıdır. Yine de bu metot çeşitli araştırmacılar tarafından havanın fungal florasının tespit edilmesi için kullanılmıştır.

Aktif örnekleme yönteminin tercih edilmesi örneklenen hava hacminin yüksek olması nedeniyle hassasiyeti artırır. Daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar.

6.1 Belirlenen İstasyonlarda 2014 Yılı Nisan ve Kasım Aylarında Yer Seviyesinde Yapılan Aktif Örnekleme ve Membran Filtrasyon Yöntemi ile Bakteri ve Mantar Koloni Sayıları

Esenler- Davutpaşa, Bakırköy- İncirli, Başakşehir-İkitelli istasyonlarında toplam canlı ve mantar koloni sayılarına ilişkin bilgiler Tablo 6.1 ve 6.24 de yer almaktadır.

Tablo 6.1 2014 yılı Nisan Ayı, Davutpaşa Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLE Rİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M- 3/dk
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.4.2014	09.00-10.00 arası	15 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	2
				MANTAR	20 °C	23
					35 °C	19
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.4.2014	18.00-19.00 arası	17 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	12
					35 °C	6

Tablo 6.2 2014 yılı Mayıs Ayı, Davutpaşa Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.5.2014	09.00-10.00 arası	16 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	0
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.5.2014	18.00-19.00 arası	19 °C	BAKTERİ	20 °C	10
					35 °C	14
				MANTAR	20 °C	6
					35 °C	2

Tablo 6.3 2014 yılı Haziran Ayı, Davutpaşa Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.6.2014	09.00-10.00 arası	23 °C	BAKTERİ	20 °C	103
					35 °C	72
				MANTAR	20 °C	6
					35 °C	4
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.6.2014	18.00-19.00 arası	24 °C	BAKTERİ	20 °C	119
					35 °C	126
				MANTAR	20 °C	10
					35 °C	6

Tablo 6.4 2014 yılı Temmuz Ayı, Davutpaşa Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.7.2014	09.00-10.00 arası	25 °C	BAKTERİ	20 °C	25
					35 °C	33
				MANTAR	20 °C	2
					35 °C	2
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.7.2014	18.00-19.00 arası	29 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	2
					35 °C	2

Tablo 6.5 2014 yılı Ağustos Ayı, Davutpaşa İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.8.2014	09.00-10.00 arası	27 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	2
					35 °C	2
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.8.2014	18.00-19.00 arası	29 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	0

Tablo 6.6 2014 yılı Eylül Ayı, Davutpaşa İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.9.2014	09.00-10.00 arası	25 °C	BAKTERİ	20 °C	177
					35 °C	220
				MANTAR	20 °C	21
					35 °C	8
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.9.2014	18.00-19.00 arası	29 °C	BAKTERİ	20 °C	2
					35 °C	8
				MANTAR	20 °C	4
					35 °C	4

Tablo 6.7 2014 yılı Ekim Ayı, Davutpaşa İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.10.2014	09.00-10.00 arası	21 °C	BAKTERİ	20 °C	51
					35 °C	119
				MANTAR	20 °C	6
					35 °C	25
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.10.2014	18.00-19.00 arası	23 °C	BAKTERİ	20 °C	64
					35 °C	126
				MANTAR	20 °C	2
					35 °C	0

Tablo 6.8 2014 yılı Kasım Ayı, Davutpaşa İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.11.2014	09.00-10.00 arası	14 °C	BAKTERİ	20 °C	3
					35 °C	4
				MANTAR	20 °C	5
					35 °C	6
DAVUTPAŞA- ESENLER	2.11.2014	18.00-19.00 arası	17 °C	BAKTERİ	20 °C	7
					35 °C	8
				MANTAR	20 °C	9
					35 °C	10

Davutpaşa istasyonunda Nisan- Kasım ayları arasında yapılan örnekleme ve inkübasyon sonrası bakteri ve mantarların koloni sayım sonucu kob/m³ olarak verilmiştir. Eylül ayında, sabah saatlerinde yapılan örnekleme ve analiz sonucu ile bakterilerin fazla ürediği kaydedilmiştir. Örnekleme yapılan gün 02.09.2014 hava sıcaklığı 25⁰C 'dir. 30 dk örnekleme sonucu 35⁰ C de inkübasyona bırakılan bakteriye ait besiyerinde yapılan sayım sonucu 7431 kob / m³ ' tür. Ekim ayında yapılan örnekleme sonucu yapılan mantar besiyerinde 833 kob / m³ koloni sayılmıştır. Hava sıcaklığı 21⁰C ve inkübasyon sıcaklığı 35⁰C ' dir.



Tablo 6.9 2014 yılı Nisan Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.4.2014	09.00-10.00 arası	12 °C	BAKTERİ	20 °C	6
					35 °C	4
				MANTAR	20 °C	4
					35 °C	4
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.4.2014	18.00-19.00 arası	13 °C	BAKTERİ	20 °C	10
					35 °C	16
				MANTAR	20 °C	6
					35 °C	10

Tablo 6.10 2014 yılı Mayıs Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.5.2014	09.00-10.00 arası	19 °C	BAKTERİ	20 °C	37
					35 °C	41
				MANTAR	20 °C	8
					35 °C	4
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.5.2014	18.00-19.00 arası	21 °C	BAKTERİ	20 °C	66
					35 °C	51
				MANTAR	20 °C	6
					35 °C	4

Tablo 6.11 2014 yılı Haziran Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.6.2014	09.00-10.00 arası	25 °C	BAKTERİ	20 °C	222
					35 °C	150
				MANTAR	20 °C	45
					35 °C	27
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.6.2014	18.00-19.00 arası	27 °C	BAKTERİ	20 °C	66
					35 °C	51
				MANTAR	20 °C	33
					35 °C	23

Tablo 6.12 2014 yılı Temmuz Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.7.2014	09.00-10.00 arası	27 °C	BAKTERİ	20 °C	4
					35 °C	10
				MANTAR	20 °C	4
					35 °C	2
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.7.2014	18.00-19.00 arası	30 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	0

Tablo 6.13 2014 yılı Ağustos Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.8.2014	09.00-10.00 arası	27 °C	BAKTERİ	20 °C	6
					35 °C	8
				MANTAR	20 °C	6
					35 °C	2
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.8.2014	18.00-19.00 arası	30 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	0

Tablo 6.14 2014 yılı Eylül Ayı, Başakşehir Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.9.2014	09.00-10.00 arası	24 °C	BAKTERİ	20 °C	4
					35 °C	4
				MANTAR	20 °C	8
					35 °C	2
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.9.2014	18.00-19.00 arası	28 °C	BAKTERİ	20 °C	2
					35 °C	2
				MANTAR	20 °C	2
					35 °C	2

