



T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

**AYDIN'DA ENDÜSTRİYEL TESİSLERİN
YOĞUN BULUNDUĞU VE BULUNMADIĞI
YERLEŞİM YERLERİNDE HAVA KALİTESİNİN
ÖLÇÜLMESİ VE SAĞLIK ÜZERİNE OLAN
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ
DR. YAŞAM UMUTLU

DANIŞMAN
Prof. Dr. Emine Didem EVCİ KİRAZ

AYDIN-2021

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

**AYDIN'DA ENDÜSTRİYEL TESİSLERİN
YOĞUN BULUNDUĞU VE BULUNMADIĞI
YERLEŞİM YERLERİNDE HAVA KALİTESİNİN
ÖLÇÜLMESİ VE SAĞLIK ÜZERİNE OLAN
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ
DR. YAŞAM UMUTLU

DANIŞMAN
Prof. Dr. Emine Didem EVCİ KİRAZ

AYDIN-2021

Bu araştırma Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
(TPF-19028 numaralı proje) tarafından desteklenmiştir.

TEŞEKKÜR

Halk Sağlığı eğitimimde bana emeği geçen ve tezimin oluşmasında büyük katkıları olan tez danışmanı sayın hocam Prof. Dr. Emine Didem EVC  K RAZ ve uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgilerini, engin akademik ve klinik deneyimlerini esirgemeyen Prof. Dr. Erdal BEŐER, Prof. Dr. Pınar OKYAY ve Prof. Dr. Filiz ABACIG L hocalarıma, araştırma görevlisi arkadaşlarıma;

Beni bu günlere sabırla, sevgiyle, emekle getiren, her zaman yanımda olan, varlıklarının daima bana huzur verdiği annem Müşerref UMUTLU, babam Mesut UMUTLU ve ablam Duygu UMUTLU başta olmak üzere canım ailem ve sevgili dostlarıma;

Tanıştığımız ilk günden bu yana her türlü fedakarlığı ve desteğiyle tüm başarılarımın arkasında olan ve bu stresli süreçte de eksikliğini bir an bile hissettirmeyen sevgili hayat arkadaşım Didem Umutlu'ya;

en içten teőekkürlerimi sunarım.

Dr. Yaşam UMUTLU

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
EKLER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1. GİRİŞ.....	1
1.2. AMAÇ.....	5
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Hava Kirliliği.....	6
2.2. Hava Kalitesi İndeksi	8
2.3. Hava Kirleticileri.....	10
2.3.1. Azot Dioksit (NO ₂).....	13
2.3.1.1. Fiziksel ve Kimyalsal Özellikleri.....	13
2.3.1.2. Kaynakları.....	14
2.3.1.3. Sağlık Etkileri	15
2.3.2. Sülfür Dioksit (SO ₂).....	19
2.3.2.1. Fiziksel ve Kimyalsal Özellikleri.....	19
2.3.2.2. Kaynakları	22
2.3.2.3. Sağlık Etkileri	23
2.3.3. Amonyak (NH ₃).....	25
2.3.3.1. Fiziksel ve Kimyalsal Özellikleri.....	25
2.3.3.2. Kaynakları	27
2.3.3.3. Sağlık Etkileri	30

2.3.4. Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	35
2.3.4.1. Fiziksel ve Kimyalsal Özellikleri.....	35
2.3.4.2. Kaynakları	36
2.3.4.3. Sağlık Etkileri	38
2.4. Hava Kalitesi ile İlgili Mevzuat ve Sınır Değerlerin Ortaya Konulması.....	44
2.4.1. Hava Kalitesi ile İlgili Mevzuat.....	44
2.4.2. Hava Kirliliği ile ilgili Sınır Değerler.....	48
3. GEREÇ VE YÖNTEM	50
3.1. İzinler.....	50
3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Özellikleri	50
3.3. Araştırmanın Tipi	56
3.4. Araştırmanın Zamanı	56
3.5. Araştırma Evreni ve Örnek Seçimi, Örnek Büyüklüğü.....	58
3.5.1. Araştırma Evreni ve Örnek Seçimi	58
3.5.2. Araştırmanın Örnek Büyüklüğü	59
3.6. Araştırma Verileri ve Kaynakları	59
3.7. Veri Toplama Araçları.....	63
3.8. Araştırma Süreci	67
3.8.1. AERMOD Dağılım Modeli Oluşturulması	68
3.8.2. Hava Kalitesi Ölçümü	68
3.8.3. Anket Uygulaması	69
3.8.4. Verilerin analizi	71
3.9. Araştırmanın Değişkenleri.....	71
3.11. Araştırma Bütçesi ve Destekler.....	71
4. BULGULAR.....	73

5. TARTIŞMA.....	104
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	118
ÖZET.....	120
SUMMARY	122
KAYNAKLAR	124
EKLER.....	150



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo I. EPA Hava Kalitesi İndeksi.....	9
Tablo II. Ulusal Hava Kalitesi İndeksi Kesme Noktaları	9
Tablo III. Ulusal Hava Kalitesi İndeksinde Hesaplanan Parametrelerin Sınır Değerleri ...	10
Tablo IV. Birincil ve ikincil kirlleticilerinin genel sınıflandırılması, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	10
Tablo V. Başlıca hava kirleticileri ve kaynakları, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	11
Tablo VI. NO ₂ 'nin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	14
Tablo VII. SO ₂ 'nin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	20
Tablo VIII. NH ₃ 'ün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	26
Tablo IX. H ₂ S'in Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	35
Tablo X. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	46
Tablo XI. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	47

Tablo XII. Başlıca hava kirleticiler ve sınır değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	49
Tablo XIII. Tez Zaman Çizelgesi, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	57
Tablo XIV. Model girdisi olarak kullanılan örnek kaynak verisi, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	64
Tablo XV. Anket bölümleri ve soru sayısı, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	66
Tablo XVI. Uzman Paneli Listesi, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	70
Tablo XVII. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	71
Tablo XVIII. Ölçüm noktalarındaki ölçüm sayıları, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	76
Tablo XIX. Pasif örnekleme ölçüm sonuçları ve sonuçların referans limit değerler ile karşılaştırması, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	77
Tablo XX. Mahallelere göre hane sayıları, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	78

Tablo XXI. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021.....	79
Tablo XXII. Katılımcıların son bir yıl içerisinde sağlık kurumuna başvuru ve yatarak tedavi olma durumlarının değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....	80
Tablo XXIII. Sistem sorgulamalarında en az bir semptom bildirenlerin çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın	81
Tablo XXIV. Solunum sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın	84
Tablo XXV. Dolaşım sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın	86
Tablo XXVI. Sinir sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın	88
Tablo XXVII. Ruh sağlığı semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın	90
Tablo XXVIII. Kulak burun boğaz semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı	

yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın92

Tablo XXIX. Göz semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....94

Tablo XXX. Deri semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....96

Tablo XXXI. Sindirim sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın98

Tablo XXXII. Kas iskelet sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın100

Tablo XXXIII. Mahallelere göre en sık görülen semptomlar, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın102

Tablo XXXIV. En sık görülen semptomların mahalleler arasında karşılaştırılması, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....102

Tablo XXXV. Mahallelere göre en sık görülen semptomların görülme oranlarının hava kalitesi ölçüm değerleri ile korelasyonu, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın103

Tablo XXXVI. Endüstriyel Faaliyetlerin Hava Kalitesi Üzerine Olan Etkisi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....**110**

Tablo XXXVII. Endüstriyel bölgede yaşayan sakinlerin sağlık durumları, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....**113**



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil I. Asit yağmuru yolakları, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı, Asit Yağmuru, 2021	21
Şekil II. Araştırma bölgesi uydu görüntüleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	53
Şekil III. Aydın İli Jeotermal Sahaları, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	54
Şekil IV. Büyük Menderes Grabeninde Başlıca Jeotermal Alanları, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	55
Şekil V. Veri toplama araçları ve elde edilen veriler, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	63
Şekil VI. Araştırma süreci, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	67
Şekil VII. NO ₂ dağılım haritası, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	74
Şekil VIII. SO ₂ dağılım haritası, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	74
Şekil IX. H ₂ S dağılım haritası, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021	75

Şekil X. NH ₃ dağılım haritası, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021.....	75
Şekil XI. Sistem sorgulamalarında en az bir semptom bildirenlerin çalışma ve kontrol bölgelerindeki dağılımı, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın	82
Şekil XII. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında solunum sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....	85
Şekil XIII. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında dolaşım sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....	87
Şekil XIV. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında sinir sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın	89
Şekil XV. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında ruh sağlığı semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....	91
Şekil XVI. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında KBB semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın	93
Şekil XVII. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında göz semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı	

yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın95

Şekil XVIII. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında deri semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın97

Şekil XIX. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında sindirim sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....99

Şekil XX. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında kas iskelet sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın.....101

SİMGELER VE KISALTMALAR

DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
PM	: Partiküler Madde
AB	: Avrupa Birliği
AÇA	: Avrupa Çevre Ajansı
yy	: Yüzyıl
HKİ	: Hava Kalitesi İndeksi
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
ppm	: Parts per million
ppb	: Parts per billion
FEV1	: Forced Expiratory Volume 1
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
EPA	: Environmental Protection Agency
EEA	: European Environment Agency
AERMOD	: American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission
KBB	: Kulak Burun Boğaz

EKLER DİZİNİ

Ek 1. ADÜ Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı..	150
Ek 2. T.C. Aydın Valiliği İl Sağlık Müdürlüğü Araştırma İzin Yazısı	151
Ek 3. T.C. Aydın Valiliği Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü İzin Yazısı	152
Ek 4. Anket Formu	153



1.GİRİŞ ve AMAÇ

1.1. Giriş

Atmosferin hava akımları vasıtasıyla dünya etrafında koruyucu ve düzenleyici fonksiyonu bulunmaktadır ve canlılığın sürdürülmesine katkıda bulunur. Hava ise atmosferi oluşturan çeşitli gazların karışımıdır ve doğal yapısında azot, oksijen, karbondioksit gibi gazlarla birlikte partiküller ve su buharı bulunmaktadır. Normal temiz havada; % 78.09 azot, % 20.95 oksijen, % 0.093 argon, % 0.03 karbondioksit bulunur. Duman, toz tanecikleri, kükürtlü, azotlu gazlar ya bulunmaz ya da eser miktardadır (1, 2).

Hava kalitesi, solunan havanın ne kadar kirli olduğunu tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Hava durumu gibi, günden güne, hatta saatten saate değişebilir. Belirli bir konum için hava kalitesi, hem havanın bölgede nasıl hareket ettiğinin hem de insanların havayı nasıl etkilediğinin doğrudan bir sonucudur (3). Hava kalitesi sıcaklık, volkanik aktiviteler, rüzgarlar ve kum fırtınaları gibi doğal kaynaklardan ve araç egzozu, kömürlü termik santralleri ve endüstriyel faaliyetler gibi insan kaynaklı faaliyetlerden etkilenmektedir (4). Hava kalitesi, belirli bir konumda havada bulunan kirletici maddelerin konsantrasyonuna göre değerlendirilmektedir. Hava kirletici maddelerin konsantrasyonlarının normal sınırların üzerinde olması hava kirliliğine sebep olmakta, bu da hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu sebeple hava kalitesinin izlenmesi, kirleticilerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi açısından önem arz etmektedir (3, 4).

Dünya nüfusunun % 91'i Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) hava kalitesi yönergelerinin karşılanmadığı yerlerde yaşamaktadır (5). Dünyada kentsel alanlarda yaşayan insanların ise % 80'inden fazlası DSÖ sınırlarını aşan hava kalitesi seviyelerinden etkilenmektedir (6). Dünyanın tüm bölgeleri etkilenirken, düşük gelirli bölgelerdeki nüfus en fazla etkilenmektedir. DSÖ'nün hava kalitesi veri tabanına göre, düşük ve orta gelirli ülkelerde, nüfusu 100000'den fazla olan kentlerin %98'inde hava kalitesi kriterlerine uyum sağlanamadığı görülmüştür. Yüksek gelirli ülkelerde bu oran %56 olarak saptanmıştır (6). Avrupa'daki şehir sakinlerinin yaklaşık %90'ı, sağlık açısından zararlı kabul edilen hava kalitesi seviyelerinin üstündeki kirletici konsantrasyonlarından etkilenmektedir (7). Avrupa nüfusunun %48'i partiküler madde 10'dan (PM 10), %74'ü partiküler madde 2.5'ten (PM 2.5), %99'u ozondan (O3), %4'ü azot dioksitten (NO2), %19'u kükürt dioksitten (SO2) DSÖ limitlerini aşan konsantrasyonlardan etkilenmektedir (4). 2000-2017 yılları arasında Avrupa'da

PM, O₃, NO₂ ve SO₂ ve diğer kirleticilerin toplam emisyonlarının azalmış olduğu ve hava kalitesinin nispeten iyileşmiş olduğu tespit edilmiştir. Ancak hava kalitesinin halen istenilen seviyelerde olmadığı ve DSÖ limitlerini aşmış olduğu görülmektedir (8). Türkiye’de ise Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2020 yılı çevre durum raporuna göre, 1990 yılından 2018 yılına NO₂, SO₂, amonyak (NH₃), metan olmayan uçucu organik bileşikler emisyonlarının sırasıyla %200, %46, %23, %21 arttığı, PM₁₀, karbonmonoksit (CO) emisyonlarının sırasıyla %16, %22 azaldığı tespit edilmiştir. Aynı raporda Aydın’da 2015 yılından 2019 yılına PM₁₀ emisyonlarının %43,9 azaldığı, SO₂ emisyonlarının %66,7 azaldığı tespit edilmiştir (9).

Hava kalitesi standartları, halkın sağlığını korumak için her ülke tarafından belirlenir ve bu nedenle ulusal risk yönetimi ve çevre politikalarının önemli bir bileşenidir. DSÖ hava kalitesi yönergeleri, sağlık riski oluşturan temel hava kirleticilerinin limit değerleri hakkında küresel rehberlik sunmaktadır. Hava kalitesi açısından en önemli kirleticiler PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃, CO, NH₃, benzen (C₆H₆), hidroklorik asit (HCL), hidrojen sülfür (H₂S), kurşun (Pb), arsenik (As), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), benzo(a)piren ve PAH (poliaromatikhidrokarbonlar)’lardır (1-3). Sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr, bulutluluk, yağış, buharlaşma gibi meteorolojik parametreler, bu kirleticilerin havada bulunma yoğunluğunu ve atmosferde kalış süresini önemli ölçüde etkilemektedir (10). Hava kirleticilerinin etki süreleri, konsantrasyonları ve diğer karakteristik özelliklerine bağlı olarak insan sağlığına olumsuz etkileri olmaktadır (11). DSÖ, rehber dökümanlarda, bu kirleticilerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilecek etkilenim konsantrasyonları ve sürelerini yayımlamıştır (3). Avrupa Birliği (AB) hava kalitesi yönergeleri de ülkeler için rehber niteliği taşımaktadır. AB tarafından hava kalitesinin izlenmesine yönelik 2000/69/EC, 2002/3/EC, 2004/107/EC, ve 2008/50/EC sayılı direktifler yayımlanmıştır (12-15). Bu direktiflerde kirleticilerin insan sağlığına olumsuz etkilere neden olabilecek limit değerler ortaya konulmuştur (4). Türkiye’de ise hava kalitesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülen “Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 06.06.2008 Resmî Gazete Sayısı: 26898)” ve “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 03.07.2009 Resmî Gazete Sayısı: 27277)” üzerinden sağlanmaktadır (16, 17). Türkiye’deki yönetmeliklerde DSÖ ve AB tarafından ölçülmesi ve değerlendirilmesi tavsiye edilen kirleticilerin ölçülmesi, değerlendirilmesi ve önlemler alınması zorunlu kılınmıştır (16).

Hava kalitesinin bozulmasına neden olan hava kirliliği, gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeleri etkileyen önemli bir çevre sağlığı sorunudur (3, 4). Hava kirliliği sorunu endüstriyel faaliyetlerin gün geçtikçe artması ve buna bağlı fosil yakıt kullanımının artışıyla

tüm dünyada en önemli çevresel risklerden biri haline gelmiştir. Ayrıca artan şehirleşme ve trafik hava kalitesinin bozulmasına katkıda bulunan en önemli faktörler olarak gösterilmektedir (18). Endüstriyel faaliyetler, PM, SO₂, NO₂, O₃, CO, H₂S, NH₃, PAH, uçucu organik bileşikler ve ağır metaller gibi çeşitli çevresel kirleticilerin sabit kaynaklarıdır (16, 17, 19-24). Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan bu kirleticiler hava kalitesinin bozulmasına neden olabilmektedir (18). Enerji santralleri, fosil yakıtların yakılması, endüstriyel prosesler, kimyasal üretim sürecinde solvent kullanımı, petrokimya endüstrisi, madencilik faaliyetleri, petrol rafinerileri, tarımsal ve hayvansal faaliyetler, atık arıtma tesisleri kirleticilerin başlıca endüstriyel kaynaklarıdır (25). Endüstriyel kaynaklardan salınan kirleticiler tesislerin yakma sistemlerinin özelliklerine, yakma ünitelerinde kullanılan yakıt türüne, proses teknolojisine ve baca gazı arıtma teknolojisine göre ortaya çıkmaktadır (26).

Hava kalitesinin bozulmasının sağlık etkileri, artan hastane ve acil servis başvurularından, erken ölüm riskinin artmasına kadar uzanmaktadır. Hava kalitesinin bozulması gözleri, burnu ve boğazı tahriş edebilir, solunum yolları enfeksiyonuna yatkınlığı arttırabilir, nefes darlığı ve akciğer fonksiyonunda bozukluklara neden olabilir, astımı ve diğer solunum rahatsızlıklarını kötüleştirebilir, solunum ve kardiyovasküler sistemi etkileyebilmektedir. Kirli havayı uzun süre solumak daha ciddi sorunlara neden olabilmektedir (6, 27). Dünya genelinde akciğer kanserinden kaynaklanan hastalıkların ve ölümlerin % 25'i, akut alt solunum yolu enfeksiyonlarından kaynaklanan hastalıkların ve ölümlerin % 17'si, inme kaynaklı hastalıkların ve ölümlerin % 16'sı, iskemik kalp hastalığından kaynaklanan hastalıkların ve ölümlerin % 15'i, kronik obstruktif akciğer hastalığından kaynaklanan hastalıkların ve ölümlerin % 8'i hava kalitesinin kötü olmasına bağlanmaktadır (6). DSÖ verilerine göre her yıl 4,2 milyon ölüm (tüm ölümlerin % 7,6'sı) hava kalitesinin kötü olmasından dolayı gerçekleşmektedir (3). Tüm çocukların % 93'ü, hava kalitesinin kötü olduğu ortamlarda yaşamakta ve 5 yaşın altındaki her dört çocukta biri doğrudan veya dolaylı nedenlerden dolayı ölmektedir (28). 2013 yılında İngiltere'de gerçekleşen bir olayda dokuz yaşındaki bir çocuk hava kalitesinin kötü olması nedeniyle astım atağı yaşamış, akut solunum yetmezliğine girmiş ve ölmüştür. Bu olay sonrasında soruşturma açılmış ve çocuğun ölüm sebebinin kötü hava kalitesi olduğu mahkemece onaylanmıştır (29). Avrupa Çevre Ajansı'nın (AÇA) tahminlerine göre her yıl yaklaşık 400.000 Avrupalı kötü hava kalitesi nedeniyle erken yaşta ölmektedir (4). Ayrıca birçok çocuğun sağlığı kötü hava kalitesi nedeniyle bozulmaktadır. Yakın tarihli bir araştırmaya göre, 2019 yılında Türkiye'de dış ortam hava kirliliği, DSÖ hava kalitesi kılavuz sınır

değerinin altına indirilebilseydi, 45.398 yetişkin ölümünün önlenilebileceği tespit edilmiştir (30).

Günümüzde gelişen sanayi ile birlikte, hızlı nüfus artışı ve şehirleşme dünyada olduğu gibi Aydın'da da çevre sağlığı sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Aydın, çevre sağlığı sorunları bakımından ele alındığında hava kirliliğinin su kirliliğinden sonra ikinci en önemli çevre sağlığı sorunu olduğu görülmektedir (31). Aydın'ın sanayisi son yıllarda hızlı bir şekilde gelişmekte ve sanayisi ağırlıklı olarak gıda, tekstil ürünleri, makine ve ekipman, beyaz eşya ürünleri ve kimyevi maddeler imalatından, madencilik ve taş ocakçılığından, otomotiv yan sanayisinden oluşmaktadır (32, 33). Bu endüstriyel kaynaklar PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, H₂S, PAH gibi hava kirlleticilerinin önemli kaynaklarıdır (3, 4, 23, 24, 34-40). Aynı zamanda Aydın, NO₂, SO₂, CO₂, H₂S ve NH₃ gibi kirleticilerin kaynaklarından biri olan jeotermal enerji bakımından önemli bir potansiyele sahiptir (41). Türkiye'de kurulu güç bakımından değerlendirildiğinde jeotermal enerji ile elektrik üretiminin % 67'si Aydın'daki santrallerde gerçekleşmektedir (33, 43). Enerji sektörü her ülkede önemli bir hava kirliliği kaynağıdır. AÇA'nın bir araştırması, enerji sektörünün, SO₂ emisyonlarının % 99'undan, NO₂ emisyonlarının % 48'inden, metan olmayan uçucu organik bileşikler emisyonlarının % 35'inden sorumlu olduğunu göstermektedir. Bu kirleticiler, sağlık için en kaygı verici iki kirleticisi madde olan PM ve ozonun oluşmasına katkıda bulunmaktadır (42). Jeotermal enerji santrallerinden salınan kirleticiler kontrol altında tutulmadığı takdirde çevre ve insan sağlığı için sorun teşkil edebilmektedir (44).

Yukarıda yer alan değerlendirmeler ışığında; Aydın ilinde endüstriyel alanları temsil eden bir bölgeyle, endüstriyel alan bulunmayan bir bölgenin hava kalitesi ve insan sağlığı açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

1.2. Amaç

Aydın ili Efeler ilçesinde endüstriyel tesislerin yoğun olarak bulunduğu ve bulunmadığı mahallelerde çalışma yapılması planlanmıştır. Endüstriyel tesislerin yoğun olarak bulunduğu alanda, hava kirleticisi kaynakları olarak ele alınabilecek, organize sanayi bölgeleri, katı atık arıtma tesisi ve jeotermal enerji santralleri bulunmaktadır. Aydın'ın son yıllarda sanayileşme sürecine girmiş olması ve jeotermal enerji bakımından da Türkiye ve dünyada önemli bir potansiyele sahip olması nedeniyle, seçilen bölgenin geleceğe yönelik planlamalara kanıt sağlayacağı düşünülmüştür.

Bu bağlamda

- 1- Aydın'da İmamköy, Yılmazköy ve Umurlu mahallelerinin hava kalitesi dağılım modeli ile değerlendirilmesi,
- 2- İmamköy, Yılmazköy ve Umurlu mahallelerinde hava kalitesi dağılım modeli ile belirlenen noktalarda dört parametre (H_2S , NO_2 , SO_2 , NH_3) için hava kalitesi ölçümlerinin gerçekleştirilmesi,

Hava kalitesi ölçümlerinin gerçekleştirildiği bölgelerde hava kirliliğinin sağlık etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Hava Kirliliği

Hava, insan ve diğer canlıların yaşaması için hayati öneme sahiptir. Hava tıpkı su ve toprak gibi kirlenebilen bir ortamdır. Bunlardan farklı olarak canlılar aç ve susuz günlerce yaşayabileceği halde nefes almadan birkaç dakikadan fazla yaşayamazlar. Bu yüzden doğal bileşimdeki hava, tüm canlılar için zorunlu olan yaşamsal bir haktır (45).

İnsan sağlığını veya çevresel dengeleri bozacak şekilde havanın bileşiminin değişmesine ya da havada bulunmaması gereken maddelerin havaya karışmasına hava kirliliği denilmektedir (1). DSÖ, hava kirliliğini atmosferin doğal özelliklerini değiştiren kimyasal, fiziksel veya biyolojik ajanlar tarafından kapalı veya açık ortam havasının kirlenmesi olarak tanımlar (46). EPA (Environmental Protection Agency = Amerika Çevre Koruma Ajansı) ise, “kirletici maddelerin insan sağlığına veya refahına zarar verecek veya başka zararlı çevresel etkiler oluşturacak şekilde havada bulunması” olarak tanımlamaktadır (47).

Hava kirliliği tarihçesi 12.yy’da başlamasına rağmen sağlık etkileri 20.yy’da konuşulmaya başlanmıştır. 18. ve 19.yy’da sanayi devrimi ile birlikte artmış olan hava kirliliğinin etkileri ortaya çıkmaya başlamıştır. 20 yy’dan sonra hava kirliliği atakları görülmüştür. Hava kirliliğinin sağlık etkilerini araştırmak için bilinen ilk çalışmalar 1905-1915 yıllarında yapılmış, SO₂, duman ve diğer kirleticilerin insan sağlığına zararları olduğu gösterilmiştir (50).

1873’te Londra’da yoğun sis nedeni ile 268 kişinin aniden öldüğü bildirilmiştir. 1930 yılı Aralık ayında Belçika’da Meuse Vadisi’nde yaklaşık beş gün devam eden yoğun sis nedeni ile 60 kişinin ölümüne ve birçok kişide ciddi solunum sistemi problemlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Yine 1931’de İngiltere’de Ocak ayında bazı bölgelerde yaşanan hava kirliliği 592 kişinin ölümü ile sonuçlanmıştır. Amerika’da 1948’de Pensilvanya’daki hava kirliliği 14000 kişiyi hastalandırmış ve 20 kişi hayatını kaybetmiştir (50).

Sanayileşmenin bir getirisi olan çevre sorunları hava kirliliğini de içinde barındırmaktadır. Bu nedenle, sanayileşme ile birlikte batılı ülkeler hava kirliliği ile mücadele etmek için bir takım yasal düzenlemeler yapmaya başlamışlardır. İngiltere’de 1956’da Temiz Hava Yasası yürürlüğe girerken Amerika Birleşik Devletleri’nde de Los Angeles’ta yaşanan hava kirliliği nedeni ile çeşitli yasalar düzenlenmiştir (51). 1993 yılında Avrupa Birliği (AB)

bünyesinde AÇA kurulmuştur. AÇA, çevre hakkında doğru ve bağımsız bilgi sunmayı görev edinmiştir. Çevre politikası geliştirme, benimseme, uygulama ve değerlendirme alanında hem halk için hem de karar vericiler için bilgi kaynağı olmuştur. Şu anda 33 ülke AÇA üyesidir (84). Avrupa genelinde binlerce istasyondan alınan veriler AÇA tarafından sağlanan Avrupa hava kalitesi veri tabanına aktarılmakta ve verilerin AB mevzuatlarına uyup uymadığı kontrol edilmektedir (52).

DSÖ, günümüzde önemli bir çevre sağlığı sorunu haline gelmiş olan hava kirliliğini azaltmak konusunda çeşitli politikalara sahiptir. Daha temiz enerji sistemlerini ve toplu aşım araçlarını, bisiklete binme ya da yürüyüş gibi alternatif seyahat yolları önermekte ve teşvik etmektedir (46).

DSÖ, hava kirliliğini dış ortam ve iç ortam hava kirliliği olarak ikiye ayırmıştır. Dış ortam kirliliğinin temel nedenleri sanayileşme, ısınma, ulaşım ve hafriyat kaynaklıdır. Oysa iç ortam hava kirliliği ev içi ortamında ısınma ya da yemek pişirme ile ilgili olarak katı yakıtları kullanılmasına bağlıdır. Dış ortam hava kirliliği düşük, orta ve yüksek gelirli ülkelerdeki herkesi etkileyen önemli bir çevre sağlığı sorunudur (4, 46). Hava kirliliği tek başına dünyadaki çevre sağlığı sorunlarının başında gelmektedir. Hem insan hem çevre sağlığına zarar vermektedir (48, 49).

Dış ortam hava kirliliği küresel ölçekte ölüm ve hastalığın en önemli nedenlerinden biridir. Sağlık etkileri, artan hastane ve acil servis başvurularından, erken ölüm riskinin artmasına kadar uzanmaktadır. DSÖ verilerine göre dünyada her yıl toplam 8 milyon insan iç ve dış ortam hava kirliliğinin yol açtığı hastalıklar nedeniyle erken ölmektedir. DSÖ, dış ortam hava kirliliğine bağlı erken ölümlerin yaklaşık % 58'inin iskemik kalp hastalığı ve felçten kaynaklandığını, % 18'inin sırasıyla kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve akut alt solunum yolu enfeksiyonlarından kaynaklandığını, %6'sının akciğer kanserinden kaynaklandığını tahmin etmektedir. DSÖ'nün Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı tarafından 2013 yılında yapılan bir değerlendirmesi, dış ortam hava kirliliğinin insanlar için kanserojen olduğu sonucuna varmıştır ve grup 1 karsinojen olarak kabul etmektedir (5, 6, 46, 53-58).

Hava kirliliği, iklim değişikliğini değiştiren kirleticileri (örneğin CO₂ veya siyah karbon) barındırdığından, sürdürülebilir kalkınmanın bir işareti olarak kullanılmaktadır. Hava kirliliğine yönelik politikalar, sadece hava kalitesi iyileştirmeleriyle değil, aynı zamanda yaralanmaları önleme veya fiziksel aktiviteyi sağlama gibi diğer sağlık yararları yoluyla insan

sağlığına çeşitli faydalar sağlar. Sonuç olarak, hava kirliliği sürdürülebilir kalkınma amaçları içerisinde yerini almış ve iklim eylemi, erişilebilir ve temiz enerji, karasal yaşam, sudaki yaşam, sürdürülebilir şehir ve yaşam alanları, sağlıklı bireyler gibi hedeflerin bir parçası olmuştur (59).

Hava kirliliği, dünya çapında birçok şehirde artan sayıda akut hava kirliliği olayı ile son yıllarda giderek artan bir endişe haline gelmiştir. Hava kirliliğinin yaygınlaşarak, küresel bir halk sağlığı sorunu haline gelmesinin en önemli nedenlerinden olan ulaşım, sanayileşme ve kentleşme, kirliliğin artmasında önemli rol oynamaktadır (18). Özellikle antropojenik kaynaklardan salınan kirleticilerin kontrolsüz bir şekilde artması, ülkelerin gerek ulusal düzeyde gerekse uluslararası yaptırımlar yoluyla hava kirliliğinin azaltılması zorunluluğunu gündeme getirmiştir. Hava kirliliğinin azaltılmasına yönelik önlemler alındığında, küresel hastalık yükü içinde büyük yer tutan kalp hastalıkları, inme, akut ve kronik solunum yolu hastalıkları, astım, akciğer kanseri gibi hastalıklardan kaynaklanan hastalık yükü, sakatlığa bağlı yaşam yılı kayıpları, küresel mortalite yükü azaltılabilir, doğumda yaşam beklentisini arttırabilir ve ekonomik kayıplar önlenebilir (3, 5). Halkın sağlığını korumanın anahtarı hava kirliliği de dahil olmak üzere bulaşıcı olmayan hastalıklar için tüm risk faktörlerini ele almaktır.