Tablo 6.15 2014 yılı Ekim Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.10.2014	09.00-10.00 arası	19 °C	BAKTERİ	20 °C	21
					35 °C	14
				MANTAR	20 °C	4
					35 °C	27
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.10.2014	18.00-19.00 arası	20 °C	BAKTERİ	20 °C	47
					35 °C	27
				MANTAR	20 °C	2
					35 °C	2

Tablo 6.16 2014 yılı Kasım Ayı, Başakşehir İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.11.2014	09.00-10.00 arası	15 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	2
					35 °C	2
İKİTELLİ- BAŞAKŞEHİR	15.11.2014	18.00-19.00 arası	15 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	286
					35 °C	2

Başakşehir istasyonunda Nisan- Kasım ayları arasında yapılan örnekleme ve inkübasyon sonrası bakteri ve mantarların koloni sayım sonucu kob/m³ olarak verilmiştir. Haziran ayında, sabah saatlerinde yapılan örnekleme ve analiz sonucu ile bakteri ve mantarların fazla ürediği kaydedilmiştir. Örnekleme yapılan gün 15.06.2014 hava sıcaklığı 25 °C 'dir. 30 dk örnekleme sonucu 20 ° C de inkübasyona bırakılan bakteriye ait besiyerinde yapılan sayım sonucu 7500 kob/ m³ ' tür. Aynı gün sabah saatlerinde yapılan mantar besiyerine ait örnekleme ve analiz sonucuna göre 20 ° C inkübasyon sonucu yapılan sayım da 1528 kob/m³ mantar kolonisi tespit edilmiştir.



Tablo 6.17 2014 yılı Nisan Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.4.2014	09.00-10.00 arası	15 °C	BAKTERİ	20 °C	16
					35 °C	23
				MANTAR	20 °C	8
					35 °C	6
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.4.2014	18.00-19.00 arası	17 °C	BAKTERİ	20 °C	21
					35 °C	29
				MANTAR	20 °C	8
					35 °C	8

Tablo 6.18 2014 yılı Mayıs Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örneklemeye ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.5.2014	09.00-10.00 arası	20 °C	BAKTERİ	20 °C	37
					35 °C	47
				MANTAR	20 °C	4
					35 °C	4
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.5.2014	18.00-19.00 arası	23 °C	BAKTERİ	20 °C	19
					35 °C	33
				MANTAR	20 °C	2
					35 °C	2

Tablo 6.19 2014 yılı Haziran Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.6.2014	09.00-10.00 arası	26 °C	BAKTERİ	20 °C	93
					35 °C	115
				MANTAR	20 °C	19
					35 °C	14
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.6.2014	18.00-19.00 arası	29 °C	BAKTERİ	20 °C	35
					35 °C	49
				MANTAR	20 °C	8
					35 °C	6

Tablo 6.20 2014 yılı Temmuz Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.7.2014	09.00-10.00 arası	24 °C	BAKTERİ	20 °C	8
					35 °C	14
				MANTAR	20 °C	4
					35 °C	2
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.7.2014	18.00-19.00 arası	28 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	0

Tablo 6.21 2014 yılı Ağustos Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.8.2014	09.00-10.00 arası	26 °C	BAKTERİ	20 °C	21
					35 °C	31
				MANTAR	20 °C	8
					35 °C	6
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.8.2014	18.00-19.00 arası	29 °C	BAKTERİ	20 °C	19
					35 °C	6
				MANTAR	20 °C	4
					35 °C	6

Tablo 6.22 2014 yılı Eylül Ayı , Bakırköy İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.9.2014	09.00-10.00 arası	21 °C	BAKTERİ	20 °C	49
					35 °C	66
				MANTAR	20 °C	19
					35 °C	14
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.9.2014	18.00-19.00 arası	22 °C	BAKTERİ	20 °C	35
					35 °C	43
				MANTAR	20 °C	16
					35 °C	4

Tablo 6.23 2014 yılı Ekim Ayı, Bakırköy Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.10.2014	09.00-10.00 arası	16 °C	BAKTERİ	20 °C	49
					35 °C	58
				MANTAR	20 °C	19
					35 °C	6
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.10.2014	18.00-19.00 arası	18 °C	BAKTERİ	20 °C	47
					35 °C	49
				MANTAR	20 °C	8
					35 °C	6

Tablo 6.24 2014 yılı Kasım Ayı, Bakırköy İstasyonu Aktif Örnekleme ile analiz sonuçları

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. M-3/dk
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.11.2014	09.00-10.00 arası	9 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	0
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	25.11.2014	18.00-19.00 arası	10 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	2
					35 °C	2

Bakırköy istasyonunda Nisan- Kasım ayları arasında yapılan örnekleme ve inkübasyon sonrası bakteri ve mantarların koloni sayım sonucu kob/m³ olarak verilmiştir. Haziran ayında, sabah saatlerinde yapılan örnekleme ve analiz sonucu ile bakteri ve mantarların üremesinin tüm besiyerinde olduğu gözlemlenmiştir. Örnekleme yapılan gün 25.06.2014 hava sıcaklığı 26⁰C 'dir. 30 dk, sabah yapılan örnekleme sonucu 35⁰ C de inkübasyona bırakılan bakteriye ait besiyerinde yapılan sayımda 3889 kob / m³ koloni tespit edilmiştir. 25.09.2014 tarihinde sabah yapılan örnekleme de hava sıcaklığı 21⁰C, analiz ve inkübasyon sonucu mantar besiyerinde yapılan sayım da 625 kob / m³ koloni tespit edilmiştir. 25.10.2014 tarihinde sabah yapılan örnekleme de hava yağmurlu ve sıcaklık 16⁰ C, analiz ve inkübasyon sonucu mantar besiyerinde yapılan sayım da 625 kob/m³ koloni tespit edilmiştir.

6.2 Belirlenen İstasyonlarda 2015 Yılı Eylül Ayında Yapılan Sedimentasyon Yöntemi ile Bakteri ve Mantar Koloni Sayıları

Başakşehir- İkitelli, Esenler- Davutpaşa, Fatih- Aksaray, Bakırköy-İncirli istasyonlarında toplam canlı ve mantar koloni miktarları Tablo 6.25 ve 6.28 de verilmiştir.

Tablo 6.25 2015 Eylül Ayı, Davutpaşa- Esenler İstasyonu Sedimentasyon Yöntemi ile Koloni

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. m ² /dk
ESENLER- DAVUTPAŞA	7.9.2015	15.00-16.00 arası	25 °C	BAKTERİ	20 °C	125
					35 °C	94
				MANTAR	20 °C	188
					35 °C	438
ESENLER- DAVUTPAŞA	17.9.2015	16.00-17.00 arası	26 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	0

ESENLER- DAVUTPAŞA	21.9.2015	11.00-12.00 arası	25 °C	BAKTERİ	20 °C	125
					35 °C	94
				MANTAR	20 °C	188
					35 °C	438
ESENLER- DAVUTPAŞA	29.9.2015	11.00-12.00 arası	21 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	1125
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	250

Tablo 6.26 2015 Eylül Ayı, Bakırköy İstasyonu Sedimentasyon Yöntemi ile Koloni Sayımı

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. m ⁻² /dk
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	21.9.2015	13.00-14.00 arası	26 °C	BAKTERİ	20 °C	63
					35 °C	250
				MANTAR	20 °C	438
					35 °C	625
BAKIRKÖY- İNCİRLİ	23.9.2015	11.00-12.00 arası	25 °C	BAKTERİ	20 °C	3000
					35 °C	9250
				MANTAR	20 °C	750
					35 °C	250

BAKIRKÖY- İNCİRLİ	30.9.2015	19.00-20.00 arası	15 °C	BAKTERİ	20 °C	250
					35 °C	3000
				MANTAR	20 °C	438
					35 °C	125

Tablo 6.27 2015 Eylül Ayı, Başakşehir İstasyonu Sedimentasyon Yöntemi ile Koloni Sayımı

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. m ² /dk
BAŞAKŞEHİR- İKİTELLİ	13.9.2015	15.00-16.00 arası	25 °C	BAKTERİ	20 °C	2563
					35 °C	1938

				MANTAR	20 °C	250
					35 °C	250
BAŞAKŞEHİR- İKİTELLİ	16.9.2015	16.00-17.00 arası	25 °C	BAKTERİ	20 °C	313
					35 °C	1063
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	63
BAŞAKŞEHİR- İKİTELLİ	17.9.2015	15.00-16.00 arası	27 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	1063
				MANTAR	20 °C	0
					35 °C	0
BAŞAKŞEHİR- İKİTELLİ	21.9.2015	14.00-15.00 arası	26 °C	BAKTERİ	20 °C	125
					35 °C	250

				MANTAR	20 °C	750
					35 °C	156
BAŞAKŞEHİR- İKİTELLİ	23.9.2015	12.00-13.00 arası	23 °C	BAKTERİ	20 °C	0
					35 °C	0
				MANTAR	20 °C	438
					35 °C	313
BAŞAKŞEHİR- İKİTELLİ	30.9.2015	17.00-18.00 arası	16 °C	BAKTERİ	20 °C	250
					35 °C	188
				MANTAR	20 °C	313
					35 °C	63

Tablo 6.28 2015 Eylül Ayı, Fatih İstasyonu Sedimentasyon Yöntemi ile Koloni Sayımı

İSTASYON	NUMUNE ALMA TARİHLERİ	NUMUNE ALMA ZAMANI	HAVA SICAKLIĞI	HAVA KİRLETİCİLERİ	İNKÜBASYON SICAKLIĞI	TOPLAM KOLONİ SAYISI kob. m ⁻² /dk
FATİH- AKSARAY	16.9.2015	18.00-19.00 arası	24 °C	BAKTERİ	20 °C	125
					35 °C	313
				MANTAR	20 °C	250
					35 °C	31
FATİH- AKSARAY	21.9.2015	11.00-12.00 arası	24 °C	BAKTERİ	20 °C	125
					35 °C	313
				MANTAR	20 °C	250
					35 °C	31

Sedimentasyon yöntemi ile yapılan örnekleme sonucunda tüm istasyonlarda Eylül ayı içerisinde koloni sayımı gerçekleştirilmiştir. Toplam canlı için en yüksek değer 23.09.2015 tarihinde Bakırköy istasyonunda öğleden önce alınan örnekler için kaydedilmiştir.

Mantar için 21.09.2015 tarihinde öğleden önce hava sıcaklığının 25 °C olduğu, esenler istasyonundan alınan örnekler için kaydedilmiştir.

Toplam canlı koloni sayımında en yüksek değer 9250 kob / m², mantar koloni sayımında en yüksek değer ise 875 kob / m² 'dir.

6.3 Başakşehir İstasyonunda Düşey Yönde Yapılan Pasif (Sedimentasyon) Örnekleme Yöntemi ile Bakteri ve Mantar Koloni Sayıları

Yerden yükseldikçe mikroroganizma yoğunluğunda değişimler olup olmadığı belirlemek için Başakşehir istasyonunda örnekleme alanına yakın faaliyet gösteren yüksek katlı binaların balkonlarında 2012 yılında ölçümler yapılarak analiz edilmiştir. Bu ölçümlerde pasif örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Ve sadece 20°C da inkubasyon gerçekleştirilmiştir. İnkübasyonda; Toplam bakteri sayımı için SPCA: Standart Plate Count Agar, Mantar Sayımı için MEA : Malt Extract Agar ve DRBC: Dichloran Rose Bengal Chloromphenical Agar (Mantar Sayımı, sınırlayıcı besiyeri) kullanılmıştır.

Tablo 6.29 Başakşehir istasyonunda düşey yönde yapılan pasif örnekleme yöntemi ile bakteri ve mantar koloni sayıları (16 °C)

Örnekleme Yüksekliği (Kat olarak)	Numune Alma Tarihi	Numune Alma Saati	Numune Alma Sıcaklığı	Bakteri Sayısı (SPCA)	Mantar Sayısı (MEA)	Mantar Sayısı (DRBC) Kob/m ²
Zemin	21.01.2023	13.30	16°C	54	37	12
3.Kat	21.01.2023	13.30	16°C	34	55	20
7.Kat	21.01.2023	13.30	16°C	17	7	10
10.Kat	21.01.2023	13.30	16°C	7	6	3

Tablo 6.30 Başakşehir istasyonunda düşey yönde yapılan pasif örnekleme yöntemi ile bakteri ve mantar koloni sayıları (19 °C)

Örnekleme Yüksekliği (Kat olarak)	Numune Alma Tarihi	Numune Alma Saati	Numune Alma Sıcaklığı	Bakteri Sayısı (SPCA)	Mantar Sayısı (MEA)	Mantar Sayısı (DRBC)
Zemin	17.02.2023	14.15	19°C	65	50	21
3.Kat	17.02.2023	14.15	19°C	41	39	18
7.Kat	17.02.2023	14.15	19°C	14	23	13
10.Kat	17.02.2023	14.15	19°C	11	7	5

Tablo 6.31 Başakşehir istasyonunda düşey yönde yapılan pasif örnekleme yöntemi ile bakteri ve mantar koloni sayıları (22 °C)

Örnekleme Yüksekliği (Kat olarak)	Numune Alma Tarihi	Numune Alma Saati	Numune Alma Sıcaklığı	Bakteri Sayısı (SPCA)	Mantar Sayısı (MEA)	Mantar Sayısı (DRBC)
Zemin	14.04.2023	14.00	22°C	72	64	36
3.Kat	14.04.2023	14.00	22°C	48	42	23
7.Kat	14.04.2023	14.00	22°C	27	24	15
10.Kat	14.04.2023	14.00	22°C	13	1	9

Tablolar incelendiğinde yer seviyesinden yükseldikçe atmosferde bulunan mikroorganizma sayısının azaldığı görülmektedir. Ancak araştırma kapsamında sürdürülen ve tezde sunulmayan bazı analizlerde üst katlarda yapılan ölçümlerde bazan yer seviyesinden fazla mikroroganizma tespit edilmiştir. Tespit edilen bu mikroorganizma sayılarının ölçüm yapılan balkon kapılarının açık bırakılması sonucu iç ortamdan kontaminasyona yolu ile oluşacağı şeklinde değerlendirilmektedir. Hava sıcaklığı arttıkça da havadaki mikroorganizma sayısında artış olduğu tespit edilmiştir.