2.2. Hava Kalitesi İndeksi

Hava kalitesi indeksi (HKİ), hava kalitesinin günlük olarak rapor edilmesi için kullanılan bir sınıflama sistemidir. Tüm dünyada yaygın olarak kullanılan bu sınıflama sistemi ile havadaki kirleticilerin konsantrasyonlarına göre hava kalitesi iyi, orta, kötü, tehlikeli vb. şeklinde derecelendirilmektedir (60). Havanın ne kadar temiz veya sağlıklı olduğunu ve ilişkili sağlık etkileri konusunda fikir vermektedir. HKİ, sağlıklı havayı aldıktan sonra birkaç saat veya birkaç gün içinde karşılaşılabilecek sağlık etkileri üzerine odaklanmaktadır (19).

HKİ belli bir bölgedeki hava kalitesinin karakterize edilmesi için, ülkelerin kendi sınır değerlerine göre dönüştürdükleri ve kirlilik sınıflandırılması yaptıkları bir indekstir. İndeks belirli kategorilerde farklı tanım ve renkler kullanılarak ifade edilmekte ve ölçümü yapılan her kirletici için ayrı ayrı düzenlenmektedir (19).

Türkiye’de kullanılan Ulusal Hava Kalitesi İndeksi, EPA Hava Kalitesi İndeksi’nin ulusal mevzuat ve sınır değerlere uyarlanması ile oluşturulmuştur. Beş temel kirletici için

hava kalitesi indeksi hesaplanmaktadır. Bunlar; partikül maddeler (PM10), karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO₂), azot dioksit (NO₂) ve ozon (O₃)'dur (60, 61). Türkiye’de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na bağlı olan www.havaizleme.gov.tr adresinden halkın tümüne açık olacak şekilde günlük HKİ tahminleri izlenebilmektedir. Tablo I, II ve III’te Hava Kalitesi İndeksi, Ulusal Hava Kalitesi İndeksinde Hesaplanan Parametrelerin Sınır Değerleri ve Ulusal Hava Kalitesi İndeksi Kesme Noktaları verilmiştir.

Tablo I. EPA Hava Kalitesi İndeksi (61)

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

*T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı,2021

Tablo II. Ulusal Hava Kalitesi İndeksi Kesme Noktaları (61)

İndeks	HKİ	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	CO [µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]
		1 Sa. Ort.	1 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	24 Sa. Ort.
İyi	0 – 50	0-100	0-100	0-5500	0-120	0-50
Orta	51 – 100	101-250	101-200	5501-10000	121-160	51-100
Hassas	101 – 150	251-500	201-500	10001-16000	161-180	101-260
Sağlıksız	151 – 200	501-850	501-1000	16001-24000	181-240	261-400
Kötü	201 – 300	851-1100	1001-2000	24001-32000	241-700	401-520
Tehlikeli	301 – 500	>1101	>2001	>32001	>701	>521

*T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı,2021

Tablo III. Ulusal Hava Kalitesi İndeksinde Hesaplanan Parametrelerin Sınır Değerleri (61)

Parametre	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	CO [µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]
	1 Sa. Ort.	1 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	24 Sa. Ort.
Ulusal Sınır Değer	380	260	10000	120	60
AB Üye Ülkeleri Sınır Değeri	350	200	10000	120	50

*T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı, 2021

2.3. Hava Kirleticileri

Hava kirleticilerini çeşitli şekillerde, örneğin kaynaktan çıkışlarına, kaynaklarına ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırmak mümkündür (62).

Hava kirleticileri kaynaktan çıkışlarına göre birincil ve ikincil kirleticiler olarak sınıflandırmaktadır. Kirleticiler kaynaklarından doğrudan atmosfere verilen kirleticilere birincil kirleticiler, kirleticilerin atmosferin oksijen ve su gibi bileşenleriyle kimyasal tepkimeleri sonucu atmosfer içinde oluşan kirleticilere ise ikincil hava kirleticileri denmektedir (3) (Tablo IV).

Tablo IV. Birincil ve ikincil kirleticilerinin genel sınıflandırılması, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021 (3, 46, 63)

<u>Sınıf</u>	<u>Birincil Kirleticiler</u>	<u>İkincil Kirleticiler</u>
Kükürtlü bileşikler	SO ₂ , H ₂ S	SO ₃ , H ₂ SO ₄ , sülfatlı bileşikler
Organik bileşikler	C ₁ -C ₅ bileşikler	Ketonlar, aldehytler, asitler
Azot bileşikler	NO, NH ₃	NO ₂ , NO ₃ bileşikler
Karbonun oksitleri	CO, CO ₂	Yok
Halojenler	HCl, HF	Yok
		Fotokimyasal Oksidantlar (Ozon, PAN, NO ₂)

Kaynaklarına göre hava kirleticiler ise doğal kaynaklar ve yapay kaynaklar (antropojenik) olarak iki gruba ayrılır. Doğal hava kirliliği kaynakları, insan etkisinin içinde yer almadığı doğal olaylar sonucu ortaya çıkan kirleticilerdir. Hava kirleticilerinin doğal kaynakları; volkanik patlamalar, orman yangınları, toz fırtınaları, okyanuslar ve denizler ve bitkiler olarak gösterilebilmektedir (4, 87, 89). Başlıca antropojenik kaynaklar ise ulaştırma (uçaklar, motorlu taşıtlar, demiryolları ve gemiler), endüstri (termik santraller, endüstriyel prosesler ve katı atık yakma tesisleri) ve ısınma (katı, sıvı, gaz yakıt sobaları ve kalorifer

kazanları) olarak sıralanabilmektedir (3, 46, 64). Başlıca hava kirleticileri ve kaynakları aşağıda listelenmiştir (Tablo V).

Tablo V. Başlıca hava kirleticileri ve kaynakları, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021 (1-3, 16-24)

Hava kirleticiler	Kaynakları
PM	❖ Deniz tuzu, doğal asılı tozlar, polenler ve volkanik gazlar ❖ Yanma prosesleri
SO ₂	❖ Evsel ısıtma, elektrik üretimi ve motorlu taşıtlar için kükürt içeren fosil yakıtların (kömür ve petrol) yakılması ❖ Kükürt içeren mineral cevherlerinin eritilmesi
NO ₂	❖ Yanma prosesleri (evsel ısıtma, enerji üretimi ve motorlu taşıtlar) ❖ Jeotermal enerji santralleri
CO	❖ Motorlu taşıtlar ❖ Enerji santralleri ❖ Petrol rafinerileri ❖ Fosil yakıtların yetersiz yakılması ❖ Orman yangınları ❖ Madencilik ❖ Kanalizasyon ❖ Endüstriyel atıklar
O ₃	❖ Güneş ışığı altında diğer kirleticilerin ((NO _x , Non metan uçucu organik bileşikler, metan ve CO gibi)) kimyasal reaksiyonları sonucu oluşmaktadır
H ₂ S	❖ Volkan, göl, okyanus, toprak, bitki ve tuzlu bataklık ❖ Petrol rafinerilerinden ❖ Petrokimya fabrikalarından ❖ Doğalgaz tesislerinden ❖ Gıda işleme fabrikalarından ❖ Kok kömürü fabrikalarından ❖ Jeotermal enerji santrallerinden ❖ Gübre fabrikalarından ❖ Demir-çelik işletmelerinden ❖ Çimento fabrikalarından ❖ Kağıt fabrikalarından ❖ Aerobik ve anaerobik arıtma tesislerinden ❖ Deri fabrikalarından ❖ Organik maden ocaklarından ❖ Yağ endüstrisinden ❖ Nişasta hidroliz ürünleri üretiminden ❖ Rayon lifi üretiminden ❖ Konsantre hayvan çiftliklerinden ❖ Naylon endüstrisinden
NH ₃	❖ Tarımsal ve hayvansal faaliyetler ❖ Gübre üretim tesisleri ❖ Motorlu taşıtlar ❖ Kok tesisleri

	❖ Toprak ve okyanuslardan buharlaşma ❖ Biyoyakıt yanma olayları ❖ Atık sahaları ❖ Kanalizasyonlar ❖ Jeotermal enerji santralleri
VOC	❖ Arıtma tesisleri
PAH	❖ Fosil yakıtlar ❖ Atık yakma ❖ Kömür gazlaştırma işlemleri ❖ Kok fırınları ❖ Motorlu taşıtlar ❖ Endüstriyel faaliyetlerde eksik yanma ❖ Orman ve çalı yangınları ❖ Yanardağlar ❖ Petrol sızıntıları ❖ Petrol hidrokarbonları içeren tortul kayaçların erozyonu

Antropojenik kaynaklar iki şekilde sınıflandırılmaktadır.

I. Sabit Kaynaklar: Konutların ısıtılması, sanayi kuruluşları sabit kaynaklara örnek olarak verilebilir. Konutların ısıtılması amacıyla kullanılan yakıtların yanmasıyla PM, SO₂, CO ve hidrokarbonlar atmosfere salınan ana kirleticilerdir. Sanayi kuruluşlarına bakıldığında ise; sanayi kuruluşları PM, SO₂, NO₂, CO, O₃, H₂S, NH₃, uçucu organik bileşikler (VOC), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve ağır metaller gibi çeşitli kirletici gazları baca aracılığıyla atmosfere salmaktadır (16, 17, 19-24). Önemli derecede hava kirliliğine neden olan sanayi kuruluşlarının başında termik santraller, kömür üretimi, çimento fabrikaları, demir çelik ve metal endüstrisi yer almaktadır (65).

II. Hareketli Kaynaklar: Kara, deniz ve hava taşımacılığı hareketli kaynaklara örnek olarak verilebilir. Taşımacılıkta mazot, benzin veya jet yakıtı gibi yakıtlar tüketilmekte, taşıtların egzozları aracılığıyla PM, CO, NO, NO₂, Pb ve hidrokarbonlar gibi kirleticiler atmosfere verilmektedir (65).

Kimyasal yapılarına göre kirleticiler ise organik gazlar, inorganik gazlar ve partiküller olarak incelenebilmektedir. İnorganik gazlar azot oksitler, karbon oksitler, kükürt oksitler, diğer anorganiklerdir (florür, klorür, amonyak, vb.). Organik gazlar hidrokarbonlar aldehitler, ketonlar ve diğer organikler (Benzen, Benzo-pyrene). Partiküller katı partiküller (toz, duman, kül, karbon, kurşun, asbest), sıvı partiküller (sis, duman, yağ ve asitler) olarak örneklendirilebilmektedir (64).

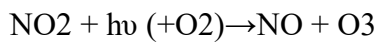
2.3.1. NO2

2.3.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

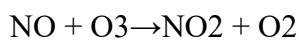
Azot, atmosferde büyük oranda moleküler azot (N₂), daha az oranlarda indirgenmiş ve oksitlenmiş formlarında bulunmaktadır. İndirgenmiş bileşikler amonyak (NH₃) ve amonyum (NH₄⁺); oksitlenmiş bileşikler ise nitröz oksit (N₂O), azot monoksit (NO), azot dioksit (NO₂), diazot trioksit (N₂O₃), diazot tetraoksit (N₂O₄), diazot pentaoksit (N₂O₅), nitröz asit (HNO₂), nitrik asit (HNO₃), peroksiasetil nitrat (PAN) ve partiküler nitrat (NO₃⁻)'tır (66).

NO₂, azot oksitler (NO_x) olarak bilinen oldukça reaktif gazlardan biridir. Atmosferde bulunan en önemli azot oksit bileşikler NO ve NO₂'dir. Diğer azot oksitler, nitröz asit (HNO₂) ve nitrik asittir (HNO₃). Azot oksit emisyonlarının yaklaşık % 95'i NO şeklinde, çok az bir kısmı da NO₂ olarak atmosfere yayılır. Bunlardan insan sağlığını kötü yönde etkileyen NO₂'dir. İnsan sağlığını etkilemesi sebebiyle kentsel bölgelerdeki en önemli hava kirleticilerinden biridir (67, 68). NO, atmosferde oksijen ile birleşerek NO₂'nin oluşumunda rol oynamaktadır. Bu dönüşüm çok hızlı olduğundan azot oksit emisyonları havadaki NO₂ cinsinden hesaplanmaktadır (95). NO₂, azot oksitler için bir gösterge olarak kullanılmaktadır (67).

Yüksek sıcaklıktaki yanma proseslerinden oluşan NO gazı atmosferde oksitlenerek NO₂'ye çevrilmekte, NO₂ de gün ışığında fotolize uğrayarak tekrar NO'ya dönüşmekte ve troposferde O₃ (Ozon) oluşumuna sebep olmaktadır. Çevresel olarak azot oksitlerin emisyon hızları O₃'ün oluşma hızını doğrudan etkilediği için, arabalar, enerji santralleri, endüstriyel kazanlar, rafineriler, kimyasal fabrikalardan ve diğer kaynaklardan salınan bu gazlara O₃ öncülleri adı verilmektedir (3).



İkincil bir kirletici olan O₃ ise tekrar NO'yu oksitleyerek bu reaksiyon döngülerine katılmaktadır.



Dolayısıyla troposferde NO/NO₂ dönüşümü ve O₃ üretimi ve tüketimi iç içedir. Yer seviyesindeki ozon, insanlar ve çevre üzerindeki etkilerinden dolayı zararlı bir hava kirleticisi olup, kirli havanın ana maddesidir (3).

NO, suda çözünürlüğü oldukça düşük, renksiz, kokusuz bir gaz, NO₂ ise kırmızı-kahverengi renkli, keskin kokulu ve aşındırıcı özelliğe sahip bir gazdır (3, 69, 70) (Tablo VI). Doğal azot çevriminin birer parçası olan ve yanma kaynaklı olan bu gazlardan asıl zehirli olanı NO₂ gazıdır. Atmosferdeki yarılanma ömürleri düşük olup, atmosferde 1 ppb'den (parts per billion-milyarda bir birim) daha az derişimlerde olmaları beklenmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalarda, kentsel atmosferde bu derişimler 40-80 ppb ve hatta 300-1,400 ppb değerlerine kadar yükselmektedir (69, 70).

NO₂ ve diğer azot oksitler atmosferdeki su, oksijen ve diğer kimyasallarla reaksiyona girerek aşındırıcı özelliğe sahip bir madde olan HNO₃'ü oluşturmakta ve fotokimyasal sisin ve asit yağmurlarının oluşumuna katkıda bulunmaktadır (71). Asit yağmuru, göller ve ormanlar gibi hassas ekosistemlere zarar vermektedir. Ayrıca azot oksitler nitrat parçacıkları oluşumuna katkıda bulunmakta ve havanın puslu olmasına neden olmaktadır (72).

Tablo VI. NO₂'nin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021 (3, 69, 70)

<u>Karakteristik</u>		
Madde adı	Azot dioksit	
Kimlik numaraları	CAS (KBN)	10102-44-0
	PubChem	3032552
	ChemSpider	10305
Moleküler formül	NO ₂	
Moleküler kütlesi	46.006 g/mol	
Yoğunluk	3,66 g·cm ⁻³	
Erime noktası	-11,2 °C	
Kaynama noktası	21,2 °C	
Çözünürlük	Suda iyi çözünür	
Renk	Kırmızı-kahverengi	
Koku	Keskin	
Çevirme çarpanı	1 ppm NO ₂ = 1880 µg/m ³	

2.3.1.2. Kaynakları

Global olarak her yıl atmosfere yaklaşık 150 milyon ton azot oksit salındığı hesaplanmaktadır (66). Küresel ölçekte, doğal kaynaklardan gelen azot oksit emisyonları, insan faaliyetleri tarafından üretilenlerden çok daha ağır basmaktadır. Doğal kaynaklar arasında yıldırımlar, volkanlar, stratosferik azot oksitler, orman yangınları ve topraktaki

mikrobiyolojik prosesler yer almaktadır. Doğal kaynaklardan salınan azot oksit emisyonları dünyanın tüm yüzeyine dağıtıldığı için, sonuçta ortaya çıkan atmosferik konsantrasyonlar çok küçük kalmaktadır (3, 66).

NO₂ emisyonlarının majör antropojenik kaynakları yanma prosesleridir. Motorlu taşıtlar (içten yanmalı motorlar), enerji santralleri (termik santraller, jeotermal enerji santraller vb.), ticari ve evsel ısıtma için yakıt tüketimi NO₂'nin önemli antropojenik kaynaklarıdır (72-74). AÇA'ya göre en büyük azot oksit kirleticisi kaynağı %39 ile ulaşım iken, %18'i elektrik ve ısı üretimi, %15'i endüstriyel faaliyetler kaynaklıdır (77). Belirtilen aktiviteler sonucunda dış ortama verilen NO, atmosferde NO₂'ye oksitlenmektedir. Azot oksidin ozon gibi atmosferik oksidanlar tarafından oksidasyonu, atmosferde bulunan düşük reaktan seviyelerinde bile hızla meydana gelmektedir. Bu reaksiyon atmosferdeki NO₂ üretimi için en önemli yol olarak kabul edilmektedir (59, 75).

Jeotermal enerji santrali (JES) tesislerinde NO₂ emisyonları genel olarak gözlenmez. Ancak H₂S'in yakılmasına dayanan giderim sistemlerinde, NO₂ emisyonu gözlenebilir. JES tesislerinin ortalama NO₂ emisyonları, kömür ya da doğal gaz yakma tesislerine göre ihmal edilebilir seviyededir (76, 270).

2.3.1.3. Sağlık Etkileri

Doğada NO₂ çoğunlukla gaz olarak bulunur. Bu nedenle, insanlarda etkilenimin tek ilgili yolu, kaynak ister dış hava ister iç hava olsun, solumadır. Bu sebeple NO₂ öncelikle solunum sistemini etkileyen bir hava kirleticisidir (73). Solunduğunda, insanların solunum yollarında % 70–90 oranında absorbe edilir. Egzersiz ile absorbe edilen toplam yüzey artar (78, 79). Solunan NO₂'nin önemli bir kısmı nazofarenkste antagonize edilir ve vücuttan atılır. Bu nedenle, egzersizle nefes alma eylemi daha oral hale geldikçe, NO₂'nin alt solunum yoluna geçişi daha yüksek oranlarda gözlenebilir. Deneysel çalışmalar, NO₂'nin uzun süre akciğerde kalabileceğini göstermiştir. Ayrıca radyoaktif madde ile işaretlenmiş NO₂, ekstrapulmoner bölgelerde de tespit edilmiştir. Ayrıca NO₂ etkilenimi sonrasında kanda ve idrarda nitrik ve nitroz asitler gözlenmiştir (80-82). NO₂, havadaki diğer kimyasallarla reaksiyona girerek hem PM hem de O₃ oluşumuna neden olmaktadır. Bunların her ikisi de solunum sistemi üzerindeki etkilerinden dolayı solunduklarında zararlıdır (72).

PM, atmosferde katı partiküllerin ve sıvı damlacıkların karışımından oluşan kirleticidir. Bazıları direkt oluşurken bazıları atmosferdeki reaksiyonlar sonucu meydana

gelmektedir. PM doğal olarak ya da antropojenik olarak oluşabilmektedir. Antropojenik nedenli olanlar ısınma amaçlı ve taşıtlarda kullanılan yakıtlardan yanmasından kaynaklanmaktadır (3). PM insan sağlığını önemli şekilde etkileyebilen kirleticilerdendir. Partikül boyutu ile sağlık etkileri direkt ilişkilidir. Partikül çapı küçüldükçe yüzey alanının azalmasına bağlı olarak partiküllerin sağlık üzerine olumsuz etkileri daha fazla olmaktadır. PM₁₀ μm 'den büyük ise burun ve nazofarenkste, daha küçük olanlar bronşlarda, 1-2 μm çapındakiler alveollerde toplanırken 0,5 μm çapındakiler ve özellikle de 0,1 μm 'den ufak olanlar alveollerden intrakapiller aralığa diffüze olmaktadır. PM ile etkilenimin, artmış morbidite ve mortalite ile yakın ilişkisi bulunmaktadır. Çok düşük konsantrasyonlarda bile sağlık etkileri olmaktadır (3, 46, 72). Kalp yetmezliği veya koroner kalp hastalığı gibi kardiyak patolojileri olanlar, astım ve/veya KOAH (Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı) olanlar, çocuklar ve yaşlılar PM kirliliğine karşı hassastırlar. PM kirliliği arttığında kalp hastalığı, kronik akciğer hastalığı olanların ve yaşlıların acillere ya da hastanelere başvuru sıklığı hatta ölüm oranları artar. Kalp hastalığı olup partikül kirliliğinden etkilenen kişilerde; çarpıntı, göğüs ağrısı, nefes darlığı, kardiyak aritmi gibi semptomlar ortaya çıkabilmektedir. Akciğer hastalığı olanlar PM kirliliğinden etkilendiğinde ise; nefes darlığı, öksürük gibi semptomlara neden olabilmektedir. Ayrıca astım, kronik bronşit gibi solunum yolu hastalıkları olanlarda solunum yolu enfeksiyonlarına eğilimi arttırabilmekte, daha fazla doktor kontrolü ve daha fazla ilaç kullanımına neden olabilmektedir (3, 48, 83). Kronik olarak PM etkilenimi akciğer kanserine yol açabilmektedir. Hava kirliliği olan şehirlerde olmayanlara göre mortalitenin %15-20 daha fazla olduğu gösterilmiştir. DSÖ Avrupa bölgesinde PM_{2,5} seviyesi nispeten yüksek olan şehirlerde yaşayanların ortalama beklenen yaşam süresinin daha temiz havası olan şehirlerde yaşayanlardan 8,6 ay daha az olduğunu tespit etmiştir (46).

O₃, solunan havada bulunan bir gazdır. Nerede oluştuğuna bağlı olarak iyi ve kötü olarak nitelendirilebilmektedir. Atmosferde, stratosfer tabakası içinde, yeryüzünden yaklaşık olarak 19 ila 23 km'ler arasında bulunan katmana ozon tabakası denilmektedir. Stratosferdeki ozon tabakası yerküreyi ultraviyole ışınlarının zararlı etkilerinden korumaktadır ve iyi huylu ozon olarak bilinmektedir. Özellikle insan sağlığına zararlı olan kısa dalga boylu radyasyonu emmektedir (84). Ayrıca stratosfer tabakasındaki O₃, iklimi etkileyen bir sera gazıdır (3, 48). Yer yüzeyinden yaklaşık 15. km'ye kadar uzanan troposfer tabakasının yere yakın alt kısımlarında troposferik ozon tabakası bulunmaktadır. Kötü huylu ozon kirleticilerden atmosfere direkt olarak salınmamaktadır; temel kaynağı hidrokarbon ve azot oksitlerdir. Kötü huylu ozon, hidrokarbon ve azot oksit türevlerinin güneş ışığı ile birlikte girdikleri reaksiyon

ile oluşmaktadır. Azot oksit salım kaynakları denetlendiğinde veya kontrol altında tutulduğunda, kötü huylu ozonun insan yaşamındaki olumsuz etkileri de ortadan kaldırılmış olacaktır. Ozon kirliliği sağlık açısından zararlıdır. Hem gençlerde hem de yaşlılarda sağlık problemlerine neden olabilmektedir (3). Yüksek konsantrasyonlarda O₃ seviyesinden etkilenim; nefes darlığı, öksürük, baş ağrısı, mide bulantısı ve solunumla ilgili rahatsızlıklara sebep olabilmekte, cilt problemlerine ve kalıcı solunum yolu hasarlanmalarına neden olabilmektedir (3, 83, 85).

Yüksek konsantrasyonlarda NO₂ içeren havanın solunması, insan solunum sistemindeki hava yollarını tahriş edebilmektedir. Kısa süreli bu tür etkilenimler öksürme, hırıltılı solunum veya nefes almada zorluk gibi solunum sistemi semptomlarına yol açabilmekte, astım ve bronşit gibi solunum sistemi hastalıklarını şiddetlendirebilmekte, hastane ve acil servis başvurularını arttırabilmekte, mortaliteyi arttırabilmektedir (3, 46, 72). Yüksek konsantrasyonlarda NO₂ etkilenimin uzun süreli olması durumunda astım ve bronşit gelişebilmekte, solunum yolu enfeksiyonlarına yatkınlık artabilmekte ve akciğer fonksiyonu azalabilmektedir (46, 72). DSÖ rehberinin sınır olarak belirlediği 1 saatlik 200 µg/m³ (0,11 ppm) NO₂ etkilenimi ile solunum yollarında ciddi tahriş gözlenmiştir (3, 86). Çocuklar, yaşlılar, astımı ve KOAH'ı olan kişiler, NO₂'nin sağlık etkileri açısından genellikle daha büyük risk altındadır (72). Kanada'da gerçekleştirilen bir çalışmada NO₂ etkilenimi ile KOAH'a bağlı hastane yatışları üzerinde anlamlı ve artan bir ilişki olduğu saptanmıştır (87). Amerika'da gerçekleştirilen bir çalışmada NO₂ ve PM artışının çocuklarda akciğer fonksiyonlarının azalmasına neden olduğu gösterilmiştir (88). Yapılan çalışmalar, 5-12 yaş arası çocukların, NO₂ konsantrasyonundaki her 28,3 µg/m³'lük artış için solunum semptomları ve hastalık riskinde %20 oranında artış gözlendiğini saptanmıştır (73).

Sağlıklı yetişkinlerde akut dönemde akciğer fonksiyonunda değişiklikleri gözlemek için 1880 µg/m³'ü (1 ppm) aşan konsantrasyonlar gereklidir. Bu konsantrasyonlar ortam havasında neredeyse hiç oluşmamaktadır (80-82, 89). Bu sebeple NO₂'nin sağlık etkilerine ilişkin endişeler, sağlıklı yetişkinler üzerinde değil, önceden akciğer hastalığı olan kişiler üzerinde odaklanmıştır. Astım, KOAH veya kronik bronşit hastaları üzerinde yapılan çalışmalarda düşük konsantrasyonlarda NO₂ etkileniminin FVC (Forced vital capacity-Zorlu Vital Kapasite) ve FEV₁ (Forced expiratory volume in the first second-Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm) veya hava yolu direncinde artışlara, soğuk havaya karşı hava yolu reaktivitesinde artışlara neden olabileceği gösterilmiştir (90-92). Astım hastalarında 1 saat süreyle 225 µg/m³ (0,12 ppm) konsantrasyonunda NO₂ etkilenimi ile dinlenme halinde

akciğer fonksiyonunda bir değişiklik gözlenmez iken, 10 dakikası egzersiz ile geçen 40 dakikalık 338 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,18 ppm) konsantrasyonunda NO₂ etkilenimi ile FEV₁'de düşüş gözlenmiştir (93, 94). Diğer bir çalışma, KOAH olan kişilerin, 3,75 saatlik 560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,3 ppm) konsantrasyonunda NO₂ etkileniminden akciğer fonksiyonlarının hafifçe etkilendiğini saptamıştır (95). Roger ve arkadaşlarının astım hastaları ile gerçekleştirdikleri bir çalışmada, 10 dakikalık egzersiz sırasında 560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,3 ppm) konsantrasyonunda NO₂ etkilenimi sonucunda FEV₁'de düşüş olduğu görülmüştür (91). Astım hastalarında gerçekleştirilen diğer bir çalışmada ise 1 saat ve üzeri sürelerde 380-560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,2-0,3 ppm) konsantrasyonlarda NO₂ etkilenimi ile allerjene duyarlılıkta artış, bronkokonstrüksiyon, hava yolu inflamasyonunda artış ve akciğer savunma mekanizmasında tahribatlar gözlenmiştir (73). Sağlıklı yetişkinlerde ise 1.880 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 ppm) ve üzeri konsantrasyonlarda NO₂ etkileniminin solunum yolu işlevlerinde değişikliğe sebep olduğu gözlenmiştir (86). Bauer ve arkadaşlarının astımlı hastalarda gerçekleştirdikleri bir çalışmada 560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,3 ppm) NO₂ etkilenimi ile hem egzersiz sırasında hem de 30 L/dk soğuk hava soluma sırasında FEV₁'de düşüş olduğu görülmüştür (79). NO₂'ye akut dönemde yüksek konsantrasyonlarda etkilenim sonrasında sağlık etkilerinin görülmediği çalışmalar da literatürde mevcuttur (73). Linn ve arkadaşlarının astımlı hastalarda gerçekleştirdikleri bir çalışmada ise; 7520 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4 ppm) NO₂'den 75 dakikalık etkilenimde hiçbir etki gözlemlenmemiştir (97). Sağlıklı insanlarda sağlık etkileri çok daha yüksek konsantrasyonlarda gözlenmiştir. Dinlenme veya hafif egzersiz sırasında 2 saatten daha az süreyle 4700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2,5 ppm) üzerindeki konsantrasyonda NO₂ etkilenimi ile sağlıklı insanların akciğer fonksiyonlarında belirgin düşüşler tespit edilmiştir. 1880 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten (1 ppm) daha az konsantrasyonda bu etki gözlenmemiştir (73). NO₂ seviyelerinin standartları aşan değerlerinin sağlığa olan ters etkilerinin yanı sıra bu kirleticilerin SO₂ ile birlikte yüksek miktarlarda bulunması insan sağlığına yaptığı olumsuz etkiyi daha da şiddetlendirmektedir (66).

Literatür incelendiğinde subkronik ve kronik NO₂ etkilenimi ile ilgili çalışmaların kısıtlı sayıda olduğu görülmektedir (73). NO₂'den subkronik ve kronik etkilenim sonrasında görülen sağlık etkileri daha çok çocuk ve hayvan çalışmalarında gösterilmiştir. Mevcut sonuçlar yıllık ortalama 50-75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,03-0,04 ppm) veya daha yüksek NO₂ konsantrasyonlarında, çocuklarda solunum etkilerinin geliştiği görülmüştür (73). Literatürdeki pek çok bilimsel çalışma astımlı çocuklarda bronşit semptomlarındaki artışın kronik NO₂ etkilenimi ile istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir (3, 98). Luginaah ve arkadaşları, yetişkin sağlıklı insanlarda kronik NO₂ etkilenimi ile solunumla

ilgili hastane başvuruları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu saptamıştır (99). Hayvan çalışmaları incelendiğinde düşük konsantrasyonlarda subkronik veya kronik NO₂ etkilenimi ile akciğer metabolizma, yapı ve fonksiyonunda değişiklikler, inflamasyon, hücresel düzeyde değişiklikler, amfizem benzeri tablo ve solunum yolu enfeksiyonlarına yatkınlık geliştiği görülmüştür (80, 81, 89). Hayvanlar ile gerçekleştirilen çalışmalar, 1880 µg/m³'den (1 ppm) daha az konsantrasyonlarda subkronik veya kronik NO₂ etkileniminin akciğer, dalak, karaciğer, kan gibi organlarda çok sayıda etkiye neden olduğunu tespit etmiştir. Hem geri döndürülebilir hem de geri döndürülemez akciğer etkileri gözlenmiştir. Yapısal değişikliklerin, trakeobronşiyal ve pulmoner bölgelerdeki hücre tiplerindeki değişiklikten amfizem benzeri etkilere kadar değiştiği görülmüştür. 380-750 µg/m³ (0.2-0.4 ppm) NO₂ konsantrasyonlarında biyokimyasal değişikliklerin geliştiği, 940 µg/m³ (0.5 ppm) NO₂ konsantrasyonlarında akciğerin bakteriyel ve viral enfeksiyonlara karşı duyarlılığının arttığı görülmüştür (100). Yapılan çalışmalarda, 1-6 ay boyunca 560-940 µg/m³ (0,3-0,5) NO₂ konsantrasyonlarından etkilenimde denek hayvanların akciğer yapısında, akciğer metabolizmasında ve bakteriyel enfeksiyona karşı akciğer savunmasında değişiklikler geliştiği görülmüştür (73). 1880-9400 µg/m³ (1-5 ppm) NO₂ konsantrasyonlarından tekrar tekrar etkilenimde; hayvanlarda solunum sıklığının arttığı görülmüştür (80, 89).