6.4 Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Havada bulunan mikroroganizmaların insan ve ekosistem sağlığı açısından limit değerlerin belirlenmesi konusunda ACGIH konferansında (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) havada bulunan kabul edilebilir biyoaerosol düzeyinin 100 CFU/m³ olarak kabul edilmesi önerilmiş ancak bu sınır değer 1999 yılında kaldırılmıştır. Kanada Hükümeti havada bulunan biyoaerosol düzeyinin 500 CFU/m³ üzerinde olmasını kabul edilmez seviye olarak belirlemiştir. NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health Administration) sağlık sorunlarına sebep olabilecek üst limit değer olarak toplam biyoaerosol miktarını 1000 CFU/m³ olarak belirlemiştir (Menteşe ve Güllü, 2006).

Araştırmamız esnasında yapılan analizlerin çoğunda üreme olduğu, mikroorganizma üremesinin mevsim ve istasyonlara bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. Aktif örnekleme ile yapılan ölçümlerde en yüksek toplam bakteri 126 kob.m⁻³/dk koloni ile, mantarlarda ise 25 kob.m⁻³/dk koloni ile Ekim ayında yapılan ekimlerde gözlenmiştir. Geniş açıdan bakıldığında en yüksek biyoaerosol miktarının yaz ve sonbahar aylarında olduğu tespit edilmiştir. Bu durum optimum sıcaklık, yağış (nem) ve rüzgâr hızıyla ilişkilendirilerek açıklanabilir. Bizim araştırmamız bu konuda İmalı ve arkadaşları tarafından 2011 yılında yapılmış bir çalışma ile benzerlik göstermektedir (İmalı ve ark., 2011). Literatürde yer alan başka bir araştırmada, rüzgâr hızının düşük, ortalama sıcaklığın yüksek düzeyde olduğu zamanlarda mantar konsantrasyonunun arttığı ve buna ters yönde etki olarak; aylık ortalama bağıl nem ve aylık toplam yağış miktarının aşırı olduğu zamanlarda mantar konsantrasyonunun güçlü şekilde azalttığı saptanmıştır (Çeter ve Pınar, 2009). Bir başka çalışmada ise, toplam bakteri konsantrasyonunun sıcaklık, nem, rüzgar hızı, güneş radyasyon şiddeti ve basınçla değiştiği belirtilmiştir (Menteşe ve ark., 2009a).

Kasım ayında nem oranı ve yağış miktarı yüksek olmasına karşılık sıcaklığın düşmesi sonucu mikroorganizma sayısının belirgin olarak azaldığı görülmüştür. Söz konusu aylardaki sonuçlarımız başka araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermektedir (Bıçakcı ve ark., 2001; Aglhara, 2017). Literatür incelendiğinde, yapılan çalışmalar neticesinde mevsim faktörünün iç ve dış ortam havasını etkileyen çok önemli bir faktör olduğu belirlenmiş ve bizim çalışmamızla da örtüştüğü görülmüştür (Sibel Menteşe ve ark., 2009). Seferihisar, İzmir’de 2004-2005 yılları arasında yapılan bir çalışmada, iç ve dış ortamdaki en yüksek mantar kolonisinin ekim ve kasım aylarında olduğu görülmüştür.

En düşük mantar kolonisi ise iç ortamda Haziran ve Temmuz ayında, dış ortamda ise Şubat ve Mart ayında gözlenmiştir. Bu çalışmada, sıcaklık ve nemin iç ve dış ortamda mantar miktarlarını önemli derecede etkilediği görülmüştür (Haliki-Uztan ve ark., 2009). Bu sonuçların bizim araştırmamız ile de uyumlu olduğu görülmektedir.

Nisan ve Mayıs ayında, atmosferdeki mikroorganizma sayısının azalmaya başladığı gözlenmiştir. Bu azalmanın, ilgili aylardaki yağış miktarındaki artışa rağmen; artan ısı ve buna ters orantılı azalan nispi neme bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu durum; yağın yağmurların havadaki mikroorganizmaları yeryüzeyine taşıyarak azalttığı, yağış miktarlarının artmasının fungusların üremesi için sınırlayıcı etki ettiği şeklinde yorumlanmıştır.

Optimum koşulların oluşması coğrafik şartlara ve iklime göre değişiklik gösterebilir. Yapılan bir çalışmada yağmuru takip eden yağmursuz günlerde spor miktarını arttırdığı bildirilmiştir. Bu çalışmada yağmuru takip eden günlerde sıcaklık ve rüzgâr hızı artışının ve özellikle de sıcaklığın 15°C'nin üstüne çıkmasının spor miktarını arttırdığını belirlemiştir (Bıçakcı vd., 2001). Adana'da (2006 - 2007) yapılan bir çalışmada Mayıs ayında *Cladosporium* ve *Alternaria* konsantrasyonlarının maksimuma ulaştığı, maksimum seviyelere ulaştıkları optimum sıcaklığın 15-25°C ve nemin ise %60-70 civarı olduğunu belirtilmiştir (Yükselen ve ark., 2013) yaptığı bir çalışmada dış ortamdaki bakteri seviyesini bizim elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde yaz mevsiminde kış mevsimine göre daha yüksek olduğu ve maksimum düzeye yaz sonunda ulaştığı bulunmuştur. Düzce'de 2006-2007 yılları arasında bir yıl süreyle polen ve spor dağılımlarını incelemek için yapılan bir çalışmada, mantar sporlarının Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında artış gösterdiği belirtilmiş, toplam spor miktarı ile maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık arasında kuvvetli pozitif ilişki saptanmıştır (Serbes ve Kaplan, 2014). Literatürde yapılan başka çalışmalarda da, dış ortamdaki bakteri ve mantar konsantrasyonunun yaz aylarında, kışa oranla daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. (Pastuszka ve ark., 2000; Medrela-Kuder,2003).