Kanıtlar ayrıca NO₂'nin, kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıklarından kaynaklanan erken ölüm ve morbidite ile bağlantılı olarak büyük bir hastalık yükünden sorumlu olabileceğini düşündürmektedir (46). Vedal ve arkadaşlarının Kanada'da gerçekleştirdikleri bir çalışmada kış mevsiminde ölüm oranı ile NO₂ etkilenimi arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir (102). Kadınlarla yapılan bir araştırmada, NO₂ etkilenimi ile tüm nedenlere bağlı ölüm oranı, solunum yolu ve kardiyovasküler hastalıklara bağlı mortalite arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunmuştur (103, 104). Maheswaran ve arkadaşları, 1994 ile 1998 yılları arasında İngiltere'nin Sheffield kentinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, NO₂ etkilenimi ile inme arasında anlamlı düzeyde bir ilişki saptamıştır (105).

2.3.2. SO₂

2.3.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

SO₂, kükürt oksit (SOX) gazlarının bir üyesi olup renksiz, yanmayan ve parlamayan bir gazdır (107). Gaz halindeki kirleticiler arasında yanıcı olmayan renksiz bir gaz

olan kükürt oksitler en çok bilinen birincil hava kirleticilerdendir (72). SO₂, havaya karışan kükürt oksitler içerisinde en önemli paya sahiptir. SO₂, kükürt oksit grubunun en önemli bileşenidir ve grubun göstergesi olarak kullanılır. Kükürt oksit grubunun diğer üyeleri kükürt trioksit (SO₃), dikükürt trioksit (S₂O₃), dikükürt heptaoksit (S₂O₇) ve kükürt tetraoksit (SO₄)'tir (46, 72).

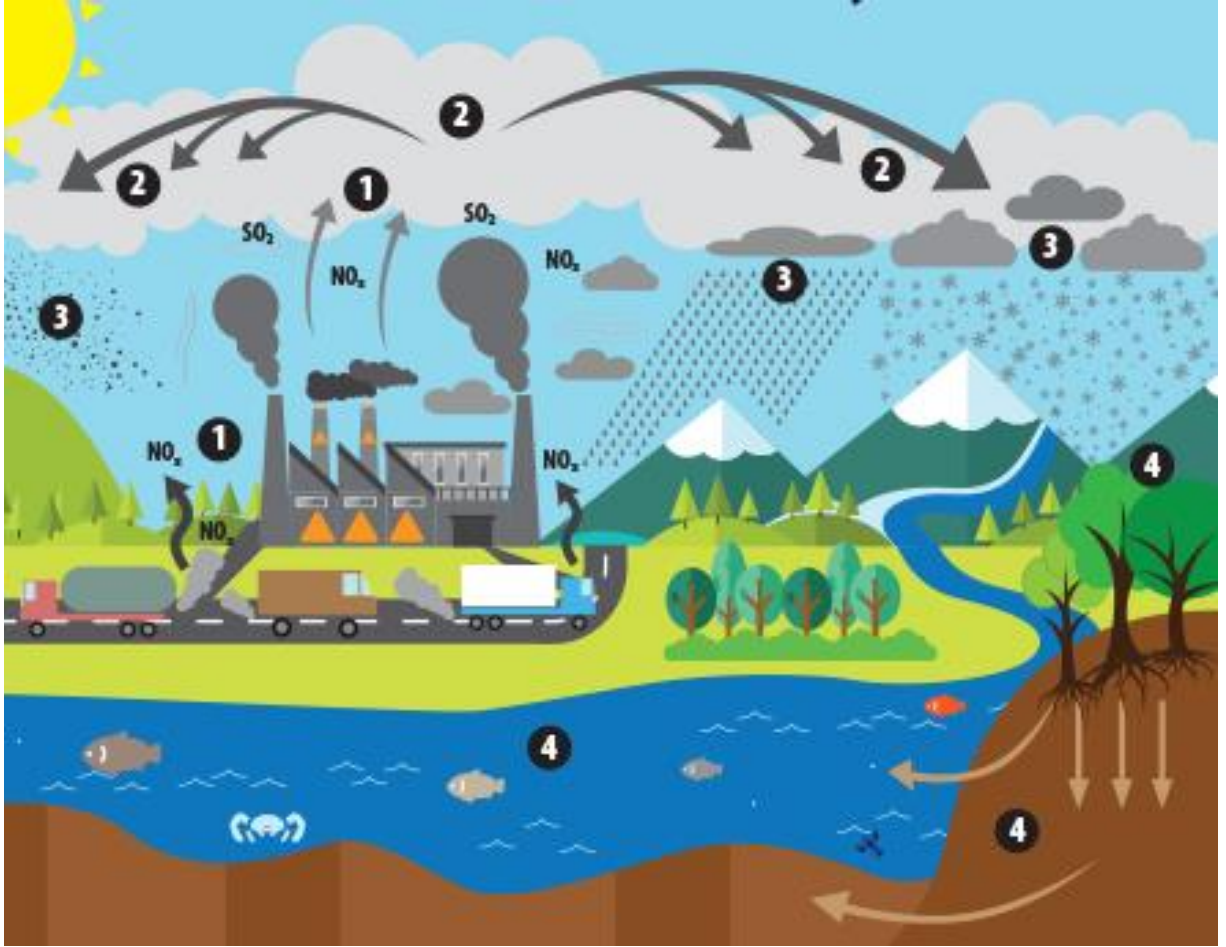
SO₂ formülünde bir kükürt iki oksijen yer alır. Aralarında kovalent-polar bağ yaparlar. Atmosfer basıncında gaz halde bulunan, renksiz, yanıcı olmayan, tadı ekşi, kokusu keskin boğucu, asidik, parlamayan ve zehirli bir gazdır (Tablo VII). SO₂, kükürt veya kükürt içeren malzemelerin yanması sonucu açığa çıkmaktadır. Kükürt oksitlerin yaklaşık %60'ı kömür yakılması ile oluşmaktadır. SO₂ suda kolayca çözünmesi ile asit ve diğer ana ürünleri oluşturur ve atmosferde sülfat aerosolleri ve partiküllerin oluşmasında etkindir. Atmosferde sülfat aerosolleri ve partikülleri rüzgarlar ile çok uzaklara taşınabilmektedirler. En önemli kükürtlü gazlar; kükürt dioksit (SO₂), kükürt trioksit (SO₃) ve hidrojen sülfür (H₂S) dür (3, 72, 108).

Tablo VII. SO₂ fiziksel ve kimyasal özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021 (3, 46, 72)

Karakteristik	
Madde adı	Kükürt dioksit
CAS (KBN)	7446-09-5
Moleküler formül	SO ₂
Moleküler kütlesi	64.066 g/mol
Yoğunluk	2,62 kg/m ³
Erime noktası	-72,7 °C
Kaynama noktası	-10,0 °C
Renk	Renksiz
Koku	Keskin, boğucu
Çevirme çarpanı	1 ppm SO ₂ = 2620 µg/m ³

SO₂ havadaki su ile birleşerek önce sülfüröz asit (H₂SO₃), daha sonra da sülfürik asit (H₂SO₄) oluşturmaktadır. Bunlar da hassas ekosistemlere zarar verebilecek asit yağmurlarını oluşturabilmektedir (85, 109). Rüzgarlar, SO₂ ve azot oksitleri sınırların ötesine sürükleyerek asit yağmurunu sadece kaynaklara yakın yaşayanlar için değil, herkes için bir sorun haline getirebilmektedir. SO₂ ve azot oksitler, su, oksijen ve NH₃ gibi kimyasallarla reaksiyona girerek sülfürik asit ve nitrik asitleri oluşturmaktadır. Asit yağmuru, sülfürik veya nitrik asit gibi asidik bileşenlerin atmosferden ıslak veya kuru formlarda yere düşmesi olarak

tanımlanmaktadır (46) (Şekil I). Asit yağmuruna neden olan kükürt oksit ve azot oksitlerin küçük bir kısmı yanardağlar gibi doğal kaynaklardan gelirken, çoğu fosil yakıtların yanmasından gelmektedir. Elektrik üretmek için fosil yakıtların yakılması, motorlu taşıtlar, imalat sanayi ve petrol rafinerileri atmosferdeki kükürt oksit ve azot oksitlerin başlıca kaynaklarıdır (2, 110, 111). Asit yağmurları toprağa zarar vermekte, bitkilerin büyümesini yavaşlatmakta, ormansızlaşmaya neden olmakta, nehir ve göllerde pH'ı düşürerek suda yaşayan canlılara zarar vererek çevresel tahribata neden olmakta ve ekosisteme zarar verebilmektedirler (72, 112).



Şekil I. Asit yağmuru yolakları, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı, Asit Yağmuru, 2021 (113)

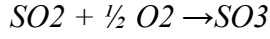
1. SO₂ ve azot oksit emisyonları havaya salıncı
2. Kirlenmiş parçacıkların atmosferde uzun mesafelere taşınması
3. Bu asit parçacıkları daha sonra ıslak veya kuru formda (toz, yağmur, kar vb.) toprağa düşer
4. Toprak, ormanlar, akarsular ve göller üzerinde zararlı etkilere neden olabilir

Asit yağmuru tepkime basamakları aşağıda özetlenmiştir:

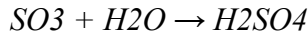
- SO₂, havanın nemi ile birleşerek H₂SO₃'ü oluşturmaktadır.



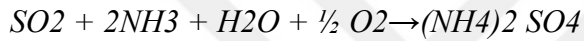
- Atmosferdeki SO₂'nin büyük bir kısmı SO₃ haline yükseltgenmektedir.



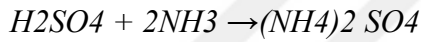
- SO₃'de, su buharı ile H₂SO₄ haline dönüşmektedir.



- SO₂ atmosferde NH₃ ile de reaksiyona girebilmektedir. NH₃, nemli hava ve SO₂ varlığında hızlı bir şekilde amonyum sülfat tuzunu [(NH₄)₂ SO₄] oluşturmaktadır.



- Atmosferde SO₂'nin yükseltgenmesi ile oluşan H₂SO₄ ile NH₃'ün etkileşmesiyle de aynı tuz oluşur.



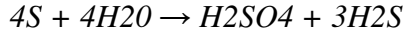
Oluşan bu iyon ve moleküller, yağmur suyunun pH seviyesini düşürerek, yağmur suyuyla beraber asit yağmurlarını meydana getirmektedir. Asit yağmurları yer üstü ve yer altı su kaynaklarında pH değerini düşürerek doğal dengenin bozulmasına ve sera etkisi göstererek yerküre sıcaklığının artmasına neden olmaktadır (113, 115).

2.3.2.2. Kaynakları

Kükürt (S), ham petrol, kömür, bakır, çinko, kurşun, demir ve alüminyum gibi maden cevherlerinde bol miktarda bulunmaktadır. Kükürt oksit gazları kükürt içeren yakıtlar yandığında, petrolden mazot elde edilmesi sırasında ya da metallerin saflaştırılması süreçlerinde ortaya çıkmaktadır (3, 120). Atmosferdeki en önemli antropojenik SO₂ kaynağı, kömür ve linyit gibi fosil yakıt türevlerinin yakıldığı enerji santralleridir (72). Petrol rafineleri, bakır, kurşun, alüminyum, demir gibi metallerin çıkarıldığı madenler, jeotermal enerji santralleri, çimento fabrikaları, motorlu taşıtlar SO₂ emisyonunun diğer antropojenik kaynaklarıdır (3, 23, 116). SO₂'nin doğal kaynakları ise orman yangınları ve volkanik

patlamalardır (3, 72, 85). Kentsel bölgelerde SO₂ kirliliğinin önemli kaynaklarından biri de işyerlerinde ve konutlarda ısınma amaçlı olarak kullanılan katı ve sıvı yakıtlardır (72).

Jeotermal kaynaklar sıklıkla ölçülebilir miktarda S bileşiği içermektedir. Sıcak su, S içeren rezervuar kayadan geçtiğinde, reaksiyon tarafından H₂S üretilir (116, 117).



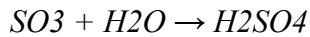
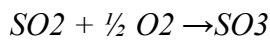
Jeolojik olarak aktif bölgelerde SO₂, altta yatan magma gövdesinden jeotermal rezervuara girebilmektedir. Rezervuara girdikten sonra, SO₂ sıcak suyla reaksiyona girerek H₂S oluşturmaktadır (116, 117).



Jeotermal elektrik üretimi sırasında, H₂S genellikle atmosfere girmekte ve iki gün içinde SO₂'ye oksitlenmektedir (75, 116, 117).



Su buharı varlığında, sonraki reaksiyon zincirleri SO₃ ve H₂SO₄ oluşturur (116, 117).



2.3.2.3. Sağlık Etkileri

SO₂ kirliliği ve oluşturduğu ikincil ürünler insan sağlığı ve çevre kirliliği açısından olumsuz etki yaratmaktadır (85, 118, 119). SO₂, atmosferdeki diğer bileşiklerle reaksiyona girerek küçük parçacıklar oluşturmakta ve PM kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Küçük parçacıklar akciğerlere derinlemesine nüfuz etmekte ve sağlık sorunlarına neden olmaktadır (72).

SO₂ yüksek konsantrasyonlarda solunum yolları ve gözü tahriş edebilen iritan bir gazdır (3). SO₂, yüksek konsantrasyonlarda solunum sisteminde inflamasyona neden

olabilmekte, astım ve kronik bronşit gibi hastalıkların şiddetlenmesine yol açabilmekte ve solunum yolu enfeksiyonlarına yatkınlığı arttırabilmektedir. SO₂ burun, geniz ve boğazdaki nemle reaksiyona girerek solunum sistemindeki sinirleri de olumsuz etkileyebilmektedir (3, 46, 73).

SO₂ yüksek konsantrasyonlarda bronkospazma neden olabilmektedir. SO₂'den etkilenildiğinde wheezing, nefes darlığı, göğüste sıkışma hissi gelişebilmekte ve kişi bronkodilatör ilaçlara ihtiyaç duyabilmektedir (3, 72). SO₂ seviyelerinin yüksek olduğu günlerde, özellikle çocuklar, yaşlılar ve astım hastaları gibi hassas gruplarda solunum yolu ve kardiyovasküler hastalıklara bağlı morbidite ve mortalite artmaktadır (3, 46, 72, 73, 120). Pikhart ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada SO₂ konsantrasyonunda 50 µg/m³'lük (0,02 ppm) artış ile hırıltılı solunum semptomu yaşayan ve astım tanısı konulan kişi sayısında artış olduğu saptanmıştır (121). Luginaah ve arkadaşları, SO₂ konsantrasyonlarındaki 50 µg/m³'lük (0,02 ppm) artış ile çocukların solunumla ilgili hastane başvuru sayılarında bir artış olduğunu tespit etmiştir (99). Wilson ve arkadaşları, İngiltere'de gerçekleştirdikleri bir çalışmada dış ortam SO₂ konsantrasyonlarında gerçekleşen 10 µg/m³'lük (0,004 ppm) bir artış ile, solunumla ilgili acil servis başvuruları arasında ilişki olduğunu tespit etmiştir (122). Hapçioğlu ve arkadaşları tarafından İstanbul'da bir hastanede gerçekleştirilen bir çalışmada, 1997- 2001 yılları arasında KOAH sebebiyle acil servise başvurularla meteoroloji ve hava kirliliği parametreleri arasındaki ilişki incelenmiş ve SO₂, NO ve PM₁₀ için pozitif anlamlı bir ilişki olduğu ve kirliliğin fazla olduğu kış aylarında yaz aylarına göre hastaneye daha fazla başvuru olduğu tespit edilmiştir (127). Almanya ve Hollanda'da gerçekleştirilen bir çalışmada on yıllık bir süreç içerisinde SO₂ konsantrasyonlarında gerçekleşen düşüş ile ölüm oranları arasında pozitif yönde anlamlı düzeyde bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (133, 134). Barnett ve arkadaşları, Avustralya ve Yeni Zelanda'da toplamda yedi şehirde gerçekleştirdikleri bir çalışmada dış ortam havasındaki 1 saatlik SO₂ konsantrasyonlarındaki değişimin, çocukların solunum sıkıntısı, pnömoni ve akut bronşit tanısı ile hastane başvurularındaki artışla anlamlı düzeyde ilişkili olduğunu bulmuştur (75). Koken ve arkadaşları, 65 yaşın üzerindeki erkeklerde ortamdaki SO₂ etkilenimi ile kardiyak disritmiler nedeni ile hastaneye yatış oranları arasında bir ilişki olduğunu gözlemlemiştir (128). Sheppard ve arkadaşlarının astım hastalarında gerçekleştirdikleri bir çalışmada 131 µg/m³ (0,05 ppm) ve 655 µg/m³ (0,25 ppm) SO₂ konsantrasyonlarında dakikadaki ventilasyon sayısı arttıkça hava yolu direncinin arttığını tespit etmişlerdir (129). Hedley ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada kirliliğin

kontrol edilmesi ile yıllık ortalama yaşam süresi kazancının kadınlarda 20 gün, erkeklerde 41 gün olduğu tespit edilmiştir (130).

Literatür incelendiğinde kronik SO₂ etkileniminin insan sağlığı üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür (135). Gözlemsel çalışmalar, solunum semptom ve hastalıkları ile kronik SO₂'ye maruz kalma arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca SO₂'den etkilenim, önceden var olan kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıklarının şiddetlenmesine de yol açmaktadır (135). Smith ve arkadaşlarının izabe tesisinde çalışan işçiler üzerinde gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada, 1310-2620 µg/m³ (0.5-1.0 ppm) konsantrasyonlarında kronik SO₂ etkilenimin, FEV₁ ölçümlerinde önceden var olan anormalliklerin daha da kötüleşmesine sebep olduğu gösterilmiştir (136). Henneberger ve arkadaşları, kağıt hamuru fabrikasında çalışan işçilerde kronik SO₂ etkilenimi ile hırıltılı solunum ve kronik bronşit geliştiğini tespit etmiştir (137). Schenker ve arkadaşları, ABD'de (Amerika Birleşik Devletleri) elektrik üretim tesisinin çevresindeki bölgede gerçekleştirdikleri bir çalışmada, SO₂'den kronik etkilenen kadınlarda kontrol bölgesine kıyasla hırıltılı solunumun daha fazla görüldüğü saptanmıştır (138). Hayvan çalışmalarında da insan çalışmalarına benzer sonuçlar bulunmuştur. Kitabatake ve arkadaşlarının kobaylarda gerçekleştirdikleri bir çalışmada, kronik SO₂ etkilenimi ile ekspiratuar ve / veya inspiratuar sürelerin uzadığı tespit edilmiştir (141). Bir başka çalışmada kronik SO₂ etkileniminin koyunlarda öksürük, solunum yollarında ödem ve hasar gelişmesine neden olduğunu saptamıştır (142).

2.3.3. NH₃

2.3.3.1. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Amonyak (NH₃), çok keskin ve tahriş edici kokusu olan renksiz, yanıcı olmayan, alkali bir gazdır (Tablo VIII). Tek doğal alkali hava kirleticisidir. NH₃ molekülü, bir azot ve üç hidrojen atomundan oluşur (110, 143, 144). NH₃ bitki, hayvan ve insan yaşamı için çok önemlidir ve suda, toprakta ve havada bulunur. Canlılar için önemli bir azot kaynağı olan NH₃, aerobik ve anaerobik ayrışma ile oluşur. Ortamdaki NH₃'ün çoğu, ölü bitki ve hayvanların doğal olarak parçalanmasından gelir (145).

Tablo VIII. NH₃'ün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021 (110, 143-145, 147)

Karakteristik		
Madde adı		Amonyak
Kimlik numaraları	CAS (KBN)	7664-41-7
	PubChem numarası	222
	UN numarası	UN 1005
	RTECS numarası	BO 0875000
Eş anlamlıları		Amonyum hidroksit Susuz amonyak
Moleküler formül		NH ₃
Moleküler kütlesi		17.031 g/mol
Yoğunluk		0.86 kg/m ³ (kaynama noktasında 1.013 bar) 0.769 kg/m ³ (Standart koşullarda)
Erime noktası		-77.73 °C
Kaynama noktası		-33.34 °C
Çözünürlük		Eter ve alkolde iyi çözünür
Renk		Renksiz
Koku		Güçlü acı koku
Çevirme çarpanı		1 ppm NH ₃ = 0,707 mg/m ³

NH₃ ayrıca antropojenik olarak da üretilir. DSÖ'ye göre NH₃, en yaygın kullanılan endüstriyel kimyasallardan biridir (146). NH₃, üre, amonyum nitrat, amonyum tuzları, naylon, akrilonitril ve izosiyanat üretiminde bir ara maddedir (144, 147). NH₃'ün en önemli kullanım alanlarından biri gübredir (148). Üretilen tüm NH₃'ün %80'i gübre olarak kullanılmaktadır. Bunun üçte biri doğrudan toprağa saf NH₃ olarak uygulanırken, üçte ikisi NH₄⁺ (Amonyum) bileşikleri içeren diğer gübreleri yapmak için kullanılmaktadır. Bu gübreler bitkilere azot sağlamak için kullanılır. NH₃ ayrıca sentetik lifler, plastikler, patlayıcılar ve temizlik ürünleri üretmek için de kullanılmaktadır (145).

NH₃ kullanım alanları aşağıda belirtilmiştir:

- Boyalarda
- Parfümlerde
- Temizlik malzemelerinde
- Patlayıcılarda
- Gübre yapımında
- Sanayide

- Nitrik asitin üretiminde
- Hidrazin üretiminde
- Farmasötiklerin üretiminde
- Plastiklerde
- Liflerde
- Böcek ilaçlarında
- Kauçuk endüstrisinde
- Su arıtma sistemlerinde
- Petrokimya endüstrisinde
- Yiyecek ve içecek endüstrisinde
- Metal işleme işlemlerinde
- Endüstriyel soğutma sistemlerinde (124, 145, 147-151).

NH₃ gazı, atmosferde çok önemli bir temel bileşiktir. NH₃ gazı, susuz amonyak olarak da bilinir. NH₃ gazı atmosferik kimyasal süreçlerde ve hassas ekosistemlerde (ormanlar, topraklar, akarsular ve kıyı suları) meydana gelen biyojeokimyasal süreçlerde kilit bir rol oynamaktadır. Sülfürik asit (H₂SO₄), nitrik asit (HNO₃), nitroz asit (HNO₂), hidroklorik asit (HCl), azot dioksit (NO₂) veya sülfür dioksit (SO₂) gibi asidik maddelerle kolayca reaksiyona girerek, ağırlıklı olarak ince partikül fraksiyonundan (boyut <2,5 µm) oluşan amonyum tuzlarını oluşturmaktadır. Bu oluşan amonyum sülfat ve amonyum nitrat gibi amonyum tuzları hava kalitesini ve insan sağlığını etkilemekte ve genel PM yüküne katkıda bulunmaktadır (145, 152-158). Amonyum tuzlarının atmosferik ömürleri birkaç günden bir haftaya kadar uzanır ve atmosferde çok uzak mesafelere taşınabilmektedir (156-158). Amonyum tuzlarının oluşumu, gaz halindeki NH₃'ün atmosferden uzaklaştırılmasında etkili bir mekanizmadır (159). Bu dönüşüm, daha çok atmosferin en alt (100 m) tabakasında gerçekleşir (160) ve gündüzleri geceye göre çok daha hızlı gerçekleşir (159).

Ortamdaki aşırı NH₃, ekosistemlerin asitleşmesine ve ötrofikasyonuna yol açmaktadır. Bulut suyunun pH'ını etkileyerek yağış miktarını etkilemektedir (161-164). Bu sebeple NH₃ iklim değişikliğine de katkıda bulunmaktadır (165).

2.3.3.2. Kaynakları

NH₃, hem insanlar hem de doğa tarafından üretilmektedir. İnsanlar tarafından üretilen NH₃ miktarı neredeyse doğanın ürettiği miktara eşittir. Bununla birlikte, NH₃'ün

endişeye neden olabilecek bir seviyeye çıkması, muhtemel doğrudan veya dolaylı olarak insanlar tarafından üretilmesinden kaynaklanmaktadır (166). Atmosferdeki ortalama küresel NH₃ konsantrasyonu 0,3 ila 6 ppb arasında değişmektedir. Tarımsal veya endüstriyel alanların yakınında NH₃ konsantrasyonlarının daha yüksek seviyelerde olduğu bildirilmiştir (145). Almanya'daki bir çalışmada gübre yığınlarının ve endüstriyel kaynaklarının yakınında NH₃ konsantrasyonlarının 10,3 ile 89 ppb arasında değiştiği, domuz ahırlarında bu konsantrasyonun 47 ppm'e kadar yüksek seviyelere ulaştığı saptanmıştır (145).

Küresel ölçekte, atmosferde bulunan NH₃'ün büyük çoğunluğu doğal süreçlerin sonucudur (146). Bu doğal süreçler, esas olarak bitkiler ve hayvanlar gibi organik maddelerin biyolojik olarak parçalanmasından ve hayvan atıklarının, özellikle idrarın kimyasal ve mikrobiyal parçalanmasından oluşmaktadır. Diğer doğal NH₃ kaynakları arasında bitki örtüsü, orman yangınları, okyanuslar, volkanik patlamalar ve insan nefesi bulunmaktadır (178-181). Literatür incelendiğinde bazı çalışmalar hayvan atıklarının küresel NH₃ emisyonunun yaklaşık olarak %40'ından sorumlu olduğunu belirtmektedir (171-173).

NH₃'ün antropojenik kaynakları incelendiğinde ise tarımsal ve hayvansal faaliyetlerin NH₃ emisyonunun büyük bir kısmından sorumlu olduğu görülmüştür (152, 153, 156). EPA'nın yayımladığı bir raporda tarım sektörünün ABD NH₃ emisyonlarının yaklaşık % 85'ine katkıda bulunduğu bildirilmiştir (174). Almanya'da gerçekleştirilen bir çalışmada ise bu oran %90'dan fazla bulunmuştur (175). Yaygın hayvan yetiştirme operasyonlarına (sığır, domuz ve kümes hayvanları) sahip devletler en yüksek NH₃ emisyon yoğunluklarına sahip ülkeler arasında olduğu görülmüştür (174). Rusya'da gerçekleştirilen bir çalışmada, gübre uygulamalarından ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan NH₃ emisyonlarının, tüm antropojenik kaynaklardan gelen toplam NH₃ emisyonlarının % 94'ünü oluşturduğu saptanmıştır (176). NH₃ kaynakları, insan sağlığı üzerinde önemli etkileri olan ince partikül hava kirliliğine de güçlü bir şekilde katkıda bulunmaktadır. Avrupa'da yoğun nüfuslu bölgelerde ince partikül kütlelerinin % 10-20'sinden sorumlu tutulmuştur (156, 177). Diğer antropojenik NH₃ kaynakları arasında gübre üretim tesislerinin, kok tesislerinin, atık sahalarının, motorlu taşıtların, endüstriyel ve biyokütle yanma olaylarının, fosil yakıt tüketiminin, enerji santrallerinin, kanalizasyon çalışmalarının, gübre uygulamalarının, sigara tüketiminin ve hayvan barınak ve çiftliklerinin olduğu görülmektedir (145, 152, 172, 173, 178-181). Bouwman ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada evcil ve vahşi hayvanların, sentetik gübre kullanımının, okyanusların, biyokütle yanma olaylarının, fosil yakıtların ve endüstriyel faaliyetlerin NH₃ emisyonlarına katkı sağladığı gösterilmiştir (172).

Gübreinin toprağa NH₃, amonyum bileşikleri veya NH₃ öncüleri (üre gibi) olarak uygulanması, atmosfere NH₃ salımının önemli kaynaklarından biridir (173, 182). Taze gübrelenmiş tarlalardan kaynaklanan NH₃ emisyonu oranının, pH, sıcaklık, toprak özellikleri, yağış miktarı, uygulama yöntemi, rüzgar hızı gibi değişkenlere bağlı olarak değiştiği görülmüştür (182, 183).

Motorlu taşıtlar, hidrokarbon, karbon monoksit ve nitrojen oksit emisyonlarını eşzamanlı olarak kontrol edebilmek için katalizörlerle donatılmıştır. Motorlu taşıtlardaki katalizörler, motordaki hava-yakıt oranını sürekli olarak dalgalandırarak çalışmakta ve ardından indirgeyici koşullar altında NH₃ üretmektedir (184). Amerika Teksas'ta gerçekleştirilen bir çalışmada sabah trafiğin yoğun olduğu saatlerde NH₃ konsantrasyonlarının yüksek seviyelerde olduğu gözlenmiştir (185).

Enerji santrallerinden kaynaklı NH₃ emisyonlarının mekanizması diğer endüstriyel tesislere göre daha farklıdır. Enerji santrallerinden NH₃ direkt salınmaz. Enerji santrallerinden kaynaklı NO₂ emisyonlarının kontrol altında tutulması gerekmektedir. NO₂ emisyonları, enerji santrallerinde seçici katalitik indirgeme ve seçici katalitik olmayan indirgeme sistemlerinin kullanılması ile kontrol altında tutulmaktadır. Bu teknolojilerin her ikisi de NO₂ kontrol sürecinin bir parçası olarak NH₃ ilavesini gerektirmektedir. Bu durum enerji santrallerinden NH₃ kaçığına sebep olabilmektedir (152, 186).

NH₃, atık sahalarında da tespit edilmiştir. Atık sahalarındaki hava, toprak ve su örneklerinde NH₃ bulunmuştur. NH₃ ayrıca bir atık sahasında havuzlarda veya diğer su kütlelerinde çözülmüş olarak ve toprak parçacıklarına yapışmış halde bulunabilmektedir. Bu sahaların yakınlarında yaşayan veya atık sahasında çalışan nüfuslar, tarımsal ortamlardakine benzer konsantrasyonlarda NH₃ seviyelerinden etkilenebilmektedir (145).

Kentsel alanlarda endüstriyel faaliyetler, yerel veya bölgesel NH₃ seviyelerindeki önemli artışlara katkıda bulunmaktadır (184). Asbest gibi mineral üretimi, alüminyum, demir, çelik gibi metal üretimi, yağlı kum üretimi, ahşam üretimi, kok üretimi, amonyum nitrat, amonyum fosfat ve üre üretimi, pancar şekeri üretimi, kağıt üretimi gerçekleştirilen tesisler ve petrol rafinerileri NH₃'ün başlıca endüstriyel kaynaklarıdır (187). Nijerya'da konut, ticaret ve endüstriyel alanlarda ana yolların yakınındaki hava kirletici konsantrasyonlarının değerlendirildiği bir çalışmada ortalama NH₃ konsantrasyonu 463±180 µg/m³ olarak bulunmuştur (188).

Sigara içimi de NH₃ emisyonlarına katkı sağlamaktadır. Geadah'a (1985) göre sigara içmek Kanada'daki NH₃ emisyonlarına 6 ton katkıda bulundu (167).

2.3.3.3. Sağlık Etkileri

NH₃, tüm memeli türlerinde endojen olarak üretilmekte ve kullanılmaktadır. NH₃, DNA, RNA ve protein sentezi için gerekli bir memeli metabolitidir ve asit-baz dengesini korumak için gereklidir. İnsanlarda her gün 17 grama kadar NH₃ üretildiği tahmin edilmektedir. Bu 17 gramdan yaklaşık 4 gramı bağırsak bakterileri tarafından üretilmekte, buradan portal dolaşıma girmekte ve karaciğerde hızla üreye metabolize olmaktadır. NH₃, üre ve idrar amonyum bileşikleri olarak böbrekler yoluyla atılmaktadır. Sağlıklı insanların kandaki NH₃ seviyeleri 0.7 ila 2 mg/L arasında değişmektedir (152).

NH₃, aerobik ve anaerobik ayrışma ile oluşmaktadır. Ortam havasındaki NH₃'ün çoğu, ölü bitki ve hayvanların doğal olarak parçalanmasından gelmektedir. NH₃ çevrede doğal olarak oluştuğundan, insan ve hayvanlar düzenli olarak havada, toprakta ve suda düşük konsantrasyonlarda NH₃'ten etkilenmektedir. Ortamdaki NH₃'ten etkilenim, büyük olasılıkla havaya salınan NH₃'ün solunmasıyla meydana gelmektedir. NH₃'e oral ve deri yolu ile de maruz kalılabilmektedir (145, 151). NH₃, havada doğal olarak 1-5 ppb arasındaki seviyelerde bulunur. NH₃, havada 3530 µg/m³'ten (5 ppm) daha yüksek seviyelerde iken koklayabileceğiniz çok güçlü bir kokuya sahiptir. Bu nedenle, insana zarar verebilecek bir konsantrasyona maruz kalmadan önce muhtemelen NH₃ kokusu alınmaktadır (145).

NH₃'ün insanlardaki birincil etkileri, aşındırıcı ve tahriş edici özelliklerinden kaynaklanmaktadır. NH₃, deri, göz, ağız boşluğu, solunum yolu ve özellikle mukoza yüzeylerindeki nem ile temas ettiğinde hemen etkileşerek çok kostik amonyum hidroksiti oluşturmaktadır. Amonyum hidroksit, hücre zarı lipidlerinin bozulması (sabunlaşma) yoluyla dokuların nekrozuna neden olarak hücresel yıkıma yol açmaktadır. Hücre proteinleri parçalandıkça, su ekstrakte edilmekte ve daha fazla hasara neden olan iltihaplı bir tepki meydana gelmektedir (111, 145, 189).

NH₃'ün sağlık etkileri etkilenim yolları ve etkilenim sürelerine göre değerlendirmektedir. NH₃'ün başlıca etkilenim yolları solunum, sindirim (oral) ve temas (göz ve deri) yoludur. NH₃'ün insan ve hayvanlarda sistemik, immünojenik, nörojenik, üreme, gelişimsel, genotoksik, kanserojenik etkileri ve ölüm gibi birçok sağlık etkileri mevcuttur. Bu etkilerin çoğu solunum yoluyla olan etkilenimde gözlenmektedir (145, 148, 190).

NH₃, inhalasyon ve oral etkilenim yollarıyla absorbe edilmektedir. Cilt yoluyla absorpsiyon konusunda kesinlik bulunmaz iken, göz yoluyla absorpsiyon literatürde gösterilmiştir (145). Solunan NH₃'ün çoğu üst solunum yolunda tutulmakta ve absorbe edilmektedir. Gönüllülerle yapılan deneyler, üst solunum yolu mukozasında NH₃'ün % 83-92'sinin absorbe edildiğini göstermektedir (145). Bağırsak kanalında endojen olarak üretilen NH₃'ün neredeyse tamamı emilmektedir. Dolaşıma ulaşan NH₃, karaciğerde üre ve glutamine dönüşmektedir. Ancak bağırsaklardan emilen NH₃'ün tamamı karaciğerde metabolize olamamakta ve vücuda dağılmaktadır. Memelilerde dolaşıma ulaşan NH₃'ün başlıca atılım yolu idrar üresidir. Dışkı ve solunum yoluyla da minimal düzeyde atılabilmektedir (145, 191, 192).

Havadaki yüksek NH₃ konsantrasyonlarından akut etkilenim, burun, boğaz ve solunum yollarının anında yanmasına neden olmaktadır. Bu durum, bronşiyolar ve alveolar ödeme ve solunum yolu tahribatına neden olarak solunum sıkıntısı veya yetmezliğine neden olabilmektedir (151, 192, 200, 201). Yüksek NH₃ konsantrasyondan akut etkilenim ayrıca insanlarda bulanık görme, yaygın ensefalopati, bilinç kaybı, kas güçsüzlüğü, azalmış derin tendon refleksleri, nabız ve kan basıncının yükselmesi, bradikardi ve kalp durmasına neden olabilmektedir. Daha düşük konsantrasyonların solunması öksürüğe, burun ve boğazda tahrişe neden olabilmektedir (190, 193-199). NH₃ kokusu erken uyarı sağlamakta, ancak NH₃ aynı zamanda koku yorgunluğuna veya adaptasyona neden olarak kişinin düşük konsantrasyonlarda uzun süre etkilenimi konusundaki farkındalığını azaltmaktadır (145, 190).

Literatürde insanlarda ve hayvanlarda akut NH₃ etkileniminin olumsuz sağlık etkilerini bildiren birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların çoğunun, kaza ile gerçekleşen akut NH₃ etkilenimi ile ilgili olduğu görülmüştür (202-205). NH₃ gazı normalde ortam havası konsantrasyonlarında üst solunum yollarının mukozası tarafından emilmekte, ancak solunabilir toza adsorbe edildiğinde, akciğerlerin derinliklerine nüfuz ederek düşük NH₃ konsantrasyonlarında alt solunum yollarında hastalık riskini artırabilmektedir. Akut NH₃ etkileniminin sağlık etkileri arasında hiposmi, kas spazmı, burun tahrişi, öksürük, nefes darlığı, hırıltılı solunum, epiglotik, laringeal, faringeal, trakeal ve pulmoner ödem, pnömoni, solunum ve kardiyak arrest ve ölüm bildirilmiştir (193-195, 202, 200, 206-212). Çalışmalarda, 5.000-10.000 ppm (3535-7070 mg/m³) konsantrasyonlarda akut NH₃ etkileniminin insanlarda hızla ölümcül olduğu, 2.500-4.500 ppm (1767,5-3181,5 mg/m³) konsantrasyonlarda ise yaklaşık 30 dakika içinde ölümcül olduğu tespit edilmiştir (213-215). Yüksek konsantrasyonlarda akut NH₃ inhalasyonundan kaynaklanan ölümün, genellikle şiddetli

laringeal ödem ve obstrüksiyon, beyin kanaması, ciddi karaciğer hasarı, pulmoner ödem veya yaygın pnömonik komplikasyonlardan kaynaklandığı bildirilmiştir (200, 216). 500 ppm (353,5 mg/m³) konsantrasyonlarında akut NH₃ etkilenimi ile dakika solunum hacminin değiştiği gözlenmiştir (206, 217). 100-331 ppm (70,7-234 mg/m³) konsantrasyonlarda egzersiz yaparken akut NH₃ etkilenimi ile dakika solunum hacminin ve tidal hacmin azaldığı tespit edilmiştir (217). 30 ppm'yi aşan konsantrasyonlarda akut NH₃ etkilenimi ile burun ve boğazın tahriş olduğu gözlenmiştir (193, 218-220). MacEwen ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada 10 dakika boyunca 50 ppm (35,4 mg/m³) konsantrasyonlarında NH₃ etkilenimi ile insanlarda burun ve gözlerde tahriş geliştiği gözlenmiştir (218). Keplinger ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada 5 dakika süreyle 72 ppm (50,9 mg/m³) konsantrasyonlarında NH₃ etkilenimi ile insanlarda göz, burun ve boğazda tahriş geliştiği tespit edilmiştir (219). Diğer bir çalışmada ise tren kazası sonucunda ortama sızan NH₃ gazı etkilenimi ile bir kişide tekrarlayan kronik sinüzit geliştiği bildirilmiştir (221). Başka bir çalışmada, kaza sonucunda çok yüksek konsantrasyonlarda NH₃'ten akut etkilenen üç kişide inatçı solunum semptomları geliştiği ve kronik akciğer hastalığı (kronik dispne, kısıtlayıcı akciğer disfonksiyonu, obstrüktif akciğer hastalığı, bronşiyal hiper-reaktivite ve küçük hava yolu hastalığı) tanısı aldığı bildirilmiştir (200). Verberk ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada 50 ppm'den (35 mg/m³) daha yüksek konsantrasyonlarda akut NH₃ etkilenimi ile göz ve boğaz tahrişi geliştiği bildirilmiş, etkilenim konsantrasyonu arttıkça semptomların sayısında açık bir artış olduğu görülmüştür (220). Bir gübre fabrikasında meydana gelen bir patlamanın ardından yüksek konsantrasyonlarda akut NH₃ gazı etkilenimi ile bir kişide solunum yolu kanaması, farenks (yutak) iltihabı ve ikinci ve üçüncü derece yanık geliştiği görülmüştür (111). Bir başka çalışmada içerisinde amonyak bulunan klima yağını kaza sonucunda soluyan bir kişinin nazal septumunda epidermal karsinom geliştiği gözlenmiştir (222). Zuidema ve arkadaşları, 1987-1989 yılları arasındaki Hollanda'daki NH₃ hava konsantrasyonları ile solunum hastalığının (kronik bronşit, astım ve kronik non-spesifik akciğer hastalığı) neden olduğu iş kaybı günleri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu tespit etmiştir (234). Hayvanlarda akut NH₃ etkileniminin sağlık etkileri insan çalışmalarında bildirilenlere benzer ve şunları içermektedir: göz akıntısı, burun akıntısı, oral, nazal ve göz tahrişi, öksürük, hırıltı, uyuşukluk, dil şişmesi, lenfadenopati, azaltılmış vücut ağırlığı, koku alma keskinliğinin azalması, körlük, solunum yolu tahrişi, bağışıklık sisteminin zayıflaması, spontan düşük, nazal lavaj sıvısında nötrofil sayısı ve serum albümini artışı, akciğerlerin bakteriyel enfeksiyona direnme yeteneğinin azalması, perikardiyal yağ atrofi, akciğerlerde histolojik değişiklikler, kardiyovasküler

etkiler (bradikardi, kardiyovasküler kollaps), solunum sıkıntısı (solunum hızında azalma, artan solunum derinliği) ve ölüm (202, 205, 223-228).

Cilt, havadaki NH₃ veya suda çözünmüş NH₃'e karşı son derece hassastır. NH₃ gazı veya suda çözünmüş NH₃'ten dermal etkilenim ile farklı derecelerde cilt yanıkları, kabarcıklar ve lezyonlar olduğu görülmüştür (111, 194, 196, 229, 230). Pıhtılaşma nekrozuna neden olan asit yanıklarının aksine, NH₃ alkali yanıklara neden olarak dokunun sıvılaşmasına ve daha derin penetrasyonlara neden olmaktadır. Yanıklar cilt grefti gerektirecek kadar şiddetli olabilmektedir. Epidermal tabakanın kaybı vücut sıvısı kaybını ve enfeksiyon insidansını artırmaktadır (145, 231).

İnsanlarda ve hayvanlarda NH₃'ten kronik etkilenimin sağlık etkilerini çeşitli çalışmalar incelemiştir. İnsanlarda gözlerde, burunda ve boğazda tahriş, öksürük, balgam, hırıltı ve nefes darlığı, bronşiyal reaktivite, solunum yollarında inflamasyon, solunum fonksiyonlarında azalma, efor dispnesi, tekrarlayan bronşiyal enfeksiyonlar, genotoksik etkiler, kan ve idrarda ölçülen biyokimyasal parametrelerde bozukluklar; hayvanlarda burun tahrişi, akciğerlerde enflamatuvar yanıt, koku alma keskinliğinde azalma ve uyuşukluk gibi kronik etkiler bildirilmiştir (145, 208, 234-239, 243-251). Gübre fabrikasında çalışan işçilerin 0,1 ppm (50,9 mg/m³) NH₃ gazından kronik etkilenimi ile artan sıklıkta kromozom sapmaları ve kardeş kromatid değişimi gibi genotoksik etkilerin geliştiği saptanmıştır (232). 25 ppm'den (17,7 mg/m³) daha düşük konsantrasyonlarda NH₃'ten kronik mesleki etkilenim ile işçilerde solunum fonksiyonunda bozulma ve koku duyarlılığında azalma geliştiği görülmüştür (145). 6 hafta süreyle, haftada 5 gün, günde 6 saat 50-100 ppm (35-70 mg/m³) konsantrasyonlarda kronik NH₃ etkilenimi ile ilk hafta gözlerde, burunda ve boğazda tahriş geliştiği gözlemlenmiştir (240). Soda külü işçilerinde gerçekleştirilen bir çalışmada ortalama 9,2 ppm (6 mg/m³) NH₃ konsantrasyonlarında kronik etkilenim ile öncesinde mevcut olan öksürük, hırıltı, burun şikayetleri, göz tahrişi ve boğaz ağrısı gibi semptomların şiddetlendiği tespit edilmiştir (241). Azotlu gübre fabrikasında gerçekleştirilen bir çalışmada, NH₃ için belirlenen eşik limit değerin 1.5 ila 7.5 kat daha yüksek değerlerde NH₃ konsantrasyonlarından etkilenen işçilerde kan ve idrarda ölçülen biyokimyasal parametrelerde bozukluklar gözlemlenmiştir. NH₃ etkileniminin mineral metabolizmasındaki ve karaciğer fonksiyonundaki bozukluklar ile olumlu bir şekilde ilişkili olduğu tespit edilmiştir (235). Suudi Arabistan'da amonyak fabrikasında gerçekleştirilen bir çalışmada 72 ppm (50,9 mg/m³) konsantrasyonlarında kronik NH₃ etkilenimi ile işçilerin zorlu ekspiratuar hacminde (%FEV₁) ve zorlu vital kapasitesinde (%FVC) önemli azalmalar olduğu ve öksürük, balgam,

hırıltı veya nefes darlığı gibi kronik solunum semptomları geliştiği tespit edilmiştir (233). Diğer bir çalışmada gübre fabrikasında 25,4 ppm (18 mg/m³) üzerindeki NH₃ konsantrasyonlarından etkilenen işçilerde 25,4 ppm (18 mg/m³) altındaki NH₃ konsantrasyonlarından etkilenen işçilere göre öksürük, balgam, hırıltı, nefes darlığı gibi semptomların daha yüksek oranlarda görüldüğü ve astım hastalığı açısından daha riskli olduğu tespit edilmiştir (236). Tepper ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada bilinmeyen konsantrasyonlarda NH₃'ten kronik etkilenen itfaiyecilerin, etkilenmeyen itfaiyecilere göre 1,7 kat daha düşük %FEV₁ oranına sahip olduğu görülmüştür (237). NH₃ gazından etkilenen bir kişi etkilenimden 12 yıl sonra dahi öksürük, efor dispnesi ve tekrarlayan bronşiyal enfeksiyonlar yaşamaya devam ettiğini bildirmiştir (208). Lee ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada 5 ay boyunca düşük seviyelerde 8-15 ppm (5,7-10,6 mg/m³) NH₃'den mesleki olarak etkilenen bir adamda astım benzeri semptomlar geliştiği görülmüştür (242). Heederik ve arkadaşlarının domuz çiftliğinde çalışan işçilerde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, işçilerin vardiyadan önce ve sonra spirometre ile solunum fonksiyonları değerlendirilmiş, ortalama 7,9 ppm (5,59 mg/m³) NH₃'ten etkilenen işçilerin pulmoner fonksiyonunda anlamlı bir azalma olduğu tespit edilmiştir (252). Benzer bir çalışma Reynolds ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiş; domuz çiftliği işçilerinin vardiyadan önce ve sonra pulmoner fonksiyonları değerlendirilmiş ve %FEV₁'de %2'lik bir düşüş gerçekleştiği saptanmıştır (251). NH₃, H₂S, fenoller, indoller, uçucu yağ asitleri, CO₂, CH₄ (metan), PM ve endotoksinler tarımsal, hayvansal ve kentsel atıkların işlenmesi, depolanması, arıtılması ve bertarafı sırasında yayılan tehlikeli kirleticilerdir (253). Araştırmalar, atık sahalarına yakın yaşayan sakinlerin koku rahatsızlığı, baş dönmesi, konsantrasyon güçlüğü, baş ağrısı, yorgunluk ve mide bulantısı gibi spesifik olmayan sağlık semptomları bildirdiklerini göstermiştir (238, 239). Kronik NH₃ etkileniminin hayvanlar üzerindeki sağlık etkileri değerlendirildiğinde insan çalışmalarında gözlenmiş olduğu gibi solunum yolunun NH₃ toksisitesinin en hassas hedefi olduğu görülmektedir. Hayvanlarda kronik NH₃ etkilenimi ile burun akıntısı, burun ve boğazda tahriş, üst solunum yolunda inflamasyon, iştahsızlık, kilo kaybı, letarji, koku alma keskinliğinde azalma, nazal lezyonlar, nefes darlığı, dejeneratif değişiklikler, miyokardiyal fibroz, bağışıklık sisteminde zayıflama, solunum yolunun bakteriyel enfeksiyonlara duyarlılığında artma, burun epitelinde hiperplazisi, burun mukozasında adenokarsinom, pnömoni ve ölüm gibi sağlık etkilerinin geliştiği tespit edilmiştir (225, 226, 254, 255).

2.3.4. H₂S

2.3.4.1. Fiziksel ve Kimyalsal Özellikleri

H₂S; renksiz, havadan ağır, su ve alkolde çözünebilen, mavi alevle yanan, koroziv, çürük yumurta kokusunda oldukça zehirli bir gazdır. Organik madde ve sülfat (SO₄) varlığında, fermentasyon sonucu açığa çıkar. H₂S, çürümenin doğal bir ürünüdür. H₂S, dihidrojen monosülfür, dihidrojen sülfür, hidrosülfürik asit, hidrotiyonik asit, sülfhidrik asit, sülfür hidrit, kükürtlenmiş hidrojen, sülfan, sülfürlü hidrojen ve kanalizasyon gazı olarak da bilinmektedir (73, 256, 257). Tablo IX'da H₂S'in fiziksel ve kimyalsal özellikleri verilmiştir.

Tablo IX. H₂S'in Fiziksel ve Kimyalsal Özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021 (256, 257)

Karakteristik	
Madde adı	Hidrojen Sülfür
Kimlik numaraları	CAS (KBN) 7783-06-4
	PubChem numarası 402
	UN numarası 1053
	RTECS numarası MX1225000
Eş anlamlıları	Dihydrogen monosulfide Dihidrojen sülfür Kanalizasyon gazı Sülfan Kükürtlenmiş hidrojen Sülfür hidrit Hidrosülfürik asit Hidrotiyonik asit Sülfhidrik asit
Moleküler formül	H ₂ S
Moleküler kütlesi	34.08 g/mol
Yoğunluk	25 °C de 1,39 g/l
Erime noktası	-85.5 °C
Kaynama noktası	-60.4 °C
Çözünürlük	20 °C de 3980 mg/L (Suda)
Renk	Renksiz
Koku	Çürük yumurta kokusu
Çevirme çarpanı	1 ppm H ₂ S = 1,39 mg/m ³

H₂S suda ve alkolde kolaylıkla çözünmektedir. Ayrıca eter, amin, alkali karbonat, gliserol, hidrosülfid ve bikarbonat gibi sıvılarda da çözünmektedir. Metal (Zn, Fe, Ca, Cu, Mn, V vb. gibi) ve metal oksitleri ile kolaylıkla reaksiyona girerek sülfidleri açığa çıkarmaktadır. Bu özelliği ile aşındırıcı olarak ayrıca tehlike oluşturmaktadır (258, 259).

H₂S, oksitleyici maddenin doğasına ve konsantrasyonuna bağlı olarak, çok sayıda oksidasyon reaksiyonuna girebilmektedir. Bu reaksiyonlar sonucunda sülfür dioksit, sülfürik asit veya elemental sülfür gibi ürünler oluşmaktadır. Reaksiyon hızları ve oksidasyon ürünleri, oksitleyici ajanın doğasına bağlıdır. Nitrojen oksitlerin varlığında, H₂S'in oksidasyonu sülfür dioksit veya sülfürik asit oluşumuna neden olmaktadır (259).

H₂S, havadan 1,19 kat daha ağır olan, zemine yakın bölgelerde birikebilen, kolay tutuşup yanabilen ve havayla patlayıcı karışımlar oluşturabilen bir gazdır. H₂S gazının havadaki konsantrasyonu % 4,3 ile % 46 arasında olması durumunda patlayıcı özellik göstermektedir. Ayrıca H₂S gazının yanması sonucu ortaya çıkan SO₂ gazı da zehirlidir (259).

H₂S'in tespit edilmesinde bir takım yöntemler kullanılmaktadır. Metilen mavisi kolorimetrik yöntemi bu yöntemler arasından en sık kullanılanıdır. Özgüllüğü ve duyarlılığı yüksek bir yöntemdir. Bir diğer yöntem ise alev fotometrik algılama ile birleştirilmiş gaz kromatografisi yöntemidir (257, 259). Pasif örneklemede metilen mavisi yöntemi kullanılmaktadır. Ortam havasında bulunan H₂S bileşikleri çinko asetat ile muamele edilmiş bir pasif difüzyon tüpü ile tutulmaktadır. H₂S bileşikleri ZnS olarak absorbe edilmektedir. Sülfür, asidik ortamda ve demir klorür (FeCl₃) eşliğinde N,N-dimethyl-p-phenylendiammonium ile reaksiyona sokularak metilen mavisine dönüştürülmektedir. Oluşan renk spektrofotometre ile ölçülmektedir (260-263).

2.3.4.2. Kaynakları

H₂S, hem doğal hem de antropojenik olarak üretilmektedir. Atmosferik H₂S'in çoğu volkan, göl, okyanus, toprak, bitki ve tuzlu bataklık gibi doğal kaynaklardan gelmektedir (264). İnsan faaliyetleri sonucu oluşan H₂S emisyonu, doğal kaynaklardan kaynaklanan H₂S emisyonuna göre nispeten daha düşüktür (265). Doğal kaynaklar, atmosferdeki toplam H₂S'in yaklaşık % 90'ını oluşturmaktadır (266). Kanada'daki ulusal bir araştırmada, H₂S emisyonlarının sadece %10'unun antropojenik olarak üretildiği saptanmıştır (267). Toksisitesi, korozyif olması ve çürük yumurtaya benzer kokusundan dolayı H₂S önemli bir kirleticidir.

İnsan aktiviteleri, doğal olarak oluşan H₂S'in ortam havasına salınmasına neden olmaktadır (257). H₂S, çeşitli endüstrilerde sıkça karşılaşılır ve bu işlemlerin sonucu antropojenik olarak çevreye salınabilmektedir. H₂S endüstriyel süreçlerde reaktif ve ara madde olarak kullanılmaktadır. Endüstride, yüksek sıcaklıklarda elementer sülfür veya sülfür içeren bileşikler organik maddelerle temas ettiğinde H₂S oluşabilmektedir (73, 257, 259, 265). H₂S, petrol rafinerilerinden, petrokimya fabrikalarından, doğalgaz tesislerinden, gıda işleme fabrikalarından, kok kömürü fabrikalarından, jeotermal enerji santrallerinden, gübre fabrikalarından, demir-çelik işletmelerinden, çimento fabrikalarından, kağıt fabrikalarından, aerobik ve anaerobik arıtma tesislerinden, deri fabrikalarından, organik maden ocaklarından, yağ endüstrisinden, nişasta hidroliz ürünleri üretiminden, rayon lifi üretiminden, konsantre hayvan çiftliklerinden ve naylon endüstrisinden antropojenik olarak salınmaktadır (34, 73, 256-259, 264, 265, 268). H₂S, jeotermal enerji santrallerinde, NCG (yoğuşmayan gazlar) emisyonları içinde yer alan gazlardan biridir (269). Jeotermal enerji santrallerinden salınan diğer gazlar ise şunlardır; CO, CO₂, azot (N₂), CH₄, SO₂, NO₂, Benzen, Kurşun, Yüzey Ozonu (34, 269, 270-273). Kok kömürü fabrikalarında koklaştırma işleminde, kömür içindeki sülfürün büyük bir kısmı kok fırını gazı içerisinde uçucu hale gelir, burada sülfürün % 95'i H₂S formunda bulunmaktadır ve atmosfere deşarj olarak çevre kirliliğine sebep olmaktadır (123, 274, 275).

Kirlenmemiş alanlarda havadaki H₂S konsantrasyonu çok düşüktür ve 0,03 ile 0,1 µg/m³ değerleri arasındadır (256). Endüstriyel faaliyetlerin bulunduğu alanlarda ise H₂S konsantrasyonlarının yüksek seviyelerde olabileceği görülmüştür. Yeni Zelanda Rotorua'da jeotermal faaliyetin yüksek olduğu bir bölgede gerçekleştirilen bir çalışmada, H₂S konsantrasyonlarının kış aylarında zamanın % 55'inden fazlasında 0,05 ppm (0,08 mg/m³) H₂S konsantrasyonunu aştığı görülmüştür. Nokta kaynaklarının yakınında oldukça yüksek konsantrasyonlarda H₂S ölçülmüştür (259). Bir başka çalışmada jeotermal faaliyetin yüksek olduğu bir bölgede H₂S konsantrasyonlarının 0,03 - 1 ppm (0,04-1,39 mg/m³) arasında olduğu tespit edilmiştir (261). Kaliforniya'da bir kağıt fabrikasının yakınında, 0,13 ppm'e (0,20 mg/m³) varan pik konsantrasyonlar tespit edilmiştir (259). Finlandiya'da kağıt hamuru üretimi yapan bir fabrikanın yakınında yıllık ortalama H₂S konsantrasyonlarının 39,6 ppm'e (55 µg/m³) kadar, aylık ortalama konsantrasyonların 71,9 ppm'e (100 µg/m³) kadar ulaştığı tespit edilmiştir (276). Kanada'da, kağıt hamuru endüstrisinin, ülkenin toplam antropojenik H₂S emisyonlarının % 97'sinden sorumlu olduğu tahmin edilmektedir (267).

2.3.4.3. Sağlık Etkileri

İnsanlar hem endojen hem de eksojen kaynaklardan kaynaklanan H₂S'den etkilenebilmektedir. Ağızda ve gastrointestinal sistemde bulunan bakteriler, bitkisel veya hayvansal proteinler içeren besinlerin sindirimi sırasında H₂S üretmektedir (257).

Ağızda üretilen H₂S, ağız kokusunun bir bileşenidir (ağız kokusu); ağız havasında 0.001-0.1 ppm (0,001-0,139 mg/m³) konsantrasyonlarında ölçülmüştür. Kalın bağırsakta H₂S, inorganik sülfat ve sülfidin bakteriyel indirgenmesi ve kükürt içeren amino asitlerin fermentasyonu ile üretilmektedir. H₂S, bağırsak gazlarının yaklaşık olarak % 10'unu oluşturmaktadır. Normal diyet ile beslenen bireylerin rektumdan çıkan gazında, 18 ppm'e (25 mg/m³) kadar H₂S konsantrasyonu ölçülmüş ve 13 deneğin yaklaşık yarısının ölçülebilir düzeyde H₂S ürettiği gözlenmiştir (257).

Solunum sistemi hem işyerlerinde hem de ortam havasındaki H₂S'den etkilenimin ana yoludur. Ciltten çok küçük miktarlarda vücuda girebilmektedir. H₂S'in vücuda işyeri konsantrasyonlarında timpanik membran defektleri yoluyla da girebileceği belirtilmiştir. H₂S bir gazdır, dolayısıyla yutulması halinde herhangi bir etki gözlenmemektedir. H₂S içeren havayı soluduğunuzda veya H₂S cilt ile temas ettiğinde kan dolaşımına emilmekte ve vücuda dağılmaktadır. Vücutta, H₂S temel olarak sülfata dönüşmekte ve idrarla atılmaktadır (257, 277).

H₂S, suda genellikle düşük konsantrasyonlardadır. Sudaki H₂S'in tat ve koku eşik değerinin 0,05 ile 0,1 mg/L arasında olduğu tahmin edilmektedir. H₂S'in "çürük yumurta" kokusu, bazı yeraltı sularında veya dağıtım sistemindeki durgun içme sularında, oksijenin tükenmesi ve ardından bakteri aktivitesinin azalması sonucu sülfatın indirgenmesi ile meydana gelmektedir. Sülfür, iyi havalandırılmış veya klorlu suda sülfata hızlı bir şekilde oksitlenmektedir. Bu sebeple, oksijenli su kaynaklarındaki H₂S seviyeleri çok düşüktür. Bir kişinin içme suyundan zararlı dozda H₂S tüketmesi olası değildir (278). H₂S, aynı zamanda kuyu suyunda, sıcak su ısıtıcılarında, sigara dumanında, temizlik malzemelerinde de tespit edilmiştir (257).

DSÖ, koku rahatsızlığının oluşmaması için, H₂S gazının havadaki 30 dakikalık ortalama konsantrasyonunun 0,0047 ppm'i (7 µg/m³) geçmemesini önermektedir. 100 ppm (139 mg/m³) konsantrasyonda kişi koklama yeteneğini kaybedebilmektedir. Bu önemli bir durumdur, çünkü kişi yanlışlıkla H₂S'in artık mevcut olmadığını düşünebilmektedir. Bu

durum ciddi sağlık etkilerine neden olabilecek hava konsantrasyonlarından etkilenme riskini artırmaktadır (73, 256, 270).

H₂S, insan vücudunda birçok sistemi etkileyebilmektedir. H₂S'den etkilenen insanlarda solunum, nörolojik, oküler, dermatolojik, kardiyovasküler, metabolik, üreme ile ilgili etkiler ve ölüm gözlenebilmektedir. Veriler, solunum sistemi ve sinir sisteminin, H₂S toksisitesinin en hassas hedefleri olduğunu göstermektedir (35, 257, 259).

Yüksek konsantrasyonlarda H₂S'den akut etkilenen bireylerde bilinç kaybı, baş ağrısı, baş dönmesi, uykusuzluk, deliryum, titreme, konsantrasyon yeteneğinde bozulma, halüsinasyonlar, konvülsiyonlar, kısa süreli hafızada bozulma, kişilik değişiklikleri, koku alma duyusunun kaybı, olağandışı terleme, dengede bozulma ve motor fonksiyon bozukluğu gibi nörolojik; kardiyojenik olmayan pulmoner ödem, boğaz ağrısı, öksürük, nefes darlığı, hırıltı, solunum yolları tahrişi, egzersiz sırasında oksijen alımında azalma, siyanoz, solunum sıkıntısı, solunum arresti gibi solunum; kardiyak aritmi, taşikardi ve hemodinamik bozukluk gibi kardiyovasküler etkilerinin geliştiği bildirilmiştir (41, 268, 289-300). Daha düşük konsantrasyonlarda H₂S'den akut etkilenim, daha az ciddi nörolojik ve solunumsal etkilere neden olduğu görülmüştür. (257, 279-281).