Araştırmamız kapsamında 2014 yılında Davutpaşa istasyonunda Nisan- Kasım ayları arasında yapılan örneklemelerde Eylül ayında bakteriye düzeyi 7431 kob / m³ olarak bulunmuştur. Ekim ayında yapılan örnekleme sonucu yapılan mantar besiyerinde 833 kob / m³ koloni sayılarla 500 CFU/m³'ü aştığı görülmüştür. Başakşehir istasyonunda Nisan-Kasım ayları arasında yapılan örnekleme ve inkübasyon sonrası Haziran ayında, sabah

saatlerinde yapılan 30 dk örnekleme sonucu 20 °C de inkübasyona bırakılan bakteriye ait besiyerinde yapılan sayım sonucu 7500 kob/ m³ mikroorganizma tespit edilmiştir. Mantar sayısını belirlemek için yapılan analizler ile inkübasyon sonucu yapılan sayımda 1528 kob/m³ mantar kolonisi tespit edilmiştir. Sonuçların 1000 CFU/m³'ü aştığı görülmektedir. Bakırköy istasyonunda Nisan- Kasım ayları arasında yapılan örnekleme ve inkübasyon sonrası Haziran ayında inkübasyona bırakılan bakteriye ait besiyerinde yapılan sayımda 3889 kob / m³ koloni tespit edilmiştir. 1000 CFU/m³'ü aştığı görülmektedir. Eylül ve Ekim ayında yapılan inkübasyon sonucu mantar besiyerinde yapılan sayım da 625 kob / m³ koloni tespit edilmiştir. 500 CFU/m³'ü aştığı görülmüştür.

2015 Eylül ayında Esenler istasyonundan alınan örnekler için toplam canlı koloni sayımında en yüksek değer 9250 kob / m³, mantar koloni sayımında en yüksek değer ise 875 kob / m³'dir. Bu ölçümlerle elde edilen mikroorganizma (biyoaerosol) sayısı limit değerlerin üzerindedir.

Bu çalışma kapsamında İstanbul atmosferi dış ortam havasında tespit edilen mikroorganizma (biyoaerosol) sayısının zaman zaman NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health Administration) standartları ışığında sağlık sorunlarına sebep olabilecek üst limit olan 1000 CFU/m³'ü aştığı tespit edilmiştir. Bu durumun İstanbul'un büyük şehir kavramını aşarak Metropol şehir haline gelerek insan ve sanayi yoğunluğunun fazla olması, yeşil alan miktarının az olması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu sorunun ülke nüfusunun İstanbul'a kümelenmesi mantığı ile çözülemeyeceği düşünülmektedir.

Öneriler:

İstanbul'un Bakırköy, Başakşehir ve Esenler ilçelerinde dış ortam havasından Nisan 2014- Kasım 2014 arası aktif, Eylül 2015 tarihinde pasif örnekleme yapılmıştır. Aktif örnekleme bir vakum pompası kullanılarak izotonik sıvı ortama (%0,9'lık steril tuzlu su) havadaki mikroplar alınmıştır. Pasif (sedimentasyon) yöntemindeki örnekleme ise, hazır besiyerlerinin bulunduğu petri kutularının kapakları açılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Alınan bu örnekler uygun şartlarda laboratuvara getirilerek deneysel çalışmalar yapılmıştır. Toplam bakteri için "Standart TTC", Küf (mantar) tayini için ise "WORT Agar" besiyerleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toplam bakteri ve mantar- küf tayini için 328 adet petri plağı kullanılmış, bu plaklarda 4135 koloni aktif

örnekleme yöntemiyle, sedimentasyon yöntemiyle ise 33291 koloni sayılmıştır. Aktif örnekleme sonucunda en fazla bakteri miktarı, 15.06.2014 tarih 09.00-10.00 saatleri arasında, 20 °C inkübasyon sıcaklığında, Başakşehir istasyonunda 222 kob.m⁻³/ dk, en fazla mantar miktarı 15.11.2014 tarih 18.00-19.00 saatleri arasında 20 °C inkübasyon sıcaklığında, Başakşehir istasyonunda 286 kob.m⁻³/ dk olarak kaydedilmiştir. Pasif örnekleme sonucunda en fazla bakteri miktarı, 35 °C inkübasyon sıcaklığında, Bakırköy istasyonunda 23.09.2015 tarih 11.00-12.00 saatleri arasında 9250 kob/ m² 'dk, en fazla mantar miktarı 20 °C inkübasyon sıcaklığında, Başakşehir istasyonunda 23.09.2015 tarih 12.00-13.00 saatleri arasında ve Bakırköy istasyonunda 30.09.2015 tarih 19.00-20.00 saatleri arasında 438 kob/ m².dk olarak kaydedilmiştir.

Bu tez çalışmasında İstanbul ilinde İkitelli-Başakşehir, Esenler-Davutpaşa, Bakırköy-İncirli ilçelerinde aylık, mevsimsel olarak yapılan aktif ve sedimentasyon örnekleme yöntemleriyle dış ortam havasının mikrobiyal florası ölçülmüştür. Eldeki imkanlar çerçevesinde yapılan bu çalışma her ne kadar İstanbul'un önemli bazı ilçelerini kapsamış ve bakteri, mantar-küf tayini yapılmış olsa da daha büyük bütçeler ve imkanlar ile İstanbul'un diğer ilçeleri ve daha uzun zaman aralıklarında mikrobiyal kirlilik (biyoaerosol) taramaları yapılabilir. Bu tez çalışmasında elde edilen verilerin literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İmkanların daha geniş ölçekli olması halinde tespit edilen mikroorganizmaların PCR'da tür analizleri yapılarak mikrobiyal çeşitlilik hakkında daha fazla bilgi sahibi olunabilir. Ayrıca bu tez çalışmasında elde edilen verilerin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile paylaşıldığı takdirde gelecekte bu konu hakkında çalışma yapacak olan akademisyenlere ışık tutacağı kanaatindeyiz.