H₂S, 10-100 ppm (13,9-139 mg/m³) değerlerde solunum, göz ve boğaz irritasyonuna, 100-150 ppm (139-209 mg/m³) üzerinde koku siniri paralizisine, 500-2000 ppm (695-2780 mg/m³) değerlerde solunum yetmezliği ve ölüme yol açabilen bir gazdır (123, 257, 259, 282-286). Jappinen ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada 30 dakika süreyle 2 ppm (2,78 mg/m³) konsantrasyonlarda H₂S'den etkilenen astım hastalarının % 20'sinde akciğer fonksiyonlarının bozulduğu gözlenmiştir (287). Diğer bir araştırmada, 25 dakikadan daha kısa süre, 40 ppm'den (55,6 mg/m³) daha yüksek konsantrasyonlarda H₂S'den etkilenen işçilerde solunum sıkıntısı geliştiği görülmüştür (296). Fiedler ve arkadaşlarının çalışmasında 2 saat boyunca 5 ppm (6,95 mg/m³) konsantrasyonlarda H₂S'den etkilenen genç yetişkinlerde üst ve alt solunum yolu semptomlarında bir artış olduğu gözlenmiştir (297). Schinasi ve arkadaşları, domuz besleme operasyonları yakınında yaşayan bir toplulukta gerçekleştirdikleri çalışmada 12 saatlik ortalama atmosferik H₂S konsantrasyonları ile burun akıntısı, hırıltılı solunum, nefes almada güçlük ve burun tahrişi gibi solunum semptomlarının görülme sıklığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir (298). Haahtela ve arkadaşları, Güney Kore'de bir kağıt hamuru fabrikasının yakınında yaşayan sakinler ile gerçekleştirdikleri bir çalışmada yüksek H₂S

konsantrasyonlarının olduğu dönemde nefes darlığı olanların sayısının %35 civarında, yüksek H₂S konsantrasyonlarının olmadığı dönemde %2 civarında olduğunu gözlemlemişlerdir (299). Bates ve arkadaşları, Yeni Zelanda Rotorua’da jeotermal faaliyetin yüksek olduğu bir bölgede gerçekleştirdikleri bir çalışmada 1981–1990 yılları arasında solunum sistemi hastalıklarından kaynaklanan ölüm oranlarının kontrol bölgesine kıyasla daha yüksek olduğunu bulmuştur (300). Bates ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri diğer bir çalışmada H₂S etkileniminin yüksek olduğu bölgede solunum hastalığı insidansı, H₂S etkileniminin düşük olduğu bölgeye göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (301). Carlsen ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada, 3 günlük H₂S seviyesi incelenmiş ve H₂S seviyesindeki her 10 mg/m³’lük bir artışın astım ilaçları kullanımında %2 oranında bir artışa neden olduğu görülmüştür (302). Gerçekleştirilen diğer bir çalışmada yetişkinlerin astım nedeniyle hastane başvuru sayıları ile H₂S konsantrasyonları arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır (303). Tvedt ve arkadaşları gerçekleştirdikleri bir çalışmada belirsiz konsantrasyonlarda H₂S’den akut etkilenen kişilerin 5-10 yıllık takiplerinde, görme ve hafıza bozukluğu, hafif titreme, ataksi, psikoz, öğrenme güçlüğü, motor fonksiyon bozukluğu ve hafif serebral atrofi gibi kalıcı nörolojik semptomların geliştiğini saptamışlardır (289, 290). Horton ve arkadaşları, endüstriyel domuz besleme operasyonunun yakınında yaşayan sakinler ile gerçekleştirdikleri bir çalışmada ruh hali ve stres dereceleri ile H₂S konsantrasyonları arasında önemli bir ilişki olduğunu saptamışlardır. H₂S konsantrasyonunda 1 ppb’lik bir değişimin stres veya rahatsızlığı 1.18 kat (% 95 CI = 1.08–1.30), gergin veya endişeli hissetmeyi 1.12 (% 95 CI = 1.08–1.30) kat arttırdığı bulunmuştur (291). Diğer bir çalışmada belirsiz konsantrasyonlarda H₂S’den kaza sonucu etkilenen işçilerin bazılarında frontal baş ağrısı, sinirlilik, zayıf konsantrasyon yeteneği ve kortikal fonksiyon testlerinde eksiklik gibi kalıcı semptomlar gelişmiştir (288). Literatürde hava kirliliğinin sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde hava kirliliği olan topluluklarda baş ağrısı veya migren insidansının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (292-295). Stine ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada yüksek konsantrasyonlarda H₂S’den kaza sonucu etkilenen işçilerde geçici olarak supraventriküler taşikardi ve sol dal bloğu geliştiği tespit edilmiştir (288). Thoman ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada kuyu temizliği sırasında bilinmeyen konsantrasyonlarda H₂S’e maruz kalan işçilerde taşikardi, hipotansiyon veya hipertansiyon geliştiği saptanmıştır (304). Diğer bir çalışmada jeotermal faaliyetin yüksek olduğu bölgede yaşayanlarda dolaşım sistemi hastalıkları insidansının kontrol bölgesinde yaşayanlara kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Aynı çalışmada sinir sistemi ve duyu organları hastalıkları insidansı da anlamlı derecede daha yüksek

bulunmuştur (305). Yüksek konsantrasyonlarda H₂S'den etkilenen bireylerde keratokonjunktivit, noktalı kornea erozyonu, subkonjunktival kanama, blefarospazm, gözyaşı, gözde batma ve fotofobi gibi oküler etkiler gözlenmiştir (288, 307-310). H₂S içeren yüksek emisyon atakları yaşayan topluluklarda, atak zamanlarında bulantı semptomunda önemli artışlar olduğu rapor edilmiştir (294, 299). Yüksek konsantrasyonlarda H₂S etkilenimin hayvanlar üzerinde olan sağlık etkileri değerlendirildiğinde, semptomların insanlardakine benzer olduğu görülmüştür. 3-4 saat boyunca 200 ppm (278 mg/m³) H₂S'den etkilenen sıçanlarda, nazal solunum ve koku alma epitel hücrelerinde nekroz ve pul pul dökülme gözlenmiştir (311-313). Sıçanlarda 75 ppm (104 mg/m³) ve daha yüksek konsantrasyonlarda H₂S'den 1-4 saat boyunca etkilenim sonucunda pulmoner ödem gelişmiştir (314-316). 30 ppm'den (42 mg/m³) yüksek konsantrasyonlarda H₂S'den tekrarlayan etkilenim, sıçanların ve farelerin burun boşluğunda koku alma nöron kaybına neden olmuştur (317, 318).

Her ne kadar H₂S'nin akut etkileri iyi tanımlanmış ve kabul edilmiş olsa da, kronik, düşük konsantrasyonlarda etkilenimin etkileri tartışmalıdır ve iyi karakterize edilememiştir. Hawaii, Yeni Zelanda ve Azor Adaları'ndaki jeotermal kaynaklardan kaynaklanan H₂S gazına kronik olarak maruz kalan topluluklar üzerinde yapılan çalışmalarda, H₂S'nin solunum üzerinde olumsuz etkilerinin olabileceği gösterilmiştir (271, 319, 320). Endüstriyel bir kaynağın yakınında yaşayan ve kronik düşük konsantrasyonlarda H₂S'den etkilenen sakinlerde referans topluluklara kıyasla yorgunluk, depresyon, kısa süreli hafıza kaybı, uyku güçlüğü, uyuşma, uyuşukluk, baş ağrısı ve duyulardaki değişiklikler gibi sinir sistemi semptomlarının ve hırıltılı solunum, nefes darlığı, öksürük gibi solunum sistemi semptomlarının anlamlı derecede daha yüksek olduğu gözlenmiştir (321). Kilburn ve arkadaşları, asitli gaz ve petrol sahalarına yakın bölgede yaşayan ve kronik düşük konsantrasyonlarda H₂S'den etkilenen sakinlerde baş ağrısı, baş dönmesi, denge kaybı, aşırı yorgunluk, uykusuzluk, sinirlilik, konsantrasyon eksikliği, kısa ve uzun süreli hafıza kaybı ve duygudurum dengesizliği gibi nörolojik semptomlar olduğunu tespit etmiştir (322). Nuvolone ve arkadaşlarının, İtalya Toskana'da jeotermal faaliyetin yüksek olduğu bir bölgede gerçekleştirdikleri bir çalışmada 33804 kişi değerlendirilmiş ve yüksek konsantrasyonlarda H₂S'den etkilenen bölgelerde yaşayan kişilerde solunum yolu hastalıkları ve periferik sinir sistemi hastalıklarının anlamlı derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (272). Bates ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada, 1993–1996 yılları arasında hastaneden taburcu olanların kayıtları incelenmiş, jeotermal faaliyetlerin yüksek olduğu bir bölgede yaşayanlarda sinir sistemi hastalıkları insidansının kontrol bölgesinde yaşayanlara göre daha

yüksek olduğu saptanmıştır. Sinir sistemi hastalıkları alt kategorilerine bölündüğünde göz ve adneksa hastalıkları, kulak ve mastoid hastalıkları, periferik ve santral sinir sistemi hastalıkları insidansının H₂S etkileniminin yüksek olduğu bölgede yaşayanlarda, düşük olduğu bölgede yaşayanlara göre anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu bulunmuştur (301). Kilburn ve arkadaşları, düşük konsantrasyonlarda H₂S'den kronik etkilenen kişilerde denge bozukluğu, basit reaksiyon sürelerinin uzaması, azalmış görme alanı performansı, bilişsel yetersizlik, bozulmuş sözel hatırlama, işitme kaybı ve bozulmuş renk ayrımı gibi kalıcı nörodavranış bozuklukları geliştiğine dair kanıtlar bulmuştur (323). Ahlborg ve arkadaşları günlük 20 ppm'i aşan H₂S konsantrasyonlarına maruz kalan işçilerde yorgunluk, iştahsızlık, baş ağrısı, sinirlilik, zayıf hafıza ve baş dönmesi gibi semptomlar geliştiğini bildirilmiştir (324). Kilburn ve arkadaşları bir domuz gübresi lagününün yakınında yaşayan sakinlerde, lagünlerden 3 km uzakta yaşayan sakinlere kıyasla göğüste sıkışma, ağız kuruluğu, merdiven çıkarken nefes darlığı gibi semptomların arttığı ve akciğer fonksiyonlarında değişiklik olduğu tespit edilmiştir (325). Richardson ve arkadaşları, gerçekleştirdikleri bir çalışmada kanalizasyon ve su arıtma tesisi işçilerinde spirometrik test kullanarak H₂S maruziyetinin akciğer fonksiyonu üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Yüksek konsantrasyonlarda H₂S'e mesleki olarak maruz kalan kanalizasyon işçilerinin akciğer fonksiyonunun, H₂S'e mesleki olarak maruz kalmayan su arıtma tesisi işçilerine göre daha kötü olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca KOAH prevalansının yüksek konsantrasyonlarda H₂S'den mesleki olarak etkilenen kanalizasyon işçilerinde anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (326). Hessel ve arkadaşlarının, petrol ve gaz üretim tesislerinde çalışan işçiler ile gerçekleştirdikleri bir çalışmada, H₂S maruziyetinin akciğer sağlığı üzerinde olumsuz etkisinin olduğunu ve nefes darlığı, göğüste sıkışma, hırıltı gibi sağlık etkilerinin geliştiği gözlenmiştir. (327). H₂S içeren zehirli atıkların yasadışı bir şekilde boşaltıldığı bölgede, petrol sahalarına ve domuz besleme operasyonlarına yakın bölgede yaşayan topluluklarda solunum semptomlarının, etkilenimin olmadığı kontrol bölgelerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür (298, 322, 328). Kristbjornsdottir ve arkadaşlarının, İzlanda'da yaptıkları bir çalışmada jeotermal faaliyetin yüksek olduğu bir bölgede yaşamak, insanlarda kansere yakalanma riskini 1.22 (95% GA 1.05-1.42) kat, pankreas kanserine yakalanma riskini 2.85 (95% GA 1.39-5.86) kat, meme kanserine yakalanma riskini 1.59 (95% GA 1.10-2.31) kat, lenfoid ve hematopoetik kanserine yakalanma riskini 1.64 (95% GA 1.00-2.66) kat, non-hodgkin lenfoma'ya yakalanma riskini 3.25 (95% GA 1.73-6.07) kat, derinin basal hücreli kanserine yakalanma riskini 1.61 (95% GA 1.10-2.35) kat arttırdığı tespit edilmiştir (273). Jaakkola ve arkadaşlarının hava kirliliğinin toplum sağlığı üzerine olan etkilerini değerlendirdikleri bir çalışmada; nazal semptomlar ve

öksürük, hava kirliliğinin olduğu bölgede yaşayan toplulukta, hava kirliliğinin olmadığı bölgede yaşayan topluluğa kıyasla daha yüksek oranlarda bulunmuştur. İstatistiksel anlamlılık düzeyinde olmasa da hırıltı şikayeti de hava kirliliğinin yüksek olduğu bölgede yaşayan toplulukta daha yüksek oranlarda bulunmuştur (292). Marttila ve arkadaşları da kronik H₂S'den etkilenimin sağlık üzerindeki etkisini incelemiştir. En şiddetli hava kirliliğine sahip bölgede yaşayan çocuklarda burun semptomları ve öksürüğün, kontrol bölgesine göre daha yüksek oranlarda olduğu görülmüştür (293). Diğer bir çalışmada bir kağıt fabrikası çevresinde yıllık ortalama 6 µg/m³ (4,3 ppb) konsantrasyonlarda H₂S gazından etkilenenlerde, etkilenmeyenlere göre 12 kat daha sık göz tahrişi geliştiği bildirilmiştir. Ancak göz tahrişinin, metil merkaptan ve metil sülfür gazlarından etkilenmeye de bağlı olabileceği düşünülmüştür (292). Bates ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada H₂S etkilenimin yüksek olduğu bölgede yaşayanlarda göz ve adneksa bozukluklarının insidansının anlamlı derecede daha yüksek olduğunu gözlemlemiştir (305). Özetle, insanlarda ve hayvanlarda gerçekleştirilen akut ve kronik çalışmalar, sinir ve solunum yolunun H₂S toksisitesinin hassas bir hedefi olduğuna dair güçlü kanıtlar sağlamaktadır.

H₂S, memelilerde nitrik oksit ve karbon monoksit ile birlikte üçüncü endojen gaz ileticisi olarak kabul edilmiştir (329, 330). Bu moleküllerin her biri insanlarda ve hayvanlarda çeşitli hücre tiplerinde farklı enzimler tarafından endojen olarak üretilmekte ve beyin, pankreas adacık hücreleri, gastrointestinal sistem, renal tübüler sistem gibi normal fizyolojide ve proliferasyon, metastaz, tümör anjiyojenezi gibi kanser hücresi işlevlerinin düzenlenmesinde görev yapmaktadır (284). H₂S, kan basıncının düzenlenmesi, sindirimin düzenlenmesi, anti enflamatuar etki, anti aterosklerotik etki, anti oksidan etki, anti tümöral etki ve pro tümöral etki gibi fizyolojik fonksiyonların düzenlenmesinde modülatör olarak görev yapmaktadır (329, 331-333). H₂S, antioksidan, antienflamatuar, vasküler düz kas hücrelerinin göçünün inhibisyonu, köpük hücre oluşumunun ve proliferasyonunun inhibisyonu gibi birçok özellik sayesinde önemli anti aterosklerotik etki göstermektedir (331, 334-336). Bu sayede, kardiyovasküler hastalıklara karşı korunmada önemli bir role sahiptir (331). Son yıllarda, giderek artan miktarda kanıt, eksojen olarak uygulanan veya endojen şekilde üretilen H₂S'nin, kanser hücrelerinin büyümesinde antiproliferatif etki gösterebileceğini göstermektedir (337-339). Olah ve arkadaşları gerçekleştirdikleri bir çalışmada, NO, CO ve H₂S'in hücre çoğalmasında önemli rollere sahip olduğunu, endojen şekilde üretilmiş NO, CO ve H₂S'in optimum konsantrasyonlarda HCT116 (human colon cancer cell line - insan kolon kanseri hücre hattı) çoğalmasını desteklediğini, bu üç gaz vericisinin üretimleri inhibe

edildiğinde kolon kanseri hücre çoğalmasının baskılandığı tespit edilmiştir. Çalışmada aynı zamanda NO, CO ve H₂S'in eksojen olarak dışarıdan verilmesi durumunda da kolon kanseri hücre çoğalmasının baskılandığı görülmüştür (340).

2.4. Hava Kalitesi ile ilgili Mevzuat ve Sınır Değerlerin Ortaya Konulması

2.4.1. Hava Kalitesi ile İlgili Mevzuat

Türkiye’de, 20. yüzyılın ortalarında başlayan ve özellikle yüzyılın son çeyreğinde yaşanan hızlı sanayileşme, yoğun göç dalgası ve çarpık kentleşme sonucu başta büyükşehirler olmak üzere pek çok yerde çevre kirliliği büyük bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle kış aylarında evsel ısınma için kalitesiz yakıtların da kullanılması sonucu hava kirliliği daha yoğun olarak karşımıza çıkmakta, hatta zaman zaman tehlike sınırlarının aşıldığı da gözlenmektedir. Bu nedenle, öncelikle, hava kirliliği açısından hassas olan bölgelerde olmak üzere hava kalitesi yönetimi çalışmalarının yapılması zorunlu hale gelmiştir.

“Hava kalitesi yönetimi” belirli bir bölgedeki atmosfere bırakılan ve hava kalitesini doğrudan etkileyen emisyonların canlılara ve çevreye zarar vermeyecek seviyelerde tutulması veya bu seviyelere indirmek için gerekli önlemlerin alınması için yapılan tespit ve iyileştirme çalışmalarının tümüdür.

Hava kirleticilerinin, özellikle nüfusun yoğun olduğu bölgelerde, çevre ve insan sağlığı açısından kontrol altına alınması önemlidir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hava kalitesinin yönetimi konusunda birçok yasal düzenleme yapılmıştır. ABD’de EPA, Avrupa’da EEA (Avrupa Çevre Ajansı-AÇA) gibi ajansların, Türkiye’de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın ve DSÖ’nün hava kalitesiyle ilgili yasal düzenlemeleri bulunmaktadır.

Hava kalitesi standartları, halkın sağlığını korumak için her ülke tarafından belirlenir ve bu nedenle ulusal risk yönetimi ve çevre politikalarının önemli bir bileşenidir. DSÖ hava kalitesi yönergeleri, sağlık riski oluşturan temel hava kirleticilerinin limit değerleri hakkında küresel rehberlik sunmaktadır. Hava kalitesi açısından en önemli kirleticiler SO₂, NO₂, NO_x, partikül madde (PM₁₀, PM_{2,5}), karbonmonoksit (CO), benzen (C₆H₆), amonyak (NH₃), hidroklorik asit (HCL), hidrojen sülfür (H₂S), kurşun (Pb), ozon (O₃), arsenik (As), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), benzo(a)piren ve PAH (poliaromatikhidrokarbonlar)’lardır. DSÖ, rehber dökümanlarda, bu kirleticilerin insan sağlığı

üzerinde olumsuz etkilere neden olabilecek etkilenim konsantrasyonları ve sürelerini yayımlamıştır (3). AB hava kalitesi yönergeleri de ülkeler için rehber niteliği taşımaktadır. AB tarafından hava kalitesinin izlenmesine yönelik 2000/69/EC, 2002/3/EC, 2004/107/EC, ve 2008/50/EC sayılı direktifler yayımlanmıştır (341-344). Bu direktiflerde kirleticilerin insan sağlığına olumsuz etkilere neden olabilecek limit değerler ortaya konulmuştur (4).

Türkiye’de başta Anayasa olmak üzere pek çok yasa ve yönetmelikte hava kirliliğine dair düzenlemeler mevcuttur. T.C. Anayasası Madde 56’da “Herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir.” denmektedir (345). 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun (1983) amacı, “bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır” şeklinde belirtilmektedir (346). Türkiye’de hava kirlilik düzeyinin izlenmesine yönelik ilk yönetmelik 1986 yılında yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Kontrolü Yönetmeliği’dir. Daha sonra AB uyum sürecinde 96/62/EC, 99/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC, 2004/107/EC direktiflerinin ulusal mevzuata aktarılması sonucu Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği hazırlanarak 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (16). Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği yürürlüğe girmesiyle birlikte Hava Kalitesinin Kontrolü Yönetmeliği yürürlükten kaldırılmıştır. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği’nin amacı; hava kirliliğinin insan ve çevre sağlığına zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedeflerini tanımlamak ve oluşturmak, hava kalitesini değerlendirmek, hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut durumu korumak ve iyileştirmek, hava kalitesi ile ilgili bilgi toplamak ve uyarı eşikleri aracılığı ile halkın bilgilendirilmesini sağlamaktır (16) (Tablo X).

Türkiye’de hava kalitesi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 3 Temmuz 2009 tarih ve 27277 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği” (SKHKKY) hükümlerine göre sağlanır. Bu yönetmeliğin amacı, sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almak; insanı ve çevresini hava alıcı ortamındaki kirlenmelerden doğacak tehlikelerden korumak; hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan umuma ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermek ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını sağlamaktır (17) (Tablo XI).

Tablo X. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021 (16)

HAVA KALİTESİ DEĞERLENDİRME VE YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ	
KAPSAM	DAYANAK
• Hava kalitesi standartlarını • Hava kalitesinin değerlendirilmesini, • "bölge"ler ve "alt bölge"lerin oluşturulmasını, • Tüm bölgelerde iyi hava kalitesinin sağlanması için alınması gerekli önlemleri kapsar.	• 2872-Ek-6, • 96/62/EC (Çerçeve direktifi) • 99/30/EC (NO_x, SO₂, PM₁₀ ve Pb) • 2000/69/EC (Benzen, CO) • 2002/3/EC (Ozon) • 2004/107/EC (Cd, As, Ni, Hg, B(a)P, PAH)
AMAÇ	HEDEF
• Hava kalitesini değerlendirmek, • Hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut durumu korumak veya iyileştirmek, • Hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerinden korunmak, • Zararlı etkileri önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedefleri belirlemek, • Hava kalitesi standartlarının uygulanmasında ülkelerarası işbirliğinin geliştirilmesi, • Hava kalitesi ile ilgili yeterli bilgi toplamak ve halkın bilgilendirilmesini sağlamak	• Nüfusun dolaylı veya da doğrudan maruz kaldığı alanlarda maruziyeti ve sağlık etkilerini belirlemek, • Besin zinciri ile nüfusun dolaylı maruziyetinin tespiti için arsenik, kadmiyum, cıva, nikel, benzo(a)piren ve diğer PAH'ların birikim oranlarını belirlemek, • Hava kirleticilerinin ekosistem üzerindeki etkisini belirlemek • Kirleticilerin zaman içerisindeki değişimlerini izlemek • Alarm seviyelerinde kamuoyunun bilgilendirilmesini sağlamak, • Hava kalitesi ile ilgili politikaları belirlemek Ulusal yükümlülüklerle uyulup uyulmadığını belirlemek

Tablo XI. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021 (17)

SANAYİ KAYNAKLI HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ	
KAPSAM	DAYANAK
• İşletmelerin kurulması ve işletilmesi için gerekli esasları • işletmeden çıkan hava emisyonları ve işletmenin etki alanı içerisinde hava kirliliğinin önlenmesinin tetkik ve tespiti • yakıtların, ham maddelerin ve ürünlerin üretilmesi, kullanılması, depolanması ve taşınmasına ilişkin usul ve esasları	• 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununa • 29/6/2011 tarihli ve 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname
AMAÇ	HEDEF
• Hava kalitesini değerlendirmek, • Hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut durumu korumak veya iyileştirmek, • Hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerinden korunmak, • Hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan umuma ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermek ve bu etkilerin ortaya çıkmasını engellemek • Sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan emisyonları kontrol altına almak	• Sanayi ve enerji üretim tesislerinin, kısa vadeli ve uzun vadeli sınır değerlere uymalarını sağlamak • Hava kirleticilerinin ekosistem üzerindeki etkisini belirlemek • Alarm seviyelerinde kamuoyunun bilgilendirilmesini sağlamak, • Hava kalitesi ile ilgili politikaları belirlemek • Ulusal yükümlülöklere uyulup uyulmadığını belirlemek

Türkiye’de bu alanda uygulanan sözleşmeler (347);

- Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 06.06.2008 Resmî Gazete Sayısı: 26898),
- Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 13.01.2005 Resmî Gazete Sayısı: 25699),

- Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 03.07.2009 Resmî Gazete Sayısı: 27277),
- Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik (Resmî Gazete Tarihi: 07.04.2017 Resmî Gazete Sayısı: 30031),
- Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 11.03.2017 Resmî Gazete Sayısı: 30004),
- Bazı Akaryakıt Türlerindeki Kükürt Oranının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik (Resmî Gazete Tarihi: 06.10.2009 Resmî Gazete Sayısı: 27368),
- Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik (Resmî Gazete Tarihi: 19.07.2013 Resmî Gazete Sayısı: 28712),
- İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik (Resmî Gazete Tarihi: 24.07.2010 Resmî Gazete Sayısı: 27651),
- Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 01.04.2017 Resmî Gazete Sayısı: 30025),
- Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik (Resmî Gazete Tarihi: 17.05.2014 Resmî Gazete Sayısı: 29003),
- Büyük Yakma Tesisleri Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 08.06.2010 Resmî Gazete Sayısı: 27605).

Bunların dışında Türkiye'nin taraf olduğu bazı uluslararası sözleşmeler vardır. Bunlar:

- Uzun Menzilli Sınır Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi (1983),
- Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü (1991),
- Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesi (1991),
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (2004)
- Kyoto Protokolü'dür (2009) (348).

2.4.2. Hava Kirliliği ile ilgili Sınır Değerler

Türkiye'deki yönetmeliklerde DSÖ ve AB tarafından ölçülmesi ve değerlendirilmesi tavsiye edilen kirleticilerin ölçülmesi, değerlendirilmesi ve önlemler alınması zorunlu kılınmıştır (16). Bazı hava kirleticileri ve sınır değerleri ile ilgili ayrıntılı bilgi Tablo XII'de verilmiştir.

Tablo XII. Başlıca hava kirleticiler ve sınır değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021 (4, 5, 16, 17, 349)

Parametre	Süre	Türkiye Mevzuatı*	EU	WHO	EPA
PM10	24 saatlik	50	50	50	150
	Yıllık	40	40	20	-
PM2.5	24 saatlik	-	-	25	35
	Yıllık	-	25	10	12
O ₃	8 saatlik	-	120	100	150
	10 dakikalık	-	-	500	-
SO ₂	Saatlik	350	350	-	215
	24 saatlik	125	125	20	-
	Yıllık	20	-	-	-
NO ₂	Saatlik	200	200	200	188
	Yıllık	40	40	40	100
H ₂ S	Saatlik	100	-	-	-
	24 saatlik	-	-	150	-
	1-14 günlük	20	-	100	-
	90 günlük	-	-	20	-
NH ₃	Yıllık	-	-	-	100

*Kaynak: Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 06.06.2008 Resmî Gazete Sayısı: 26898)

3. GEREÇ YÖNTEM

3.1. İzinler

Araştırmanın gerçekleştirilmesi için alınan izinler aşağıda belirtilmiştir;

1. Etik Kurul Onayı: Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvurulmuş ve etik kurulun 23/05/2019 tarih 4 nolu karar ve 2019/90 protokol numarası ile onaylanmıştır (Ek-1 ADÜ Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı). Araştırmaya katılan her bireye çalışmanın amaçları, yöntemleri, hedefleri açıklanmış, gerekli bilgiler alınmıştır.

2. Kurum İzinleri:

-T.C. Aydın Valiliği İl Sağlık Müdürlüğü 17.06.2019 tarih ve 69836136/605.01 sayılı izni (Ek-2 T.C. Aydın Valiliği İl Sağlık Müdürlüğü Araştırma İzin Yazısı)

-T.C. Aydın Valiliği Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü 02.12.2019 tarih ve 96035153-249-E.33650 sayılı izni (Ek-3 T.C. Aydın Valiliği Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü İzin Yazısı)

3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Özellikleri

Araştırma, Ege Bölgesi'nde yer alan Aydın ilinde gerçekleştirilmiştir. Aydın, son yıllarda sanayileşme sürecine girmiş ve bu konuda hızla yol almaya devam etmektedir. Sanayisi ağırlıklı olarak; tarımsal üretimi işlemeye yönelik gıda imalatı, tekstil ürünleri imalatı, makine ve ekipman imalatı, madencilik ve taş ocakçılığı, otomotiv yan sanayi, beyaz eşya ürünleri imalatı ve kimyevi maddeler imalatından oluşmaktadır. İlde, Aydın, ASTİM, Nazilli, Ortaklar, Söke, Çine olmak üzere altı Organize Sanayi Bölgesi faaliyet göstermektedir (32, 33). ASTİM ve Aydın Organize Sanayi Bölgesi İmamköy, Yılmazköy ve Umurlu mahallelerine komşuluk etmektedir. Yılmazköy mahallesi Aydın ASTİM Organize Sanayi Bölgesi'ne 1,1 km, İmamköy mahallesi Aydın ASTİM Organize Sanayi Bölgesi'ne 1,45 km, Umurlu mahallesi Aydın Organize Sanayi Bölgesi'ne 720 m uzaklıktadır (Şekil II.).

Aydın, enerji bakımından da önemli bir potansiyele sahiptir. Büyük Menderes grabeninde yer alan Aydın İli ülkemizin jeotermal enerji potansiyelinin büyük bir kısmına sahiptir. Aydın ilinde jeotermal enerji çeşitli alanlarda kullanılmakta olup, jeotermal enerjiden elektrik üretiminin önemli bir kısmı yine bu bölgeden sağlanmaktadır. İl sınırları içerisinde toplam 776,93 MW kurulu güç kapasitesinde 35 adet işletme aşamasında jeotermal enerji santrali bulunmaktadır. Türkiye’de kurulu güç bakımından değerlendirildiğinde jeotermal ile elektrik üretiminin %67’si Aydın’daki santrallerde gerçekleşmektedir (41, 43).

Büyükşehir katı atık yönetim planı kapsamında bertaraf işlemleri Efeler, Didim ve Kuşadası tesislerinde gerçekleştirmektedir. Tüm katı atık düzenli depolama tesislerinde 2018 yılı içerisinde, toplamda 317.393 ton, Merkez (Efeler) katı atık düzenli depolama ve bertaraf tesisinde 156.363 ton katı atık bertaraf edilmiştir (350). Efeler katı atık düzenli depolama tesisi İmamköy ve Yılmazköy mahallelerine komşuluk etmektedir (Şekil II.).