- Adedeji, O. H., Oluwafunmilayo, O., & Oluwaseun, T. A. O. (2016). Mapping of traffic-related air pollution using GIS techniques in Ijebu-Ode, Nigeria. *The Indonesian Journal of Geography*, 48(1), 73.
- Agathokleous, E., Feng, Z., Oksanen, E., Sicard, P., Wang, Q., Saitanis, C. J., ... vd. (2020). Ozone affects plant, insect, and soil microbial communities: a threat to terrestrial ecosystems and biodiversity. *Science Advances*, 6(47), eabb1430.
- Aghlara, E., (2017). İç Ve Dış Ortamlarda Biyoaerosol Seviyeleri Ve Kaynaklarının Tespiti [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü].
- Ahmad, S. S., & Aziz, N. (2013). Spatial and temporal analysis of ground level ozone and nitrogen dioxide concentration across the twin cities of Pakistan. *Environmental monitoring and assessment*, 185(4), 3133-3147.
- Ajoudanifar, H., Hedayati, M. T., Mayahi, S., Khosravi, A., & Mousavi, B. (2011). Volumetric Assessment of Airborne Indoor and Outdoor Fungi at Poultry and Cattle Houses in the Mazandaran Province, Iran. *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 62(3), 243–248.
- Aspergillus Website. Erişim tarihi: [03.04.2023]. URL: <https://www.aspergillus.org.uk/>
- Ataygul, E., Celenk, S., Canitez, Y., Bicakci, A., Malyer, H., & Sapan, N. (2007). Allergenic Fungal Spore Concentrations in the Atmosphere of Bursa, Turkey. *J. Biol. Environ. Sci.*, 1(2), 73-79.
- Atımtay, A. T., Emri, S., Bağcı, T., & Demir, A. U. (2000). Urban CO exposure and its health effects on traffic policemen in Ankara. *Environmental Research*, 82, 222-230.
- Aziza, A.A., Lee, K., Park, B., Park, H., Park, K., Choi, I.G., Chang, I.S. (2018). Comparative study of the airborne microbial communities and their functional composition in fine particulate matter (PM2.5) under non-extreme and extreme PM2.5 conditions. *Atmospheric Environment*, 194, 82-92.
- Bayat, B. (2011). Hava kirliliği ve kontrolü. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, (135), 55-59.
- Beyribey, B., Altın, Z., Çorbacıoğlu, B., & Erturan, S. (2008). Hidrojen Sülfür Giderim Yöntemleri Ve Çevre Açısından Değerlendirilmesi. *Hava Kirliliği Ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-2008*, 22-25 Ekim 2008, Hatay.
- Bratcher, D. F. (2015). Other Coryneform Bacteria and Rhodococci. In Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases (Eighth Edition), Volume 2, 2373-2382.e4
- Bray, C. D., Battye, W. H., Aneja, V. P., & Schlesinger, W. H. (2021). Global emissions of NH3, NOx, and N2O from biomass burning and the impact of climate change. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 71, 102–114.
- Brooks, J.P., Gerba, C. (2014). Bioaerosol Contamination of Produce: Potential Issues from an Unexplored Contaminant Route. In *The Produce Contamination Problem (Second Edition): Causes and Solutions*, 107-121.

- Cadet, J.L., & Bolla, K.I. (2007). Environmental Toxins And Disorders Of The Nervous System. In *Neurology And Clinical Neuroscience* (pp. 1477-1488). Elsevier.
- Cantium Scientific. Erişim tarihi: [05.04.2023]. Bioaerosols [Online]. URL: <https://www.cantiumscientific.com/bioaerosols/>
- Cheremisinoff, N. P., & Rosenfeld, P.E. (2010). Sources of air emissions from pulp and paper mills. In *Handbook of Pollution Prevention and Cleaner Production: Best Practices in the Wood and Paper Industries* (pp. 179-259). William Andrew.
- Cox, C. S., & Wathes, C. M. (1995). *Bioaerosols Handbook* (pp. 618-623). CRC Press.
- Çeter T., Pınar N.M., 2009. 2003 yılında Ankara Atmosferi Mantar Sporları Konsantrasyonu ve Meteorolojik Faktörlerin Etkisi. *Microbiyal Bul.*, 43: 627-638.
- Demir, T. (2022). Bir Sanayi Kentinde 2016-2020 Yılları Hava Kirliliği Düzeylerinin Solunum Yolları Hastalıkları Nedenli Hastane Başvurularına Etkisinin Çapraz Vaka Kontrol Çalışma Dizaynı İle İncelenmesi [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi].
- Douwes, J., Thorne, P., Pearce, N., & Heederik, D. (2003). Bioaerosol Health Effects and Exposure Assessment: Progress and Prospects. *Annals of Occupational Hygiene*, 3, 187-200.
- Du, X., & Varde, A. S. (2016). Mining PM2.5 and traffic conditions for air quality. In *7th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)* (pp. 33-38). IEEE.
- Elkoca, E. (2003). Hava Kirliliği ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(4), 367-374.
- Endüstriyel kirliliği azaltma zorluğu- Avrupa Çevre Ajansı [İnternet]. (Erişim tarihi: 07 Nisan 2022). Erişim adresi: <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/aca-isaretler2020/articles/endustriyel-kirliligi-azaltma-zorlugu>
- Energy Education. (tarih yok). Peroxyacyl Nitrate. Erişim tarihi: [03.04.2023], Kaynak: Energy Education web sitesi, [URL: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Peroxyacyl_nitrate]
- Environmental Protection Agency (EPA). Ecosystem Effects of Ozone Pollution. Erişim tarihi: [03.04.2023], Kaynak: EPA web sitesi, [URL: <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ecosystem-effects-ozone-pollution>]
- EPA. (1998). Latest Findings on National Air Quality: 1997 Status and Trends. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, Washington, D.C.
- Faraji, A., & Rahimi, N. (2022). Analyzing temporal-spatial distribution of CO pollutants during COVID-19 epidemic (case study: Khuzestan Province, Isfahan, Tehran). *Geography and Environmental Sustainability*, 12, 95–108.
- Feng, Z., De Marco, A., Anav, A., Gualtieri, M., Sicard, P., Tian, H., Fornasier, F., vd. (2019). Economic losses due to ozone impacts on human health, forest productivity and crop yield across China. *Environment International*, 131, 104966.
- Fingas, M. (2017). In Situ Burning: An Update. In *Oil Spill Science and Technology* (Second Edition) (pp. 483-676). Gulf Professional Publishing.

Fossil Fuels | EESI [Internet]. (Erişim tarihi: 03 Mayıs 2022). Erişim adresi: <https://www.eesi.org/topics/fossil-fuels/description>

Fung, F., & Hughson, W. G. (2003). Health Effects of Indoor Fungal Bioaerosol Exposure. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 18, 535-544.

Garcia, E.B., Hanlon, R., Makris, M.R., Powers, C.W., Sanchez, C. J., Karatum, O., Marr, L.C., Sands, D.C., Schmale III, D.G. (2019). Microbial diversity of individual raindrops collected from simulated and natural precipitation events. *Atmospheric Environment*, 209, 102-111.

Gelişken, R., & Korkmaz Güvenmez, H. (2008). Adana’da Ev İi (Indoor) Alerjik Mantarların İzolasyonu ve Tanımlanması. Yüksek Lisans Tezi, ukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Cilt: 19-2.

Gerpen, J.V. (2010). Basics of Diesel Engines and Diesel Fuels. In *The Biodiesel Handbook* (Second Edition) (pp. 21-30). AOCS Press.

Glass, D. C. (1990). *Ann. Occup. Hyg.* 1990, 34, 323–327.

Gurjar, B. R., & Ojha, C. S. P. (2016). Special issue on hazardous and toxic pollutants in the air.

Gurjar, B. R., Molina, L. T., & Ojha, C. S. P. (Eds.). (2010). *Air pollution: health and environmental impacts*. CRC Press.

Gülen, F. (2013). Çocukluk ağı solunum yolu enfeksiyonlarında etken virüslerin mevsimsel dağılımının 10 yıllık geriye dönük değeriendirmesi.

Güler, ., & obanoğlu, Z. (1994). Kapalı Ortam Hava Kirlenmesi. evre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No:9, Ankara, 44.

Güllü, G., & Menteşe, S. (2007). İç ortam havasında biyoaerosol düzeyleri. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi/TESKON, İzmir, 359-365.

Haas, D., Habib, J., Luxner, J., Galler, H., Zarfel, G., Schlacher, R., ... & Reinthaler, F. F. (2014). Comparison of Background Levels of Culturable Fungal Spore Concentrations in Indoor and Outdoor Air in Southeastern Austria. *Atmospheric Environment*, 98, 640-647.

Haliki-Uztan, A., Ateş, M., Abacı, A., Gülbahar, O., Erdem, N., ifti, Ö., ... & Boyacıoğlu, H. (2009). Determination of potential allergenic fungal flora and its clinical reflection in suburban elementary schools in İzmir. *Environmental Monitoring and Assessment*, 168(1-4), 691-702.

Han, X., & Naeher, L. P. (2006). A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environment International*, 32, 106-120.

He, K., Song, Q., Yan, Z., Zheng, N., & Yao, Q. (2019). Study on competitive absorption of SO₃ and SO₂ by calcium hydroxide. *Fuel*, 242, 355-361

Heinsohn, R. J., & Kabel, R. L. (1999). *Sources and Control of Air Pollution*. Prentice Hall.

Hu, D., Wang-Li, L., Simmons III, O. D., Classen, J. J., Osborne, J. A., & Byfield, G. E. (2014). Bioaerosol concentrations and emissions from tunnel-ventilated.

- Humphreys, H. (2012). Staphylococcus: Skin infections; osteomyelitis; bloodstream infection; food poisoning; foreign body infections; MRSA. In *Medical Microbiology* (Eighteenth Edition), 176-182.
- Kalogerakis, N., Paschali, D., Gotti, A., Sakellari, A., & Makris, D. P. (2005). Human Exposure to Pollutants via Dermal Absorption and Inhalation.
- Kalyoncu, F., & Ekmekçi, S. (2008). Culturable airborne fungi in outdoor environments in Manisa, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(7), 844-848.
- Kardeşoğlu E., Yalçın M., Işlak Z., (2011). Hava kirliliği ve kardiyovasküler sistem. *TAF Preventive Medicine Bulletin* 10, 97-106.
- Karpuzcu, M. (2004). Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. *Kubbealtı Neşriyat, İstanbul*, 168-185.
- Kelen, F. (2014). Motorlu Taşıt Emisyonlarının İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerine Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(1-2), 80-87.
- Kim, K.H., Kabir, E., Jahan, S.A. (2018). Airborne bioaerosols and their impact on human health. *Journal of Environmental Sciences*, 67, 23-35.
- Kudal, S. (2009). Hava Kirliliğinin Çevresel Ve Mekansal Modellenmesi, Analizi Ve Tematik Haritalarla Görselleştirilmesi [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Müh, İstanbul].
- Kuzey İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü [İnternet]. (Erişim tarihi: 07 Nisan 2022). Erişim adresi: <https://kiathm.csb.gov.tr/hava-kirliligi-kaynaklari-ve-havakirliligi-boyutlari-i-88646>
- Li, M. H., Fan, L. C., Mao, B., Yang, J. W., Choi, A. M., Cao, W. J., & Xu, J. F. (2016). Short-term exposure to ambient fine particulate matter increases hospitalizations and mortality in COPD: a systematic review and meta-analysis. *Chest*, 149(2), 447-458.
- Liang, C. S., Yeh, T. Y., & Lin, W. Y. (2015). Source apportionment of submicron particle size distribution and PM_{2.5} composition during an Asian dust storm period in two urban atmospheres.
- Lu, J., Zhou, Z., Zhang, H., & Yang, Z. (2019). Influenced factors study and evaluation for SO₂/SO₃ conversion rate in SCR process. *Fuel*, 245, 528-533.
- Mandal, J., & Brandl, H. (2011). Bioaerosols in indoor environment: A review with special reference to residential and occupational locations. *The Open Environmental & Biological Monitoring Journal*.
- Medrela-Kuder E., 2003. Seasonal Variations in the Occurrence of Culturable Airborne Fungi in Outdoor and Indoor Air in Cracow. *International Biodeterioration & Biodegradation* 52: 203–205.
- Menteşe, S., & Güllü, G. (2006). İç ortam biyolojik kirliliğin mekansal değişimi ve dış ortamın etkisi.
- Menteşe, S., & YousefiRad, A. (2012). İç ortam biyolojik kirliliğin mekansal değişimi ve dış ortamın etkisi.
- Menteşe, S., Rad, A., Arisoy, M., & Gullu, G. (2009). Spatial Variation of Bioaerosol Levels in the Urban Atmosphere of Ankara. *Ekoloji*, 19, 21-28.

- Mycology Webpages. Erişim tarihi: [03.04.2023]. Penicillium [Online]. URL: <http://website.nbm-mnb.ca/mycologywebpages/Moulds/Penicillium.html>
- Nuhoğlu, Y. (2022). Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri Ders Notları. YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ökten, S. S., Asan, A., Tungan, Y., & Tür, M. (2005). Airborne fungal concentrations in east patch of Edirne City (Turkey) in autumn using two sampling methods. *Trakya University Journal of Science*, 6(1), 97-106.
- Palaz, E., Menteşe, S., Bayram, A., Kara, M., & Elbir, T. (2022). Farklı inkübasyon koşullarının ve kültür ortamlarının havadaki bakteri ve mantar düzeyine etkisi. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 1-8.
- Pastuszka, J. S., Górny, R. L., Wlazło, A., & Dutkiewicz, J. (2013). Spectrum and concentration of culturable fungi in house dust from flats in Warsaw, Poland.
- Pearson, J.K. (2001). Improving Air Quality Progress And Challenges For The Auto Industry. SAE International.
- Pelczar, M.J., Reid, R.D. (1965). Microbiology, Second Edition. Kogakuscha Company Ltd., Tokyo.
- Premila, A. (2013). Airborne fungal Diversity of Residential Dwellings in Imphal, Manipur, India. ISSN (Online): 2319-6718.
- Qian, Y., Willeke, K., Ulevicius, V., Grinshpun, S.A., Donnelly, J. (1995). Dynamic size spectrometry of airborne microorganisms: Laboratory evaluation and calibration. *Atmospheric Environment*, 29(10), 1123-1129.
- Qureshi, F. (2015). Peroxyacetyl Nitrates: Ozone in the cooling PAN. University of Colorado Boulder. Erişim tarihi: 26 Eylül 2015. <http://atoc.colorado.edu/~toohey/PAN.pdf>
- Rhizopus. Erişim tarihi: [03.04.2023]. In Britannica [Online]. URL: <https://www.britannica.com/science/Rhizopus>
- Sautour, M., Sixt, N., Dalle, F., L'ollivier, C., Fourquenot, V., Calmon, C., ... & Caillot, D. (2009). Profiles and Seasonal Distribution of Airborne Fungi in Indoor and Outdoor Environments at a French Hospital. *Sci Total Environ*, 407(12), 3766-3771.
- Schlosser, O., Robert, S., & Debeaupuis, C. (2016). Aspergillus fumigates and mesophilic moulds in air in the surrounding environment downwind of nonhazardous waste landfill sites.
- Schroeder E., & Wuertz S. (2003). Bacteria. In *Handbook of Water and Wastewater Microbiology*, 57-68.
- Shen, J., Zheng, C., Xu, L., Zhang, Y., Zhang, Y., Liu, S., & Gao, X. (2019). Atmospheric emission inventory of SO₃ from coal-fired power plants in China in the period 2009-2014. *Atmospheric Environment*, 197, 14-21.
- Sibel Menteşe, Abbas YousefiRad, Münevver Arısoy, Gülen Güllü, İç ortam biyolojik kirliliğin mekansal değişimi ve dış ortamın etkisi, **2009**.
- Sicard, P., Augustaitis, A., Belyazid, S., Calfapietra, C., De Marco, A., Fenn, M., ... vd. (2016). Global topics and novel approaches in the study of air pollution, climate change and forest ecosystems. *Environmental Pollution*, 213, 977-987.