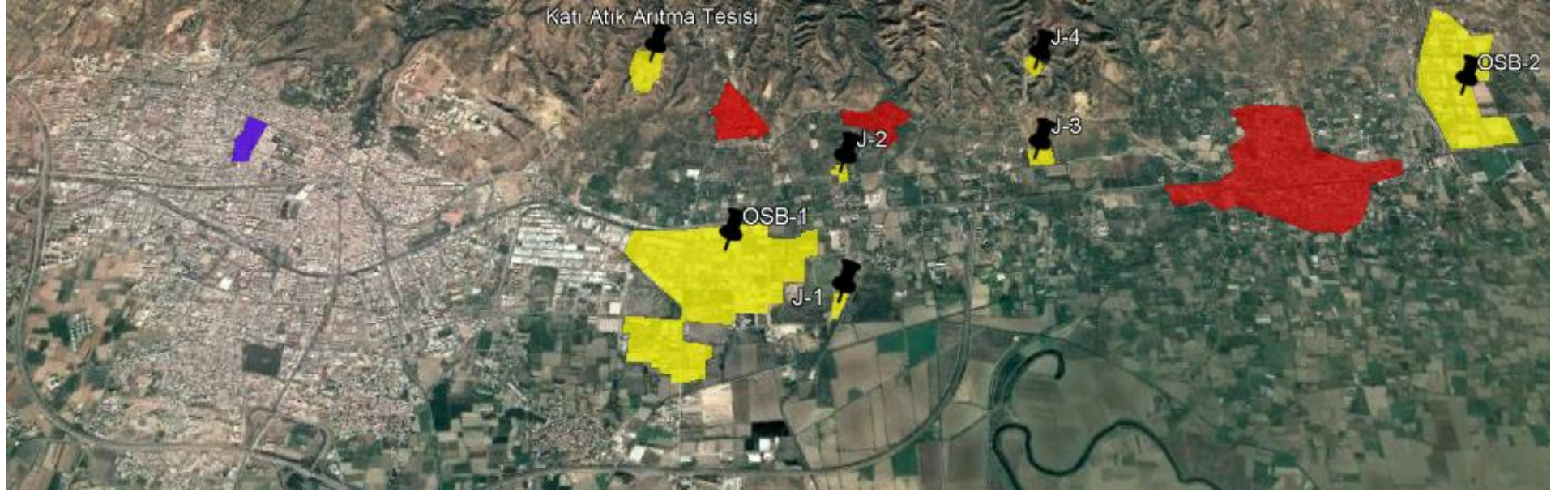
Araştırma, Ege Bölgesi’nde yer alan Aydın ilinde, dört mahallede gerçekleştirilmiştir. İmamköy, Yılmazköy, Umurlu ve Meşrutiyet mahallelerinden; İmamköy, Yılmazköy, Umurlu mahalleleri çalışma bölgesi ve Meşrutiyet mahallesi kontrol bölgesi olarak belirlenmiştir. Meşrutiyet mahallesi endüstriyel tesislere uzak, Efeler Katı Atık Düzenli Depolama ve Bertaraf Tesisinden başlayıp Aydın Organize Sanayi Bölgesi’ne kadar uzanan bölge ise endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu alan olarak seçilmiştir. Endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu alan aynı zamanda Büyük Menderes Grabeni’nde yer alan Ilıcabaşı-İmamköy-Yılmazköy jeotermal sahası üzerinde yer almaktadır (Şekil III- IV). Çalışma bölgesi olarak seçilen İmamköy, Yılmazköy, Umurlu mahalleleri iki Organize Sanayi Bölgesine (ASTİM Organize Sanayi Bölgesi ve Aydın Organize Sanayi Bölgesi), bir Katı Atık Düzenli Depolama ve Bertaraf Tesisine ve Ilıcabaşı-İmamköy-Yılmazköy jeotermal sahasına komşuluk etmektedir. ASTİM Organize Sanayi Bölgesi İmamköy ve Yılmazköy mahallelerinin güneyinde, Aydın Organize Sanayi Bölgesi Umurlu mahallesinin kuzeydoğusunda, Efeler Katı Atık Düzenli Depolama ve Bertaraf Tesis Yılmazköy mahallesinin kuzeybatısında yer almaktadır (Şekil II.).

Araştırma için yer seçme ölçütleri aşağıda maddeler halinde ve harita üzerinde belirtilmiştir (Şekil II):

1-Endüstriyel tesislere yakınlık: İmamköy, Yılmazköy, Umurlu mahalleleri en yakın, meşrutiyet mahallesi en uzak olarak seçilmiştir. Mahalle seçimi gerçekleştirilirken Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği Ek-2’de yer alan tesisten açık havaya verilen emisyonların Hava Kirlenmesine Katkı Değerinin (HKKD) hesaplanmasında kullanılan tesis etki alanı dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir (17).

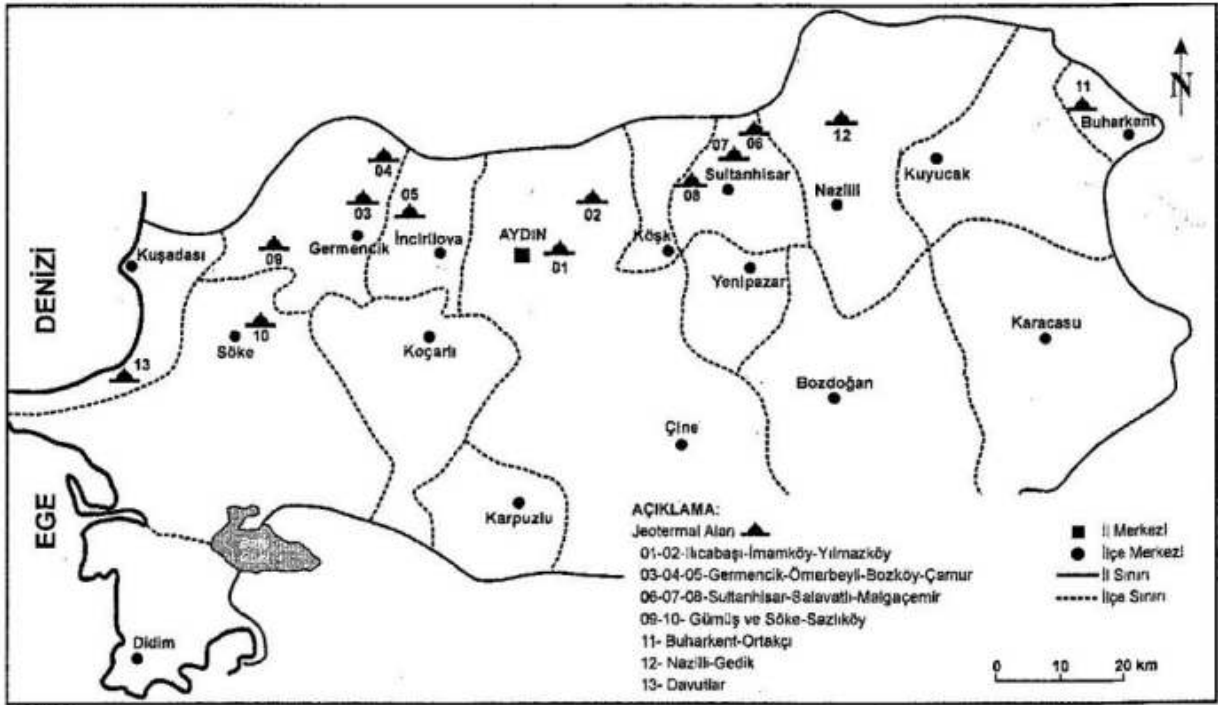
2-Jeotermal sahada olmak: Ilıcabaşı-İmamköy-Yılmazköy jeotermal sahası Aydın il merkezinin doğusundan başlamakta ve 8 km boyunca doğu yönünde uzanmaktadır (Şekil III- IV).

Yukarıda belirtilen ölçütlerin birlikte görüldüğü mahalleler İmamköy, Yılmazköy, Umurlu mahallelerinde gerçekleştirilmiştir. Belirlenen ölçütlerin bulunmadığı bir mahalle de kontrol bölgesi olarak belirlenmiştir. Kontrol bölgesi olarak seçilen Meşrutiyet mahallesi jeotermal sahada bulunmamaktadır, çalışma bölgesindeki endüstriyel tesislerin tesis etki alanına girmemektedir ve Efeler Katı Atık Depolama Sahası ve Bertaraf Tesisine 4,3 km, ASTİM Organize Sanayi Bölgesine 4,6 km uzaklıktadır (Şekil II).



Şekil II. Araştırma bölgesi uydu görüntüleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

[kırmızı alan=çalışma bölgesi (soldan sağa doğru sırasıyla; Yılmazköy, İmamköy, Umurlu), mavi alan=kontrol bölgesi (Meşrutiyet), sarı alan=endüstriyel tesis bölgesi, J=jeotermal Saha, OSB=organize sanayi bölgesi]



Şekil III. Aydın İli Jeotermal Sahaları

Kaynak: Nilgün Doğdu (2006), Büyük Menderes Grabeni'nde Jeotermal Enerji Arama Çalışmaları,TMMOB Aydın İl Koordinasyon Kurulu Jeotermal Enerji ve Aydın'daki Geleceği Sempozyumu

3.3.Araştırmanın Tipi

Araştırma, endüstriyel tesislerin yoğun olarak bulunduğu üç mahalle (Yılmazköy, İmamköy ve Yılmazköy) ve yoğun olarak bulunmadığı bir kontrol mahallesinde (Meşrutiyet) gerçekleştirilen kesitsel bir çalışmadır. Araştırma, iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşaması Amerika Birleşik Devletleri-Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından yayınlanan Amerikan Meteoroloji Derneği/Amerikan Çevre Koruma Örgütü Düzenleyici Modeli'nin (AERMOD) kullanıldığı hava kalitesinin ölçüm aşamasıdır. İkinci aşaması hava kalitesi ölçümünün gerçekleştirildiği bölgelerde (endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı bölge) yaşayan insanlardan sağlık durumu ile ilgili verilerin anket yöntemi ile toplanmasıdır.

3.4. Araştırmanın Zamanı

Araştırma Ocak 2018 – Eylül 2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın zaman çizelgesi Tablo XIII'te verilmiştir.

Tablo XIII. Tez Zaman Çizelgesi, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

Faaliyet	Ocak-Aralık 2018	Ocak-Haziran 2019	Haziran-Aralık 2019	Aralık 2019- Mart 2020*	Nisan-Eylül 2020	Ekim 2020-Nisan 2021
Tez konusunun belirlenmesi						
Veri toplama araçlarının hazırlanması						
Etik kurul başvurusunun yapılması						
Gerekli izinlerin alınması						
BAP başvurusunun yapılması						
AERMOD dağılım modelinin oluşturulması						
Pasif örnekleme ile ölçüm yapılması						
Anketlerin uygulanması						
Veri analizi						
Araştırma raporunun yazımı						

*COVID-19 pandemisi nedeniyle alınan tedbirlerden dolayı bu tarihten sonraki faaliyetlerde gecikme olmuştur

3.5. Araştırma evreni ve örnek seçimi, Örnek Büyüklüğü

3.5.1. Araştırma evreni ve örnek seçimi

Birinci aşamada; literatür araştırması yapılmış, bölgedeki endüstriyel tesislerden kaynaklı hava kirliliğine neden olabilecek hava kirletici parametreleri belirlenmiştir.

İkinci aşamada; birinci aşamada belirlenen parametrelerin ölçümünün yapılacağı noktalar tespit edilmiştir. Bu amaçla; Amerika Birleşik Devletleri-Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından yayınlanan AERMOD dağılım modelinin “AERMOD MDEL 12060” sürümü kullanılmıştır. Model, doğrusal-kararlı hal duman modellemesidir. AERMOD modelleme sistemi, arazi bilgisi için kullanılan AERMAP ve meteorolojik veriler için kullanılan AERMET olmak üzere iki işlemciden oluşmaktadır. AERMOD modeli meteorolojik veri olarak saatlik bazda yıllık veri kullanmaktadır. AERMET tarafından hazırlanan meteorolojik veri tabanlarını oluşturan dosyalar ve AERMAP tarafından hazırlanan, modelleme çalışmasının yapılacağı bölgeye ait yükselti ve karakteristik yüzey verilerini içeren dosyalar daha sonra AERMOD ana işlemcisi tarafından farklı katmanlar (layers) olarak alınmaktadır . Son olarak, kirletici salınımı yapan kaynağa ait veriler de ayrı bir katman olarak ilave edilerek hava kalitesi dağılım haritaları çalışma bölgesi için oluşturulmaktadır (351, 352). Nokta, alan ve hacim kaynaklarından meydana gelen emisyonların dağılımlarını en iyi şekilde tahmin edebilme özelliği ve T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın, çevre etki değerlendirmesi (ÇED) sürecinde uluslararası kabul görmüş bir dağılım modeli olarak kabul edilmesi nedeniyle çalışmada kullanılmıştır (353).

Üçüncü aşamada; AERMOD dağılım modelinde, çalışma bölgesindeki mahalleler üzerinde hava kirliliği yoğunluğunun en yüksek olduğu alanlarda ölçüm noktaları için belirlenen koordinatların denk geldiği sokak veya cadde belirlenmiştir. Sokak veya caddedeki hane numaraları küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır ve random sayı hesaplama programı kullanılarak hanelere gidilme sırası belirlenmiştir. Her haneden kapıyı açan 18 yaş üstü bir kişi ile anket görüşmesi yapılmıştır. Hedeflenen sayıya ulaşıncaya kadar belirtilen bu yöntemle, çalışmaya alınma/dışlanma kriterleri çerçevesinde katılımcı alınmaya devam edilmiştir. Araştırma bölgesinde yaşayan, çalışmaya katılmayı

kabul eden ve 18 yaş üstü kişiler çalışmaya dahil edilmiştir. Araştırma bölgesinde yaşamayan, çalışmaya katılmayı kabul etmeyen ve 18 yaş altı kişiler çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.5.2. Örneklem Büyüklüğü

Araştırmanın örneklem büyüklüğü hesaplamasında G-Power programı kullanılmış olup Legator ve arkadaşlarının (321) çalışmasında; Aydın çalışmasında araştırılan parametrelerden olan, respiratuar sistem etkilenimi etki büyüklüğü 0,453 ve kardiovasküler sistem etkilenimi etki büyüklüğü 0,174 olarak hesaplanmıştır. Aydın çalışmasında, tüm etkilerin kapsanması için etki büyüklüğü değerleri içinde kardiovasküler sisteme ait olan 0,174 kullanılmıştır. 0,174 etki büyüklüğü, tip I hata düzeyi %5, %90 güçte ve 1 serbestlik derecesinde, çalışmanın örneklem büyüklüğü 348 kişi olarak hesaplanmıştır. 348 kişi, endüstriyel tesislerin yoğun bulunmadığı yerleşim yerinde yaşayan nüfustan, 174 kişi ve endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu yerleşim yerinde yaşayan nüfustan 174 kişi olmak üzere 1:1 oranında alınmıştır.

3.6. Araştırma Verileri ve Kaynakları

1. Hava kalitesini ortaya koyan göstergeler:

Hava kirleticilerini kaynaktan çıkışlarına göre birincil ve ikincil kirleticiler olarak sınıflandırmak mümkündür. Kirletici kaynaklarından doğrudan atmosfere verilen kirleticilere birincil kirleticiler, kirleticilerin atmosferin oksijen ve su gibi bileşenleriyle kimyasal tepkimeleri sonucu atmosfer içinde oluşan kirleticilere ise ikincil hava kirleticileri denir. Kükürtdioksit (SO₂), Hidrojen Sülfür (H₂S), Azot Monoksit (NO), Azot Dioksit (NO₂), Amonyak (NH₃), CO, CO₂, Hidrojen Florür (HF), PM, vb. primer kirleticiler grubundadır. Kükürt Trioksit (SO₃), Sülfürik Asit (H₂SO₄), Ozon (O₃), Aldehitler, Ketonlar, Asitler vb. ise sekonder kirleticiler grubundadır (3). EPA Temiz Hava Yasası'na göre Ulusal Dış Ortam Hava Kalitesi Standartları için altı kriter kirletici belirlenmiştir; yer seviyesindeki Ozon (O₃), Partikül Madde (PM), Karbonmonoksit (CO), Kurşun (Pb), Kükürt dioksit (SO₂), Azot dioksit (NO₂)'dir (72). Çalışmada araştırma bölgesindeki endüstriyel tesislerin çeşitliliği dikkate alınarak hava kalitesini

değerlendirmek için Kükürtdioksit (SO₂), Azot Dioksit (NO₂), Hidrojen Sülfür (H₂S), Amonyak (NH₃) parametreleri araştırılmıştır.

NO₂, azot oksitler (NO_x) olarak bilinen oldukça reaktif gazlardan biridir. NO₂ benzin gibi yakıtların yanması sonucu havaya karışır ve azot oksitler için bir gösterge olarak kullanılır. Çoğunlukla endüstriyel, enerji üretimi, trafik, belediye ve tarımsal atık sahaları kaynaklıdır (5, 46, 72). NO_x oluşumuna sebep olan kaynakların kirletici payları kirletici kaynağının özelliklerine göre farklılık gösterebilmekle birlikte AÇA'ya göre en büyük kirletici kaynağı %39 ile ulaşım iken, %18'i elektrik ve ısı üretimi, %15'i endüstriyel faaliyetler kaynaklıdır (95).

SO₂ kükürt oksitlerin (SO_x) göstergesi olarak kullanılır. Diğer gaz SO_x'ler (SO₃ gibi) atmosferde SO₂'den daha düşük konsantrasyonlarda bulunur. Atmosferdeki en büyük SO₂ kaynağı, santraller ve diğer endüstriyel tesisler tarafından fosil yakıtların yakılmasıdır (5, 72). SO₂ ayrıca kükürt içeren mineral cevherlerin eritilmesinden, yanardağlar gibi doğal kaynaklardan ve yüksek kükürt içeriğine sahip yakıt yakan lokomotifler, gemiler ve ağır teçhizatlardan da kaynaklanmaktadır (72). SO_x oluşumuna sebep olan kaynakların kirletici payları kirletici kaynağının özelliklerine göre farklılık gösterebilmekle birlikte AÇA'ya göre en büyük kirletici kaynağı %48 ile elektrik ve ısı üretimi iken, %24'ü endüstriyel faaliyetler kaynaklıdır (95).

Azotlu gazlardan biri de amonyak (NH₃)'tür. Amonyak (NH₃) uzun zamandır ekosistemlerin ötrofikasyonuna ve asitlenmesine katkıda bulunan önemli önemli hava kirleticisi olarak kabul edilmektedir. Atmosferik amonyak (NH₃), ekosistem ve küresel azot döngüsünde önemli rolü ve ikincil parçacık oluşumuna katkısı nedeniyle büyük çevresel etkilere sahiptir. NH₃, atmosferde NO₂ ve SO₂ gibi asidik türlerle reaksiyona girerek PM_{2.5} aerosollerinin büyük bir kısmını oluşturan amonyum içeren aerosoller gibi ikincil partikül maddenin oluşumunda birincil rol oynamaktadır. Partikül amonyum türleri, hava kalitesi ve görünürlüğünün bozulmasına ve ayrıca atmosferik radyasyon dengesine katkıda bulunmaktadır (354). Antropojenik amonyak emisyonları tarımsal faaliyetlerden, atıklardan, endüstriyel ve trafik emisyonları da kentsel alanlarda önemli amonyak kaynaklarıdır (95).

Hidrojen sülfür (H₂S); renksiz, havadan ağır, su ve alkolde çözünebilen mavi alevle yanan, çürük yumurta kokusunda bir gazdır. Atmosferik hidrojen sülfürlerin çoğu volkanik alanlar gibi doğal kaynaklardan gelmektedir. Hidrojen sülfür, jeotermal olarak aktif bölgelerde bir hava kirleticidir. H₂S, volkanik alanlardan doğal olarak yayıldığı gibi, jeotermal enerji santrallerinden, katı atık depolama sahaları ve arıtma tesislerinden, sülfat yöntemiyle kağıt hamuru üretimi yapan kağıt fabrikalarından, kok kömürü üretimi yapan tesislerden, rayon lifi üretimi yapan tesislerden, kükürt ekstraksiyon işlemlerinden, tabaklama yapan tesislerden, petrol ve gaz rafinerilerinden ve konsantre hayvan çiftçiliği işletmelerinden de insan aktiviteleri yolu ile de yayılabilmektedir (34, 39, 256).

2. Endüstriyel tesislerin çeşitleri

Araştırma bölgesinde hava kirliliğine neden olabilecek ASTİM Organize Sanayi Bölgesi, Aydın Organize Sanayi Bölgesi, Efeler Katı Atık Depolama ve Bertaraf Tesisi, jeotermal enerji tesisleri mevcuttur.

ASTİM Organize Sanayi Bölgesi Aydın ili Efeler ilçesinde Ata mahallesinde yer almaktadır. 504 Hektar büyüklüğe sahip ASTİM Organize Sanayi Bölgesi Aydın ilinin en büyük Organize Sanayi Bölgesidir. ASTİM Organize Sanayi Bölgesinde ağırlıklı sektörler sırasıyla makine ve ekipman imalatı, gıda ürünleri imalatı, metalik olmayan mineral ürünler imalatıdır. OSB Katılımcısı 122 adet parselin sektörel dağılımında ilk sırada % 24 pay ile makine ve ekipman imalatı , ikinci sırada % 15 pay ile gıda ürünleri imalatı, üçüncü sırada % 11 pay ile maden mineral ürünler imalatı diğer sıralamalarda % 7 fabrikasyon metal ürünleri imalatı, % 5 treyler ve silobas imalatı, % 5 kimyasal ürünlerin imalatı, % 5 kauçuk ve plastik ürünler imalatı, % 4 ana metal sanayi, % 4 elektrikli teçhizat imalatı, % 3 mobilya imalatı, % 3 deri, tekstil giyim ürünleri imalatı, % 3 makine ve ekipmanların kurulum ve onarımı, % 11 diğer sektörler oluşturmaktadır (355). Aydın Organize Sanayi Bölgesi Aydın ili Efeler ilçesi Umurlu mahallesinde yer almaktadır. Aydın Organize Sanayi Bölgesi 110 hektar alana sahiptir. Aydın Organize Sanayi Bölgesinde ağırlıklı sektörler sırasıyla gıda ürünleri imalatı, tekstil ürünleri imalatı, otomotiv yan sanayi imalatıdır (32, 356).

Efeler Katı Atık Düzenli Depolama Sahası ve Bertaraf Tesisi Aydın ili Efeler ilçesi Doğanköy mevkiisinde yer almaktadır. 2018 yılında Efeler Katı Atık Depolama ve Bertaraf tesisinde toplam 156.363 ton katı atık bertaraf edilmiştir (33).

Aydın ili Türkiye'nin jeotermal enerjiden elektrik üretimi potansiyelinin büyük bir kısmına sahiptir. Türkiye'de kurulu güç bakımından değerlendirildiğinde jeotermal enerji ile elektrik üretiminin % 67'si Aydın'daki santrallerde gerçekleşmektedir (33, 43). Aydın, Büyük Menderes Grabeni'nin batısında yer almakta olup, bölgede 776,93 MW kurulu güç kapasitesi ile toplam 35 adet jeotermal enerji santrali işletme aşamasındadır. 215,6 MWe kapasite ile kurulmak üzere üretim lisansı verilen 9 adet jeotermal enerji santrali vardır. İlaveten, bu bölgede 20 MWe üretim kapasitesine sahip bir tesis planlanmaktadır (41).

3. Endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu mahalleler

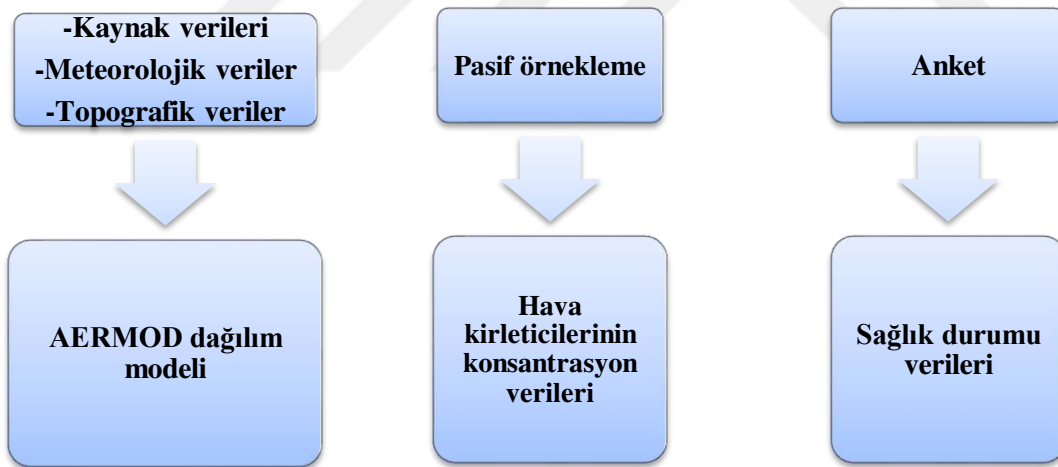
İmamköy, Yılmazköy, Umurlu mahalleleri en yakın, meşrutiyet mahallesi en uzak olarak seçilmiştir. Mahalle seçimi gerçekleştirilirken Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği Ek-2'de yer alan tesisten açık havaya verilen emisyonların Hava Kirlenmesine Katkı Değerinin (HKKD) hesaplanmasında kullanılan tesis etki alanı ve jeotermal sahada olması dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen ölçütlerin bulunmadığı bir mahalle de kontrol bölgesi olarak belirlenmiştir. Kontrol bölgesi olarak seçilen Meşrutiyet mahallesi jeotermal sahada bulunmamaktadır, çalışma bölgesindeki endüstriyel tesislerin tesis etki alanına girmemektedir ve Efeler Katı Atık Depolama Sahası ve Bertaraf Tesisine 4,3 km, ASTİM Organize Sanayi Bölgesine 4,6 km, Aydın Organize Sanayi Bölgesine 13 km uzaklıktadır. İmamköy mahallesi, Yılmazköy ve Umurlu mahallesi endüstriyel tesislere yakın konumda ve jeotermal sahada bulunmaktadır. Yılmazköy mahallesi Jeotermal-2'ye 940 m, Efeler Katı Atık Depolama ve Bertaraf Tesisine 650 m, ASTİM Organize Sanayi Bölgesine 1100 m, İmamköy mahallesi Jeotermal-2'ye 450 m, Jeotermal-3'e 1150 m, ASTİM Organize Sanayi Bölgesine 1450 m Umurlu mahallesi Jeotermal 3'e 1450 m, Aydın Organize Sanayi Bölgesine 720 m uzaklıktadır (Şekil II).

4. Sağlık etkilerinin sorgulanacağı haneler

Her dört parametre (Kükürtdioksit (SO₂), Azot Dioksit (NO₂), Hidrojen Sülfür (H₂S), Amonyak (NH₃)) için dağılım haritalarının endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu mahalleler üzerinde kesiştikleri bölgeler ve ölçüm noktaları Şekil VII–X’te verilmiştir. Ölçüm noktaları için belirlenen koordinatların denk geldiği sokak veya caddeden haneler seçilmiştir. Sokak veya caddedeki hane numaraları küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır ve random sayı hesaplama programı kullanılarak hanelere gidilme sırası belirlenmiştir. Her haneden kapıyı açan 18 yaş üstü bir kişi ile anket görüşmesi yapılmıştır.

3.7. Veri toplama araçları

Çalışmada, veri toplama araçları olarak kaynak verileri, pasif örnekleme yöntemi ve anket kullanılmıştır. Kaynak verileri ile AERMOD dağılım modeli oluşturulmuş, pasif örnekleme yöntemi ile hava kirleticilerinin konsantrasyon verileri, anket ile araştırma bölgesinde yaşayan insanların sağlık durum verileri elde edilmiştir (Şekil V).



Şekil V. Veri toplama araçları ve elde edilen veriler, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

Kaynak Verileri

Araştırma bölgesindeki kaynak verileri Aydın Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden 13/11/2019 tarihli E5413 sayılı yazı ile temin edilmiştir. Kullanılan

kaynak verisinin örneği aşağıda Tablo XIV’te verilmiştir. Kaynak verileri AERMOD dağılım modeli oluşturulması aşamasında kullanılmıştır. AERMOD dağılım modeli Çınar Çevre Laboratuvarı A.Ş tarafından oluşturulmuştur. Çınar Çevre Laboratuvarı A.Ş., TÜRKAK (Türk Akreditasyon Kurumu) tarafından akredite edilmiş, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’ndan “Çevre Ölçüm ve Analizleri Yeterlik Belgesi” almıştır.

Tablo XIV. Model girdisi olarak kullanılan örnek kaynak verisi, Aydın’da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

Emisyon Kaynakları	Isıl Gücü MW	Yakıt Türü	Baca Gazı Hızı (m/sn)	Baca Yüksekliği	
				Yerden (m)	Çatıdan (m)
Buhar Kazanı Bacası	1,82	LNG	4,2	15,0	7,0
Kurutma Fırını Brülör Bacası	0,12	LNG	4,4	10,0	2,0

Topografik Veri

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verisi olarak adlandırılan uzaktan algılama verileri ile sayısal yükseklik modelleri üretilebilmektedir. SRTM verileri, bir uzay mekiğine yerleştirilen radar algılayıcıları ile elde edilmiş sayısal yükseklik verilerinden oluşmaktadır. Modelleme çalışmalarında SRTM yükseklik verileri kullanılmıştır.

Meteorolojik Veri

Modelleme çalışmaları için gerekli olan hava sıcaklığı, rüzgar yönü, rüzgar hızı, bağıl nem ve hava basıncı gibi uzun dönemli meteorolojik veriler, Çınar Çevre Laboratuvarı A.Ş. tarafından temin edilmiştir.

Pasif örnekleme

Pasif örnekleme için radiello difüz örnekleme sistemi kullanılmıştır. Pasif örnekleme yönteminde kullanılan örnekleyiciler, genellikle disk veya silindirik tüp şeklindedir. Ölçülecek olan kirleticiler, sorbsiyon (içe tutunma) yöntemi ile toplanmıştır. Pasif

örnekleme tüpleri; daha önce belirlenmiş olan ölçüm noktalarında yaklaşık 1,5 - 3 metre yüksekliğe alt kısmı açıkta kalan ve kötü hava koşullarına karşı koruma sağlayan özel muhafazalarda ve duvardan 5cm uzakta olacak şekilde monte edilmiştir. Örnekleme için tüplerin dış kapakları çıkarılmıştır. Örnekleme belirlenen sürelerde yapılmıştır. Örneklemeden sonra tüpler kapaklarla kapatılmıştır. Örnekleme tüpleri karanlık ve havasız bir ortamda, sıcaklık 20 °C' nin altında olacak şekilde laboratuvara ulaştırılmıştır. Numune 20 °C altında sıcaklıkta muhafaza edilmek koşulu ile 2 hafta içinde analiz edilmiştir. Pasif örnekleme ölçüm ve analizleri Megalab Mühendislik Ltd. Şti. tarafından gerçekleştirilmiştir. Megalab Mühendislik Ltd. Şti., TÜRKAK (Türk Akreditasyon Kurumu) tarafından akredite edilmiş, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan "Çevre Ölçüm ve Analizleri Yeterlik Belgesi" almıştır.

Anket

Anket dört aşamada geliştirilmiştir.

Birinci aşamada; literatür araştırması yapılmış, bölgedeki endüstriyel tesislerden kaynaklı hava kirliliğine neden olabilecek hava kirliletiçi parametrelerinin sağlık etkileri belirlenmiştir.

İkinci aşamada; araştırmacı tarafından bir bölümde sosyo-demografik özelliklerin sorgulandığı, dokuz bölümde hava kirliletiçi parametrelerinin sağlık etkilerinin sorgulandığı bir anket oluşturulmuştur. Hava kirliletiçi parametrelerinin sağlık etkileri değerlendirilirken, sistemler sorgulanmış ve dokuz bölümün her birinde bir sistem sorgulaması yapılmıştır. Sistem sorgulamalarında, kişilerin hava kalitesi ölçümünün gerçekleştiği dönemdeki semptomları değerlendirilmiştir. Bölümler ve her bölümdeki soru sayısı Tablo XV'te sunulmuştur.

Üçüncü aşamada; araştırmacı tarafından oluşturulan anketin geliştirilebilmesi için uzman görüşü alınmıştır. Sosyo-demografik özellikler için halk sağlığı uzmanından, solunum sistemi için göğüs hastalıkları uzmanından, dolaşım sistemi için kalp ve damar cerrahisi uzmanından, sinir sistemi için nöroloji uzmanından, ruh sağlığı için psikiyatri uzmanından, kulak burun boğaz için kulak burun boğaz uzmanından, göz için göz hastalıkları uzmanından, deri için dermatoloji uzmanından, sindirim sistemi için iç

hastalıkları uzmanından, kas iskelet sistemi için fizik tedavi ve rehabilitasyon uzmanından görüş alınmıştır.

Dördüncü aşamada; soruların anlaşılabilirliği, tepki uyandıran soruların varlığı, ankete yanıt verilme zamanı yönünden anket ön denemesi araştırma yapılacak topluma benzer küçük bir gruba uygulanmıştır. Ön deneme sonrasında soru eklenmemiş veya çıkarılmamıştır.

Bütün aşamalar sonrasında ikisi açık uçlu olan, 118'i kapalı uçlu olan 120 soruluk bir anket oluşturulmuştur.

Tablo XV. Anket bölümleri ve soru sayısı, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

Bölüm	Soru Sayısı
Sosyo-demografik özellikler	11
Solunum sistemi	19
Dolaşım sistemi	7
Sinir sistemi	18
Ruh sağlığı	14
Kulak Burun Boğaz	13
Göz	12
Deri	7
Sindirim sistemi	16
Kas iskelet sistemi	3
Toplam	120

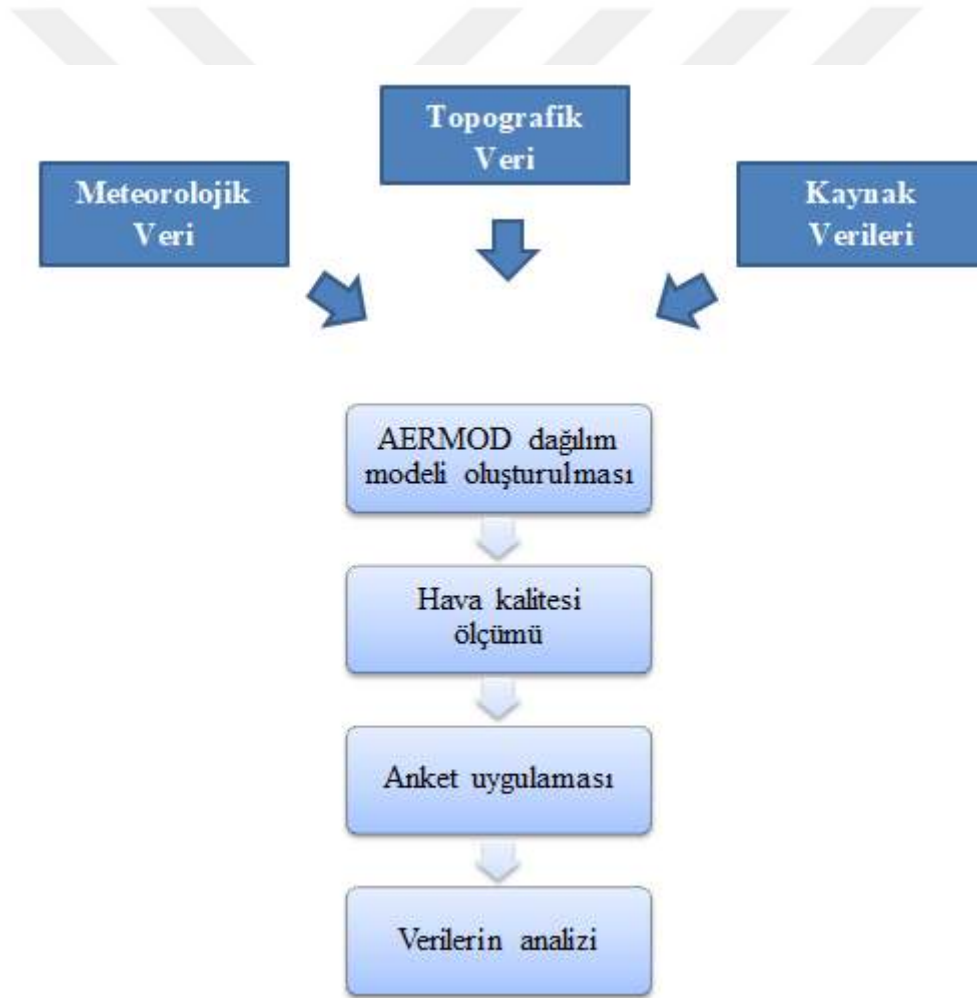
Anketin geliştirilmesinde aşağıdaki adreslerden elde edilen ve “Kaynaklar” bölümünde yer alan ilgili bilgi ve belgelerden yararlanılmıştır;

- Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) web sitesi
- Çevre Koruma Ajansı (EPA) web sitesi
- Pubmed
- BMC Public Health
- Google Akademik

3.8. Araştırma Süreci

Araştırma süreci dört basamakta gerçekleştirilmiştir (Şekil VI);

1. AERMOD dağılım modeli oluşturulması
2. Hava kalitesi ölçümü
3. Anket uygulaması
4. Verilerin analizi



Şekil VI. Araştırma Süreci, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

3.8.1. AERMOD Dağılım Modeli Oluşturulması

Modelleme çalışmalarında, ABD-EPA tarafından yayınlanan AERMOD dağılım modeli (versiyon 12060) kullanılmıştır. AERMOD dağılım modellemenin oluşturulabilmesi için Çınar Çevre Laboratuvarı A.Ş.'den danışmanlık alınmıştır.

AERMOD dağılım modeli, rüzgâr hızı ve yönü, sıcaklık, kararlılık sınıfı, ana seviye sondaj verileri saatlik bazda kabul etmektedir. Bu nedenle, verilerin modelde kullanılabilmesi için bazı düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu aşamada meteoroloji verilerini AERMOD'da kullanılabilecek şekilde düzenleyen bir ön-işlemci olan AERMET Programı kullanılarak modele girilecek meteoroloji dosyalar oluşturulmuştur.

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verisi olarak adlandırılan uzaktan algılama verileri ile sayısal yükseklik modelleri üretilmektedir. SRTM verileri, bir uzay mekiğine yerleştirilen radar algılayıcıları ile elde edilmiş sayısal yükseklik verilerinden oluşmaktadır. Modelleme çalışmalarında SRTM yükseklik verileri kullanılmıştır.

Modelleme çalışmasının düzenlenmesinde BREEZE (Trinity Consultants, versiyon 7.7) grafik modelleme arayüzü kullanılmıştır. Model, zaman içerisinde değişen gerçek zaman verilerini baz alarak saatlik, günlük ve yıllık Yer Seviyesi Konsantrasyon (YSK) değerlerini tahmin edebilen en gelişmiş bilgisayar modellerinden birisidir.

AERMOD dağılım modellemesi 4 parametre (H_2S , NO_2 , SO_2 , NH_3) için uygulanmıştır. Model sonuçları her parametre için ayrı ayrı verilmiştir. AERMOD dağılım modeli ile Umurlu, İmamköy, Yılmazköy mahalleleri üzerinde belirlenen noktalarda hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilecektir.

3.8.2. Hava Kalitesi Ölçümü

Çalışma T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan temin edilen kaynak verileri, meteorolojik veriler ve topografik veriler ile AERMOD dağılım modelinin oluşturulması ile başlamıştır. (Şekil VI). AERMOD dağılım modeli dört parametre (NO_2 , SO_2 , NH_3 , H_2S) için ayrı ayrı oluşturulmuştur. AERMOD dağılım modeli sonucuna göre her bir parametre için yerleşim alanı üzerinde hava kirliliği yoğunluğunun en yüksek olduğu

alanlar tespit edilmiş ve bu alanların kesiştikleri koordinatlarda hava kalitesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Hava kalitesi ölçümleri dört parametre (H₂S, NO₂, SO₂, NH₃) için pasif örnekleme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin pasif örnekleme için belirlemiş olduğu 2 ay süre (Temmuz-Ağustos 2020) ile gerçekleştirilmiştir. Her bir parametre için gerçekleştirilecek ölçüm sayısı olarak Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği referans alınmıştır. Yönetmelik Ek-2'de "Hava kalitesi ölçümlerinde Pasif Örnekleme Metodu kullanılması halinde; modelleme sonuçlarına göre hesaplanan Hava Kalitesine Katkı Değerinin en yüksek olduğu inceleme alanında iki ay süre için en az dört adet pasif örnekleme noktası seçilir. Hava kirliliğinin yoğun olduğu diğer inceleme alanlarında da, en az iki inceleme alanı olmak kaydıyla her bir inceleme alanında iki adet pasif örnekleme noktası seçilir." ibaresi geçmektedir. Bu sebeple çalışmada modelleme sonucuna göre hava kalitesi katkı değerinin en yüksek olduğu noktalarda iki ay süre birinci ay iki, ikinci ay iki olmak üzere toplamda dört ölçüm gerçekleştirilmiştir. Her bir parametre için her mahallede birinci ay iki, ikinci ay iki toplamda dört, dört mahallede toplamda 16 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Dört parametre için toplamda 64 pasif örnekleme ölçümü gerçekleştirilmiştir.

3.8.3. Anket Uygulaması

Çalışmanın bir sonraki aşamasında ölçüm gerçekleştirilen bölgelerde yaşayan insanların sağlık durumları değerlendirilmiştir. Sağlık durumu verileri anket yöntemi ile ölçümün gerçekleştirildiği dönemde araştırmacı tarafından toplanmıştır.

Çalışmada, araştırmacı tarafından geliştirilen 10 bölümden oluşan 120 soruluk anket kullanılmıştır. Anket oluşturulurken her bölüm için uzman desteği alınmış ve anket formunun ön denemesi yapıldıktan sonra sahaya çıkılmıştır. Uzman paneli listesi aşağıda Tablo XVI'da verilmiştir.

Tablo XVI. Uzman Paneli Listesi, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

AD SOYAD	UZMANLIK ALANI
Sosyo-demografik özellikler	Halk Sağlığı
Solunum sistemi	Göğüs Hastalıkları
Dolaşım sistemi	Kalp Damar Cerrahisi
Sinir sistemi	Nöroloji
Ruh sağlığı	Psikiyatri
Kulak Burun Boğaz	Kulak Burun Boğaz
Göz	Göz Hastalıkları
Deri	Deri ve Zührevi Hastalıkları
Sindirim sistemi	Genel Dahiliye
Kas iskelet sistemi	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon

3.8.4. Verilerin analizi

Araştırma verileri SPSS 21.0 istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak araştırılmıştır. Araştırmanın tanımlayıcı istatistikleri için normal dağılıma uyan verilerde ortalama ve standart sapma, normal dağılıma uymayan verilerde ortanca, minimum ve maksimum kullanılarak gösterilmiştir. Araştırmada kategorik değişkenler arasında fark olup olmadığını göstermek için Ki Kare Testi kullanılmıştır. Bağımsız gruplarda sürekli değişkenlerin parametrik özellikleri taşıyanlarının karşılaştırılmasında Student-t Testi veya Anova, bağımsız gruplarda sürekli değişkenlerin parametrik özellikleri taşımayanlarının karşılaştırılmasında Mann Whitney U Testi veya Kruskal-Wallis Testi kullanılmıştır. Sürekli değişkenlerin parametrik özellikleri taşıyanlarının korelasyonunda Pearson Testi, sürekli değişkenlerin parametrik özellikleri taşımayanlarının korelasyonunda Spearman Testi kullanılmıştır. Sonuç değişkeninin dikotom olduğu, ve bu sonucun bir veya birden çok bilinen değişkenin değerlerine göre tahmin edilmesi gereken yerlerde Lojistik Regresyon Analizi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık için p değerinin 0,05'den küçük saptanması koşulu aranmıştır.

3.9. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmanın değişkenleri Tablo XVII'de verilmiştir.

Tablo XVII. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

Bağımlı Değişkenler	Bağımsız Değişkenler
Sağlık durum değerlendirmesi (Semptomlar)	Katılımcıların sosyodemografik özellikleri
	Hava kalitesi ölçüm değerleri
Hava kalitesi ölçüm değerleri	Çalışma ve kontrol bölgesindeki mahalleler

3.10. Araştırma Bütçesi ve Destekler

Çalışma, ADÜ Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir. ADÜ BAP ile 10.08.2019 tarihinde araştırmacı ve danışman tarafından sözleşme imzalanmıştır.

(Ek-5. ADÜ Tıp Fakóltesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü Uzmanlık Tez Projesi Sözleşme Protokolü)



2. BULGULAR

Çalışma toplamda bir yıl sürmüştür. Literatür araştırmaları sonucunda bölgedeki endüstriyel tesislerden kaynaklı hava kirliliğine neden olabilecek hava kirleticisi parametreleri olarak NO₂, SO₂, NH₃, H₂S ölçülmüştür. Ölçümler, AERMOD dağılım modelinden elde edilen sonuçlara göre, dört noktadan yapılmıştır. Ölçüm noktaları için belirlenen koordinatların denk geldiği 348 hanede görüşmeler tamamlanmıştır. Dört ölçüm noktasından, dört hava kirleticisi parametresi için, toplamda, 64 pasif örnekleme ölçümü gerçekleştirilmiş, sağlık durum değerlendirmesi için 348 kişi ile görüşülmüştür.

AERMOD kapsamında nokta, alan ve hacim kaynaklarından meydana gelen emisyonların dağılımları ve pasif örnekleme ölçüm noktaları Şekil VII–X’da. pasif örnekleme ölçüm noktalarında ölçülen hava kirleticisi parametreleri ve ölçüm sayıları Tablo XVIII’de, pasif örnekleme ölçüm sonuçları ve sonuçların referans limit değerleri ile karşılaştırması Tablo XIX’da, mahallelere göre hane sayıları Tablo XX’de, sağlık durum değerlendirmesine yönelik bulgular Tablo XXII-XXXV’te ve Şekil XI-XX’de sunulmuştur.

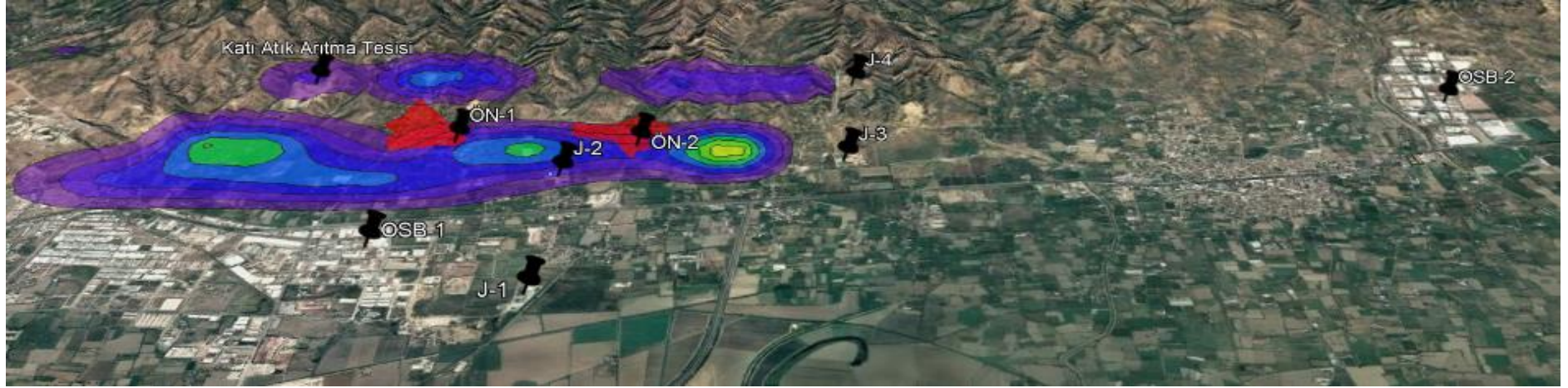
Yılmazköy mahallesi, İmamköy ve Umurlu mahallesi endüstriyel tesislere yakın konumda ve jeotermal sahada bulunmaktadır. Yılmazköy mahallesi Jeotermal-2’ye 940 m, Efeler Katı Atık Depolama ve Bertaraf Tesisine 650 m, ASTİM Organize Sanayi Bölgesine 1100 m, İmamköy mahallesi Jeotermal-2’ye 450 m, Jeotermal-3’e 1150 m, ASTİM Organize Sanayi Bölgesine 1450 m Umurlu mahallesi Jeotermal 3’e 1450 m, Aydın Organize Sanayi Bölgesine 720 m uzaklıktadır. Ayrıntılar Şekil VII–X’da gösterilmiştir.



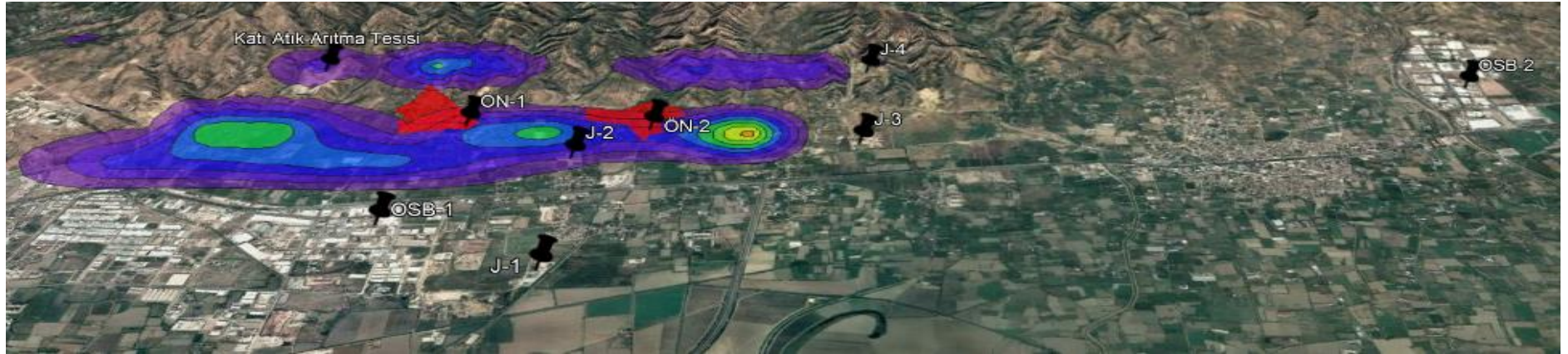
Şekil VII. NO₂ dağılım haritası, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021
(J=Jeotermal Saha, OSB=Organize Sanayi Bölgesi, ÖN=Ölçüm Noktası, Kırmızı alan=Yerleşim Yeri)



Şekil VIII. SO₂ dağılım haritası, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021
(J=Jeotermal Saha, OSB=Organize Sanayi Bölgesi, ÖN=Ölçüm Noktası, Kırmızı alan=Yerleşim Yeri)



Şekil IX. H₂S dağılım haritası, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021
(J=Jeotermal Saha, OSB=Organize Sanayi Bölgesi, ÖN=Ölçüm Noktası, Kırmızı alan=Yerleşim Yeri)



Şekil X. NH₃ dağılım haritası, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021
(J=Jeotermal Saha, OSB=Organize Sanayi Bölgesi, ÖN=Ölçüm Noktası, Kırmızı alan=Yerleşim Yeri)

Tablo XVIII. Ölçüm noktalarındaki ölçüm sayıları, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

	Parametre	Birinci ay	İkinci ay	Toplam
Yılmazköy (ÖN1)	NO2	2	2	16
	SO2	2	2	
	H2S	2	2	
	NH3	2	2	
İmamköy (ÖN2)	NO2	2	2	16
	SO2	2	2	
	H2S	2	2	
	NH3	2	2	
Umurlu (ÖN3)	NO2	2	2	16
	SO2	2	2	
	H2S	2	2	
	NH3	2	2	
Meşrutiyet (ÖN4)	NO2	2	2	16
	SO2	2	2	
	H2S	2	2	
	NH3	2	2	

Pasif örnekleme ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, NO2, SO2, NH3 ve H2S konsantrasyonlarının çalışma bölgesindeki üç ölçüm noktasında ve kontrol bölgesindeki bir ölçüm noktasında DSÖ ve Türkiye mevzuatı referans limit değerlerinin altında olduğu görülmüştür. Ayrıntılar Tablo XIX'da özetlenmiştir.

Tablo XIX. Pasif örnekleme ölçüm sonuçları ve sonuçların referans limit değerler ile karşılaştırması, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

		NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			SO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			NH3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			H2S ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Ortalama	DSÖ	Türkiye Mevzuatı*	Ortalama	EU	Türkiye Mevzuatı*	Ortalama	EPA	Türkiye Mevzuatı*	Ortalama	DSÖ	Türkiye Mevzuatı*
ÇB	Yılmazköy	12,10	40	40	<0,6	20	20	8,35	100	-	<0,2	20	20
	İmamköy	3,70			<0,6			43,85			<0,2		
	Umurlu	6,35			0,76			13,35			<0,2		
KB	Meşrutiyet	7,07			<0,6			24,39			<0,2		

*Kaynak: Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 06.06.2008 Resmî Gazete Sayısı: 26898)

ÇB: Çalışma bölgesi, KB: Kontrol bölgesi

Tablo XX. Mahallelere göre hane sayıları, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

<u>Mahalle</u>	<u>Hane sayıları</u>
Yılmazköy	58
İmamköy	58
Umurlu	58
Meşrutiyet	174

Çalışma ve kontrol grubu sosyo-demografik değişkenler bakımından karşılaştırıldığında; öğrenim durumu, aylık gelir ve bölgede yaşama süresi her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur. Lise ve üstü eğitim almış olanların oranı çalışma bölgesinde %17,2 iken, kontrol bölgesinde %47,7 olarak bulunmuştur ($p<0,001$). Çalışma bölgesinin aylık gelir ortancası 2000 (0-9000) TL, kontrol bölgesinin aylık gelir ortancası 2400 (0-10000) TL olarak saptanmıştır ($p<0,05$). Bölgede yaşama süresinin ortancası çalışma bölgesinde 24,0 (2,0-70,0) yıl, kontrol bölgesinde 12,0 (1,0-64,0) yıl olarak tespit edilmiştir ($p<0,001$). Ayrıntılar Tablo XXI'de verilmiştir.

Tablo XXI. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

		Çalışma Grubu (N=174)						Kontrol Grubu (N=174)				p
		Yılmazköy		İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet		
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Cinsiyet	Kadın	29	50,0	31	53,4	33	56,9	93	53,4	89	51,1	0,668
	Erkek	29	50,0	27	46,6	25	43,1	81	46,6	85	48,9	
Medeni durum	Evli	53	91,4	48	82,8	45	77,6	146	83,9	135	77,6	0,091
	Bekar	3	5,2	4	6,9	5	8,6	12	6,9	26	14,9	
	Dul	2	3,4	4	6,9	8	13,8	14	8,0	10	5,7	
	Boşanmış	0	,0	2	3,4	0	,0	2	1,1	3	1,7	
Öğrenim durumu	Lise altı düzeyi eğitim	47	81,0	46	79,3	51	87,9	144	82,8	91	52,3	0,000
	Lise ve üstü düzeyi eğitim	11	19,0	12	20,7	7	12,1	30	17,2	83	47,7	
Sigara	Hiç içmedim	34	58,6	30	51,7	41	70,7	105	60,3	112	64,4	0,734
	Bıraktım	8	13,8	7	12,1	1	1,7	16	9,2	15	8,6	
	Halen içiyorum	16	27,6	21	36,2	16	27,6	53	30,5	47	27,0	
Alkol	Hiç içmedim	40	69,0	42	72,4	50	86,2	132	75,9	136	78,2	0,922
	Bıraktım	2	3,4	2	3,4	2	3,4	6	3,4	5	2,9	
	Halen içiyorum	4	6,9	7	12,1	4	6,9	15	8,6	12	6,9	
	Sosyal içici	12	20,7	7	12,1	2	3,4	21	12,1	21	12,1	
Kronik hastalık	Var	27	46,6	17	29,3	18	31,0	62	35,6	61	35,1	0,911
	Yok	31	53,4	41	70,7	40	69,0	112	64,4	113	64,9	
		Ortanca (min-maks)		Ortanca (min-maks)		Ortanca (min-maks)		Ortanca (min-maks)		Ortanca (min-maks)		p
Yaş		54,0 (23,0-67,0)		49,5 (18,0-80,0)		53,0 (18,0-74,0)		51,5 (18,0-80,0)		47,0 (18,0-83,0)		0,055
Aylık gelir (bin TL)		2,5,(0-4,5)		2,5,(0-9,0)		2,0(1,0-4,0)		2,0,(0-9,0)		2,4,(0-10,0)		0,022
Bölgede yaşama süresi (yıl)		29,0 (2,0-65,0)		25,0 (2,0-70,0)		20,5 (3,0-50,0)		24,0 (2,0-70,0)		12,0 (1,0-64,0)		0,000

Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonraki sonuçlara göre, çalışma bölgesinde yaşamak 3,198 kat (%95 GA: 1,932-5,294) fazla sağlık kurumuna başvuru riski oluşturmaktadır. Sağlık kurumuna başvuru sayıları incelendiğinde son bir yıl içerisinde yatarak tedavi olanların oranı her iki grupta benzer düzeyde bulunmuştur. Ayrıntılar Tablo XXII’de verilmiştir.

Tablo XXII. Katılımcıların son bir yıl içerisinde sağlık kurumuna başvuru ve yatarak tedavi olma durumlarının değerlendirilmesi, Aydın’da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

Çalışma Bölgesi (N=174)										Kontrol Bölgesi (N=174)		OR (95% CI)*	P
Yılmazköy				İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet			
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Sağlık kurumuna başvuru (son 1 yıl) ^{1, 2, 3}	Var	34	58,6	30	51,7	28	48,3	92	52,9	49	28,2	3,198 (1,932-5,294)	0,000
	Yok	24	41,4	28	48,3	30	51,7	82	47,1	125	71,8		
Yatarak tedavi olma (son 1 yıl)	Evet	2	3,4	2	3,4	2	3,4	6	3,4	2	1,1	2,721 (0,514-14,402)	0,239
	Hayır	56	96,6	56	96,6	56	96,6	168	96,6	174	98,9		

¹ Yılmazköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

² İmamköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

³ Umurlu ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu

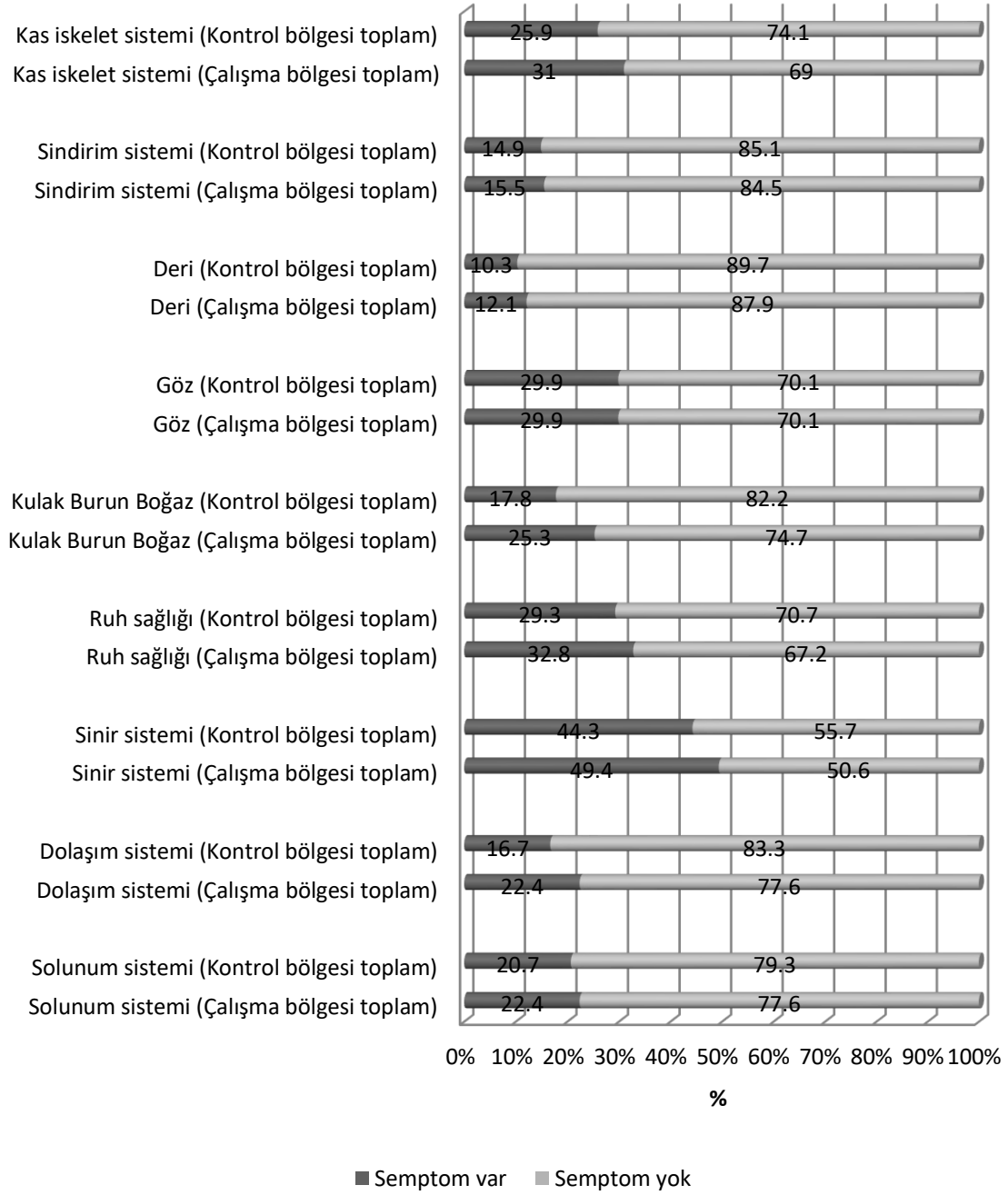
Tablo XXIII ve Şekil XI’de sistem sorgulamalarında en az bir semptom bildirenlerin oranı çalışma ve kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonraki sonuçlara göre, çalışma ve kontrol bölgesinde en az bir semptom bildirenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo XXIII. Sistem sorgulamalarında en az bir semptom bildirenlerin çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