- Sicard, P., De Marco, A., Dalstein-Richier, L., Tagliaferro, F., & Paoletti, E. (2016). An epidemiological assessment of stomatal ozone flux-based critical levels for visible ozone injury in Southern European forests. *Science of The Total Environment*, 541, 729-741.
- Sicard, P., Paoletti, E., Agathokleous, E., Araminiene, V., Proietti, C., Coulibaly, F., De Marco, A., et al. (2020). Ozone weekend effect in cities: Deep insights for urban air pollution control. *Environmental Research*, 191, 110193.
- Sicard, P., Serra, R., & Rossello, P. (2016). Spatio-temporal trends of surface ozone concentrations and metrics in France. *Environmental Research*, 149, 122-144.
- Simmons, J., Gibson, S. (2012). Chapter 2 - Bacterial and Mycotic Diseases of Nonhuman Primates. In *Nonhuman Primates in Biomedical Research (Second Edition)*, 105-172.
- Singh H.B. (2015). Tropospheric Chemistry And Composition | Peroxyacetyl Nitrate. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Encyclopedia of Atmospheric Sciences (Second Edition)*, 251-254.
- Smit, H.G.J. (2015). Sulfur Dioxide. In *Encyclopedia of Atmospheric Sciences (2nd ed.)* (pp. 372-378). Elsevier.
- Soleimani, Z., Goudarzi, G., Sorooshian, A., Marzouni, M. B., Maleki, F. H. (2016). Impact of Middle Eastern dust storms on indoor and outdoor composition of bioaerosol. *Atmospheric Environment*, 138, 135-143.
- Spendlove, J.C. (1957). *Publ. Health. Rep.* 73: 176. London.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2004). *Bacillus cereus enfeksiyonu, Gıda kökenli Bacillus cereus zehirlenmesi, ICD-10 A05.4.*
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2015). *Ulusal Mikrobiyoloji standartları (UMS), Neisseria meningitidis Enfeksiyonlarının Mikrobiyolojik Tanısı.*
- Tatlıdil, S., Bıçakçı, A., Akkaya, A., & Malyer, H. (2001). Burdur Atmosferindeki Allerjen *Cladosporium* Sp. ve *Altenaria* Sp. Sporları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 8, 1-3.
- Termik Santrallerin Çevresel Etkileri [İnternet]. (Erişim tarihi: 07 Nisan 2022). Erişim adresi: <https://www.ttb.org.tr/eweb/yatagan/2.html>
- Trivedy, R. K., & Goel, P. K. (2010). *An introduction to air pollution.* ABD Publishers.
- Tünay, O., & Alp, K. (1996). *Hava Kirlenmesi Kontrolü* [İstanbul Ticaret Odası, Ç.M.O., Yayın no:1996-36, İstanbul].
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (1998). *Latest Findings on National Air Quality: 1997 Status and Trends.* Washington, D.C.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2009). *Releases: Chemical Report: Paper Industry.* TRI Explorer.
- Uchiyama, S., & Hasegawa, S. (1999). A reactive and sensitive diffusion sampler for the determination of aldehydes and ketones in ambient air. *Atmospheric Environment*, 33, 1999-2005.
- Wark, K., Warner, C.F., & Davis, W.T. (1998). *Air Pollution Its Origin and Control (3rd ed.)*. Addison Wesley Longman Inc.

- Wikipedia. Orman Yangını [Görsel]. Erişim tarihi: (19.05.2023), URL: [https://tr.wikipedia.org/wiki/Orman_yang%C4%B1n%C4%B1#/media/Dosya:Woolsey_Fire_-_tree_ridge_in_flames_20181119-PB-008.jpg]
- Wikipedia. Yanardağ [Görsel]. Erişim tarihi: (19.05.2023), URL: [https://tr.wikipedia.org/wiki/Yanar_Da%C4%9F#/media/Dosya:Yanar_Dagh.JPG]
- Yang, Z., Zheng, C., Zhang, X., Zhou, H., Silva, A. A., Liu, C., ... vd. (2018). Challenge of SO₃ removal by wet electrostatic precipitator under simulated flue gas with high SO₃ concentration. *Fuel*, 217, 597-604.
- Yazıcıoğlu, M., Asan, A., Önes, Ü., Vatansever, Ü., Şen, B., Tür, M., ... & Pala, O. (2004). Indoor airborne fungal spores and home characteristics in asthmatic children from Edirne region of Turkey. *Allergologia et immunopathologia*, 32(4), 197-203.
- Yurtseven, E. (2017). İki farklı coğrafi bölgedeki ilköğretim okullarında iç ortam havasının insan sağlığına etkileri yönünden değerlendirilmesi.
- Yücedağ, C., & Kaya, L. G. (2016). Hava kirleticilerin bitkilere etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 67-74.
- Yüksel Köksal. (2001). Kapalı mahallerde hava kalitesinin iyileştirilmesi.
- Yükselen, Ü. A., Akdağ, P., Korkmaz Güvenmez, H., Çeter, T., Yılmaz, M., Karakoç, G. B., ... & Altıntaş, D. U. (2013). The Change of Fungal Spore Concentrations with Meteorologic Factors in Atmosphere of Adana and The Usage of Protein Extracts Obtained from These Atmospheric Fungi in Skin Prick Tests. *Asthma Allergy Immunol*, 11, 103-111.
- Zhang, X., Fung, J. C., Lau, A. K., Hossain, M. S., Louie, P. K., & Huang, W. (2021). Air quality and synergistic health effects of ozone and nitrogen oxides in response to China's integrated air quality control policies during 2015-2019. *Chemosphere*, 268, 129385.
- Zhou, X., Li, Y. (2015). Chapter 5 - Oral Mucosal Microbes. In *Atlas of Oral Microbiology: From Healthy Microflora to Disease*, 95-107.