		Çalışma Bölgesi (N=174)								Kontrol Bölgesi (N=174)		OR (95% CI)*	p
		Yılmazköy		İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Solunum Sistemi	Yok	43	74,1	46	79,3	46	79,3	135	77,6	138	79,3	0,891 (0,506-1,570)	0,690
	Var	15	25,9	12	20,7	12	20,7	39	22,4	36	20,7		
Dolaşım Sistemi	Yok	41	70,7	46	79,3	48	82,8	135	77,6	145	83,3	1,286 (0,714-2,319)	0,402
	Var	17	29,3	12	20,7	10	17,2	39	22,4	29	16,7		
Sinir Sistemi	Yok	23	39,7	27	46,6	38	65,5	88	50,6	97	55,7	1,049 (0,649-1,696)	0,844
	Var	35	60,3	31	53,4	20	34,5	86	49,4	77	44,3		
Ruh Sağlığı ¹	Yok	40	69,0	33	56,9	44	75,9	117	67,2	123	70,7	1,151 (0,696-1,903)	0,583
	Var	18	31,0	25	43,1	14	24,1	57	32,8	51	29,3		
KBB	Yok	45	77,6	41	70,7	44	75,9	130	74,7	143	82,2	1,566 (0,897-2,735)	0,115
	Var	13	22,4	17	29,3	14	24,1	44	25,3	31	17,8		
Göz	Yok	41	70,7	42	72,4	39	67,2	122	70,1	122	70,1	0,791 (0,469-1,332)	0,378
	Var	17	29,3	16	27,6	19	32,8	52	29,9	52	29,9		
Deri	Yok	46	79,3	55	94,8	52	89,7	153	87,9	156	89,7	1,200 (0,588-2,447)	0,616
	Var	12	20,7	3	5,2	6	10,3	21	12,1	18	10,3		
Sindirim Sistemi	Yok	46	79,3	49	84,5	52	89,7	147	84,5	148	85,1	0,900 (0,483-1,676)	0,739
	Var	12	20,7	9	15,5	6	10,3	27	15,5	26	14,9		
Kas İskelet Sistemi	Yok	37	63,8	39	67,2	44	75,9	120	69,0	129	74,1	1,015 (0,614-1,676)	0,954
	Var	21	36,2	19	32,8	14	24,1	54	31,0	45	25,9		

¹ İmamköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu



Şekil XI. Sistem sorgulamalarında en az bir semptom bildirenlerin çalışma ve kontrol bölgelerindeki dağılımı, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

Tablo XXIV ve Şekil XII’de solunum sistemi semptomları görülme oranları çalışma kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonra çalışma ve kontrol bölgeleri arasında solunum sistemi semptomları görülme oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

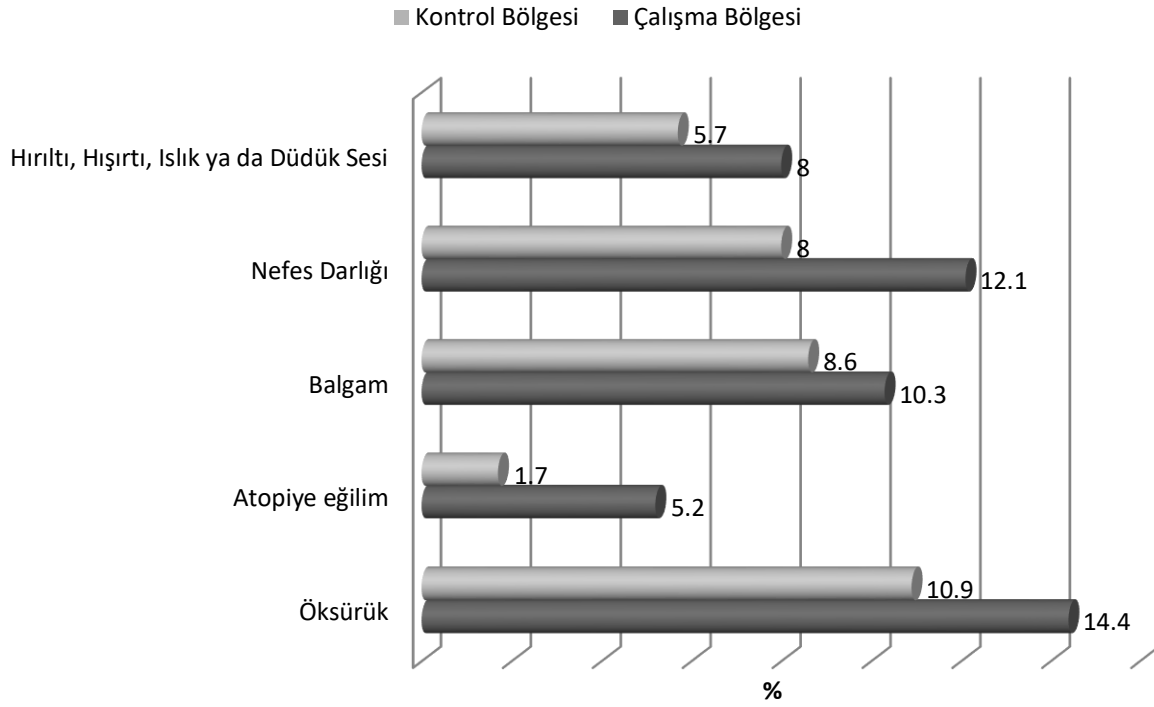


Tablo XXIV. Solunum sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Aydın, 2021

		Çalışma grubu (N=174)								Kontrol grubu (N=174)		OR (95% CI)*	p
		Yılmazköy		İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Öksürük	Var	9	15,5	9	15,5	7	12,1	25	14,4	19	10,9	1,221(0,616-2,421)	0,567
	Yok	49	84,5	49	84,5	51	87,9	149	85,6	155	89,1		
Atopiye eğilim ¹	Oluşturur	6	10,3	2	3,4	1	1,7	9	5,2	3	1,7	2,926(0,737-11,618)	0,127
	Oluşturmaz	52	89,7	56	96,6	57	98,3	165	94,8	171	98,3		
Balgam	Var	6	10,3	8	13,8	4	6,9	18	10,3	15	8,6	1,005(0,468-2,157)	0,990
	Yok	52	89,7	50	86,2	54	93,1	156	89,7	159	91,4		
Nefes darlığı	Var	11	19,0	6	10,3	4	6,9	21	12,1	14	8,0	1,504(0,699-3,235)	0,296
	Yok	47	81,0	52	89,7	54	93,1	153	87,9	160	92,0		
Hırıltı, hışırtı, ıslık ya da düdük sesi	Var	5	8,6	5	8,6	4	6,9	14	8,0	10	5,7	1,095(0,442-2,710)	0,845
	Yok	53	91,4	53	91,4	54	93,1	160	92,0	164	94,3		

¹ Yılmazköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu



Şekil XII. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında solunum sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

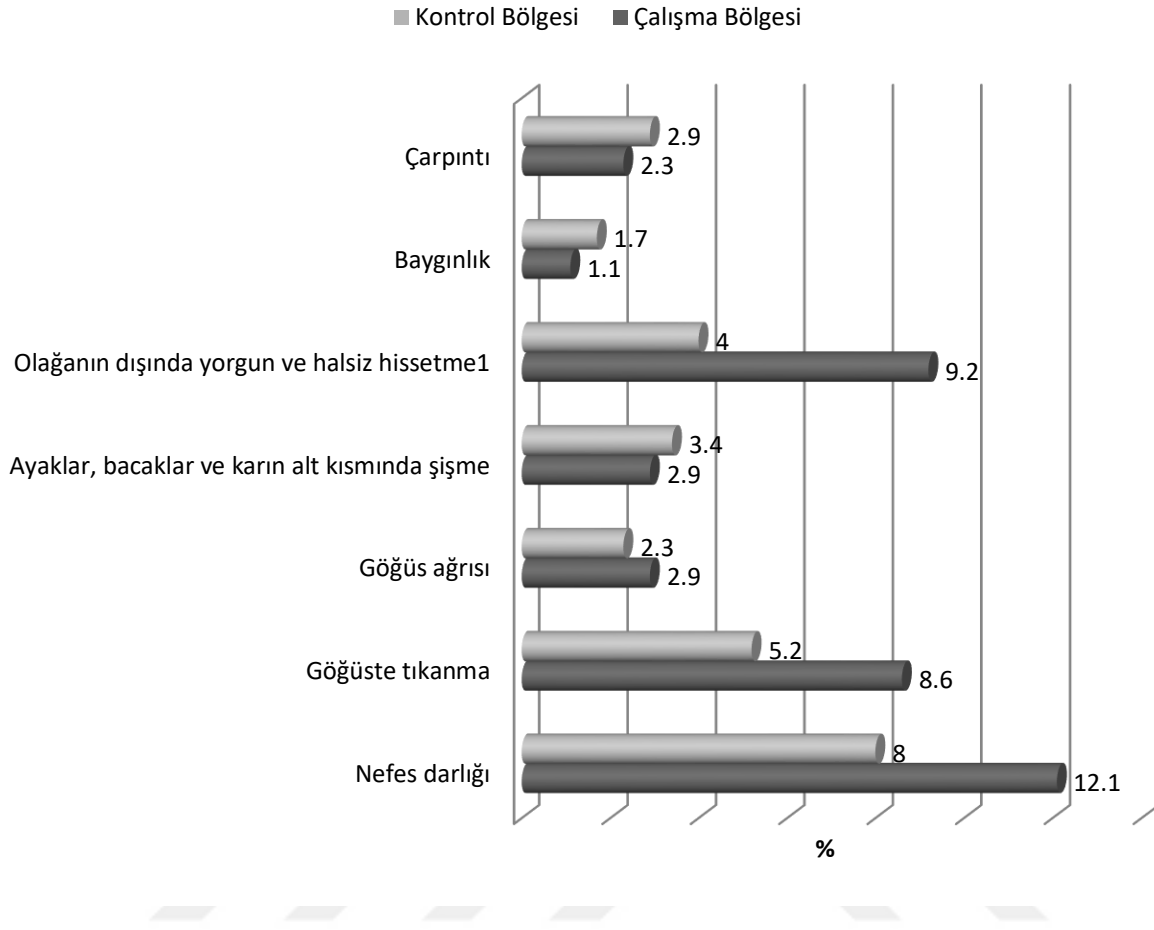
Tablo XXV ve Şekil XIII’te dolaşım sistemi semptomları görülme oranları çalışma kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonra çalışma ve kontrol bölgeleri arasında dolaşım sistemi semptomları görülme oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo XXV. Dolaşım sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

		Çalışma bölgesi (N=174)								Kontrol bölgesi (N=174)		OR (95% CI)*	p				
		Yılmazköy				İmamköy				Umurlu				Toplam		Meşrutiyet	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%			n	%		
Nefes darlığı ¹	Var	11	19,0	6	10,3	4	6,9	21	12,1	14	8,0	1,504(0,699-3,235)	0,296				
	Yok	47	81,0	52	89,7	54	93,1	153	87,9	160	92,0						
Göğüste tıkanma	Var	7	12,1	5	8,6	3	5,2	15	8,6	9	5,2	1,681 (0,659-4,289)	0,277				
	Yok	51	87,9	53	91,4	55	94,8	159	91,4	165	94,8						
Göğüs ağrısı	Var	2	3,4	1	1,7	2	3,4	5	2,9	4	2,3	0,964(0,245-3,797)	0,959				
	Yok	56	96,6	57	98,3	56	96,6	169	97,1	170	97,7						
Ayaklar, bacaklar ve karın alt kısmında şişme	Var	2	3,4	1	1,7	2	3,4	5	2,9	6	3,4	0,612 (0,169-2,222)	0,456				
	Yok	56	96,6	57	98,3	56	96,6	169	97,1	168	96,6						
Olağanın dışında yorgun ve halsiz hissetme ¹	Var	8	13,8	4	6,9	4	6,9	16	9,2	7	4,0	1,936 (0,749-5,000)	0,172				
	Yok	50	86,2	54	93,1	54	93,1	158	90,8	167	96,0						
Baygınlık	Var	1	1,7	1	1,7	0	,0	2	1,1	3	1,7	0,584 (0,090-3,811)	0,574				
	Yok	57	98,3	57	98,3	58	100,0	172	98,9	171	98,3						
Çarpıntı	Var	1	1,7	2	3,4	1	1,7	4	2,3	5	2,9	0,817 (0,202-3,304)	0,777				
	Yok	57	98,3	56	96,6	57	98,3	170	97,7	169	97,1						

¹ Yılmazköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu



Şekil XIII. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında dolaşım sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

Tablo XXVI ve Şekil XIV’te sinir sistemi semptomları görülme oranları çalışma kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonraki sonuçlara göre, unutkanlık semptomu görülme olasılığı çalışma bölgesinde yaşayanlarda 1,940 kat (%95 GA: 1,082-3,476) daha yüksek tespit edilmiştir. Diğer sinir sistemi semptomları için çalışma bölgesinde yaşayanlarda risk artışı tespit edilmemiştir.

Tablo XXVI. Sınır sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

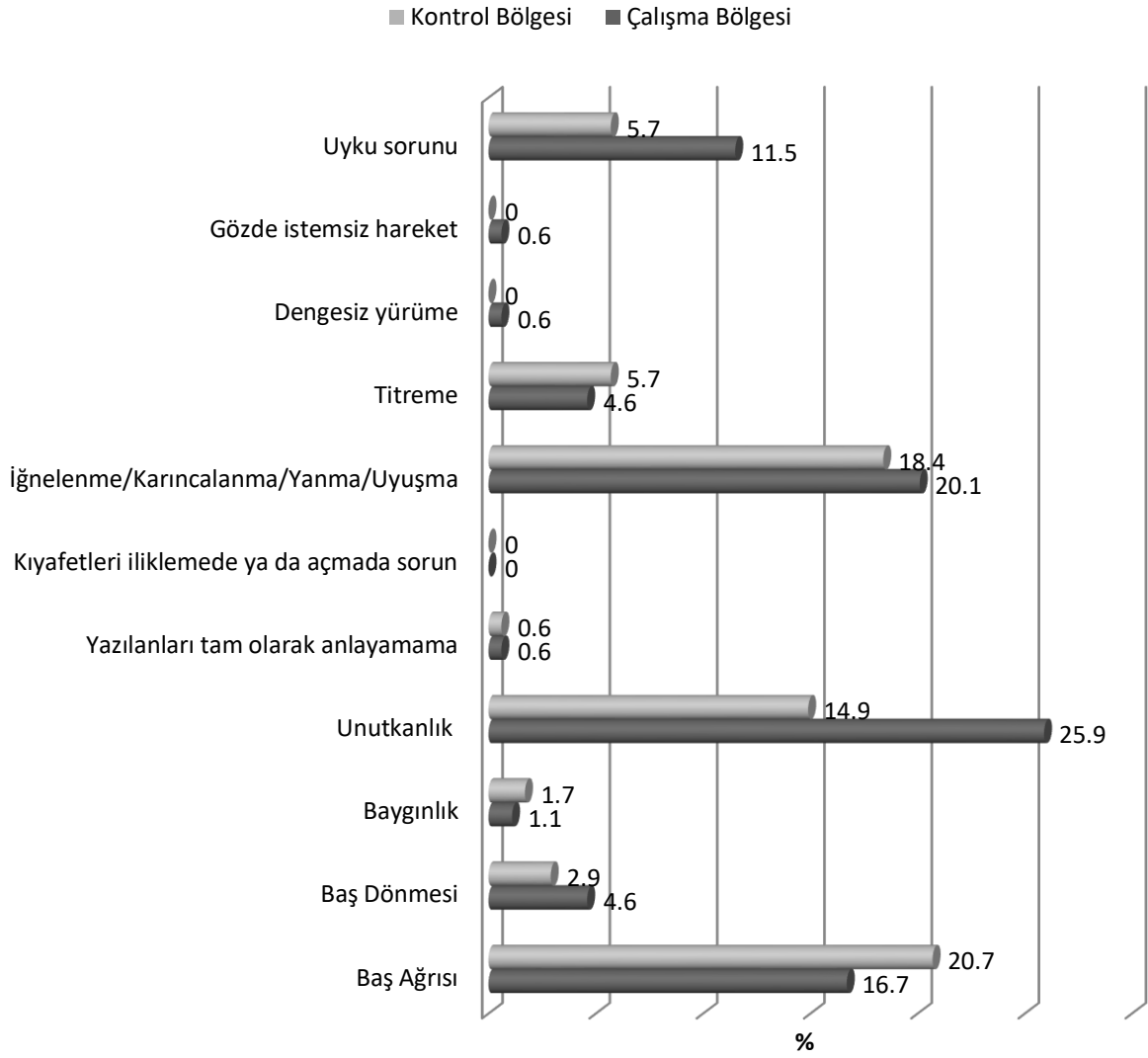
		Çalışma bölgesi (N=174)								Kontrol bölgesi(N=174)		OR (95% CI)*	p	
		Yılmazköy				İmamköy				Toplam				Meşrutiyet
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%			
Baş ağrısı ³	Evet	15	25,9	10	17,2	4	6,9	29	16,7	36	20,7	0,689(0,388-1,224)	0,204	
	Hayır	43	74,1	48	82,8	54	93,1	145	83,3	138	79,3			
Baş dönmesi	Evet	3	5,2	3	5,2	2	3,4	8	4,6	5	2,9	1,454(0,433-4,889)	0,545	
	Hayır	55	94,8	55	94,8	56	96,6	166	95,4	169	97,1			
Baygınlık	Evet	1	1,7	1	1,7	0	,0	2	1,1	3	1,7	0,584(0,090-3,811)	0,574	
	Hayır	57	98,3	57	98,3	58	100,0	172	98,9	171	98,3			
Unutkanlık ^{1,2}	Evet	22	37,9	16	27,6	7	12,1	45	25,9	26	14,9	1,940(1,082-3,476)	0,026	
	Hayır	36	62,1	42	72,4	51	87,9	129	74,1	148	85,1			
Yazılanları tam olarak anlayamama	Hayır	0	,0	0	,0	1	1,7	1	,6	1	,6	0,799(0,032-19,867)	0,891	
	Evet	58	100,0	58	100,0	57	98,3	173	99,4	173	99,4			
Kıyafetleri iliklemede ya da açmada sorun	Evet	0	,0	0	,0	0	,0	0	,0	0	,0	- **	- **	
	Hayır	58	100,0	58	100,0	58	100,0	174	100,0	174	100,0			
Ellerde/ayaklarda iğnelenme/karınçalanma/yanma/uyuşma	Evet	10	17,2	17	29,3	8	13,8	35	20,1	32	18,4	0,982(0,551-1,749)	0,950	
	Hayır	48	82,8	41	70,7	50	86,2	139	79,9	142	81,6			
Titreme	Evet	1	1,7	3	5,2	4	6,9	8	4,6	10	5,7	0,648(0,237-1,771)	0,398	
	Hayır	57	98,3	55	94,8	54	93,1	166	95,4	164	94,3			
Dengesiz yürüme	Evet	0	,0	0	,0	1	1,7	1	,6	0	,0	- **	- **	
	Hayır	58	100,0	58	100,0	57	98,3	173	99,4	58	100,0			
Gözde istemsiz hareket	Evet	0	,0	1	1,7	0	,0	1	,6	0	,0	- **	- **	
	Hayır	58	100,0	57	98,3	58	100,0	173	99,4	174	100,0			
Uyku ile ilgili sorun ³	Evet	5	8,6	7	12,1	8	13,8	20	11,5	10	5,7	1,789(0,779-4,110)	0,170	
	Hayır	53	91,4	51	87,9	50	86,2	154	88,5	164	94,3			

¹ Yılmazköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

² İmamköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

³ Umurlu ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu, **Grupta yeterli kadar veri olmadığından dolayı OR ve p değeri hesaplanamamıştır



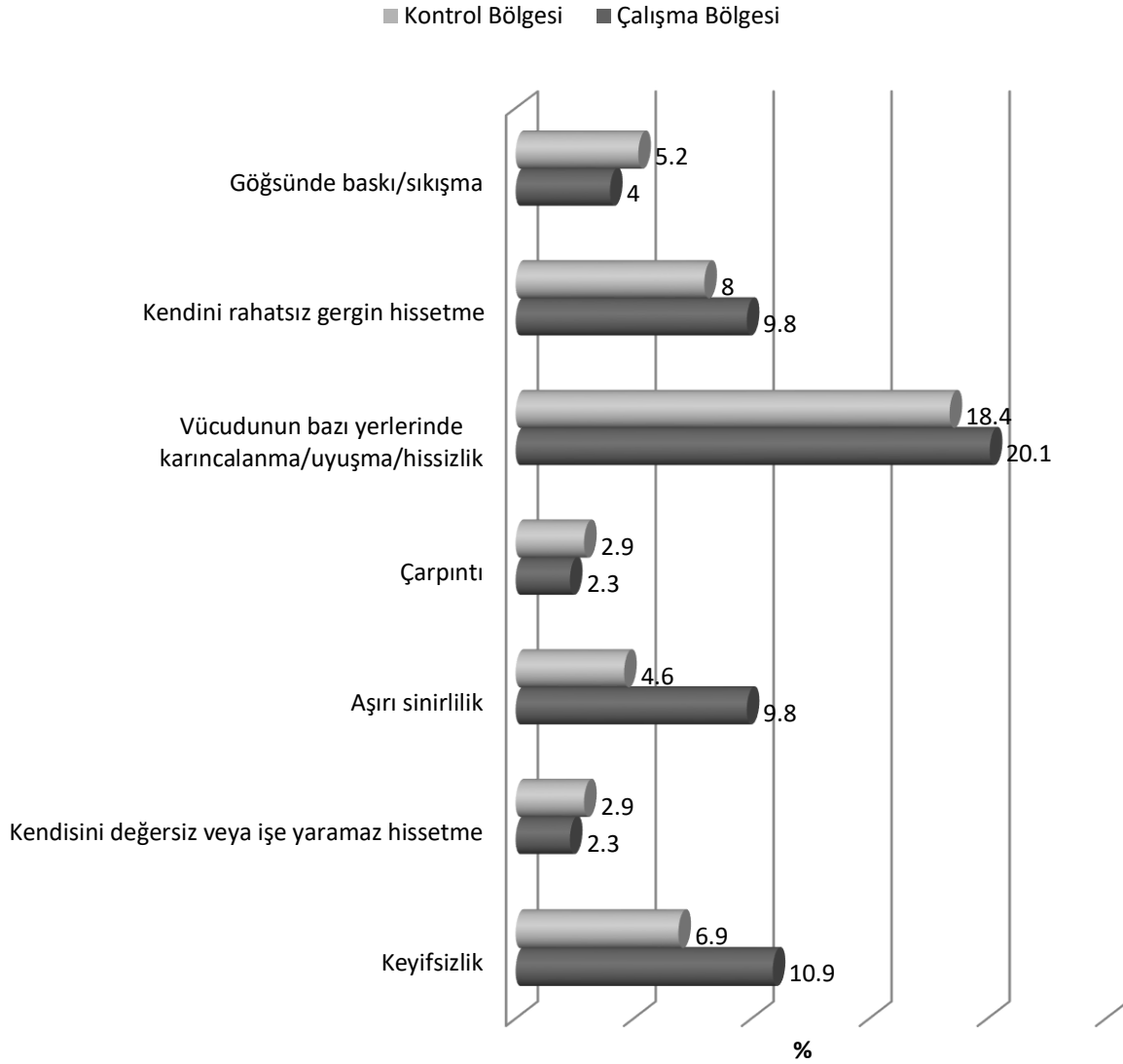
Şekil XIV. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında sinir sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

Tablo XXVII ve Şekil XV’te ruh sağlığı semptomları görülme oranları çalışma kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonra çalışma ve kontrol bölgeleri arasında ruh sağlığı semptomları görülme oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo XXVII. Ruh sağlığı semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

		Çalışma bölgesi (N=174)								Kontrol Bölgesi (N=174)				OR (95% CI)*	p
		Yılmazköy		İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet					
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%				
Keyifsizlik	Var	6	10,3	8	13,8	5	8,6	19	10,9	12	6,9	1,776 (0,790-3,993)	0,164		
	Yok	52	89,7	50	86,2	53	91,4	155	89,1	162	93,1				
Kendisini değersiz veya işe yaramaz hissetme	Var	2	3,4	1	1,7	1	1,7	4	2,3	5	2,9	0,627 (0,158-2,479)	0,505		
	Yok	56	96,6	57	98,3	57	98,3	170	97,7	169	97,1				
Aşırı düzeyde sinirlilik	Var	8	13,8	4	6,9	5	8,6	17	9,8	8	4,6	2,196 (0,880-5,483)	0,092		
	Yok	50	86,2	54	93,1	53	91,4	157	90,2	166	95,4				
Çarpıntı	Var	1	1,7	2	3,4	1	1,7	4	2,3	5	2,9	0,817 (0,202-3,304)	0,777		
	Yok	57	98,3	56	96,6	57	98,3	170	97,7	169	97,1				
Vücudunun bazı yerlerinde karıncalanma/uyuşma/hissizlik	Var	10	17,2	17	29,3	8	13,8	35	20,1	32	18,4	0,982 (0,551-1,749)	0,950		
	Yok	48	82,8	41	70,7	50	86,2	139	79,9	142	81,6				
Kendini rahatsız gergin hissetme	Var	9	15,5	4	6,9	4	6,9	17	9,8	14	8,0	1,389 (0,631-3,058)	0,414		
	Yok	49	84,5	54	93,1	54	93,1	157	90,2	160	92,0				
Göğsünde baskı/sıkışma	Var	2	3,4	2	3,4	3	5,2	7	4,0	9	5,2	0,635 (0,222-1,816)	0,397		
	Yok	56	96,6	56	96,6	55	94,8	167	96,0	165	94,8				

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu



Şekil XV. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında ruh sağlığı semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

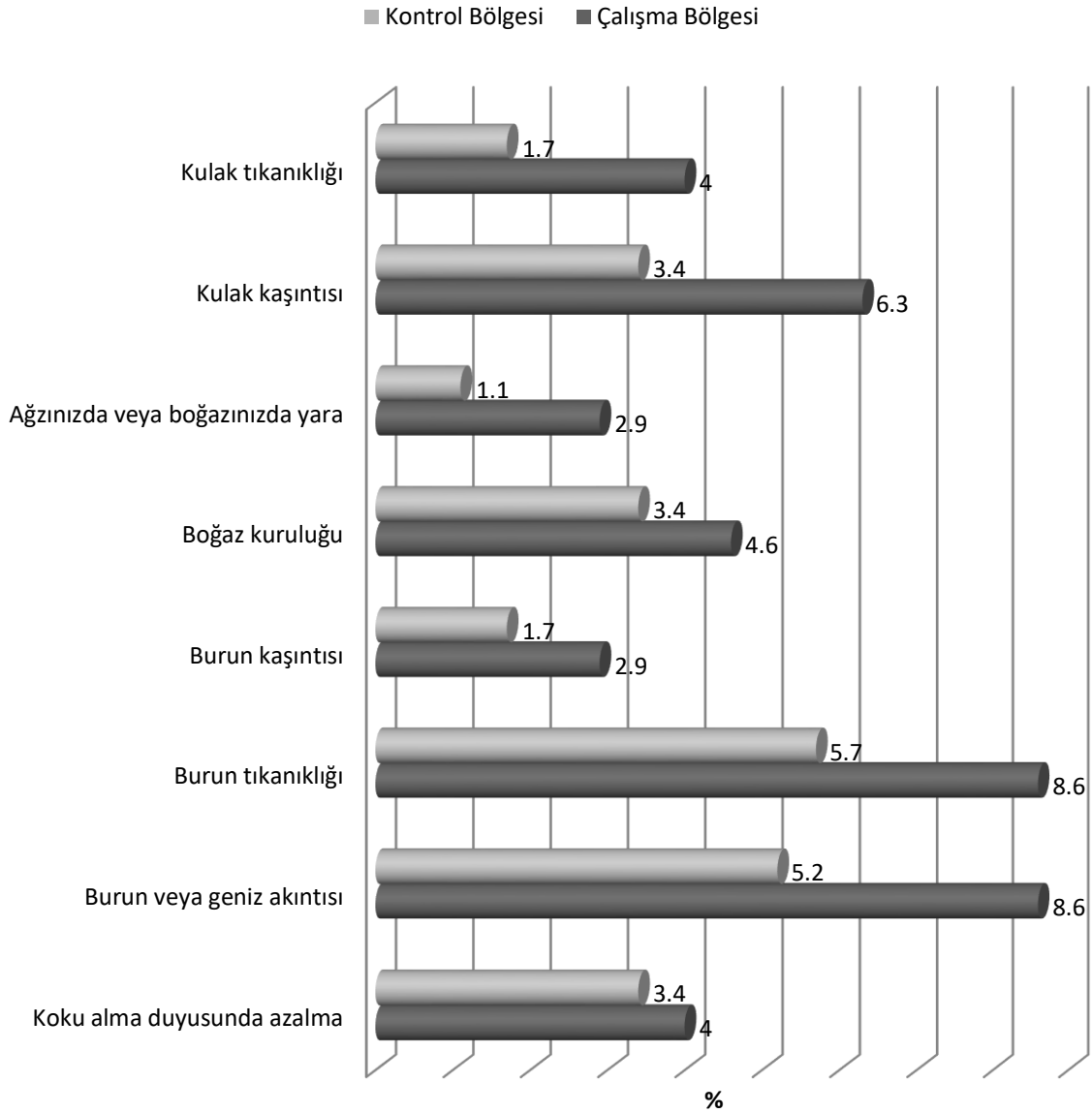
Tablo XXVIII ve Şekil XVI’da KBB semptomları görülme oranları çalışma kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonra çalışma ve kontrol bölgeleri arasında KBB semptomları görülme oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo XXVIII. Kulak burun boğaz semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

		Çalışma bölgesi (N=174)								Kontrol bölgesi (N=174)		OR (95% CI)*	p
		Yılmazköy		İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Koku alma duyusunda azalma	Var	2	3,4	3	5,2	2	3,4	7	4,0	6	3,4	1,091(0,329-3,615)	0,886
	Yok	56	96,6	55	94,8	56	96,6	167	96,0	168	96,6		
Burun veya geniz akıntısı	Var	3	5,2	6	10,3	2	3,4	11	6,3	9	5,2	1,573(0,640-3,870)	0,324
	Yok	55	94,8	52	89,7	56	96,6	163	93,7	165	94,8		
Burun tıkanıklığı ¹	Var	4	6,9	9	15,5	2	3,4	15	8,6	10	5,7	1,632(0,676-3,940)	0,276
	Yok	54	93,1	49	84,5	56	96,6	159	91,4	164	94,3		
Burun kaşıntısı	Var	1	1,7	3	5,2	1	1,7	5	2,9	3	1,7	1,181(0,269-5,183)	0,825
	Yok	57	98,3	55	94,8	57	98,3	169	97,1	171	98,3		
Boğaz kuruluğu	Var	3	5,2	3	5,2	2	3,4	8	4,6	6	3,4	1,145(0,370-3,546)	0,815
	Yok	55	94,8	55	94,8	56	96,6	166	95,4	168	96,6		
Ağzınızda veya boğazınızda yara	Var	0	,0	2	3,4	3	5,2	5	2,9	2	1,1	2,700(0,474-15,393)	0,263
	Yok	58	100,0	56	96,6	55	94,8	169	97,1	172	98,9		
Kulak kaşıntısı	Var	4	6,9	2	3,4	5	8,6	11	6,3	6	3,4	1,971(0,671-5,787)	0,217
	Yok	54	93,1	56	96,6	53	91,4	163	93,7	168	96,6		
Kulak tıkanıklığı	Var	1	1,7	2	3,4	4	6,9	7	4,0	3	1,7	1,820(0,433-7,643)	0,413
	Yok	57	98,3	56	96,6	54	93,1	167	96,0	171	98,3		

¹ İmamköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu



Şekil XVI. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında KBB semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

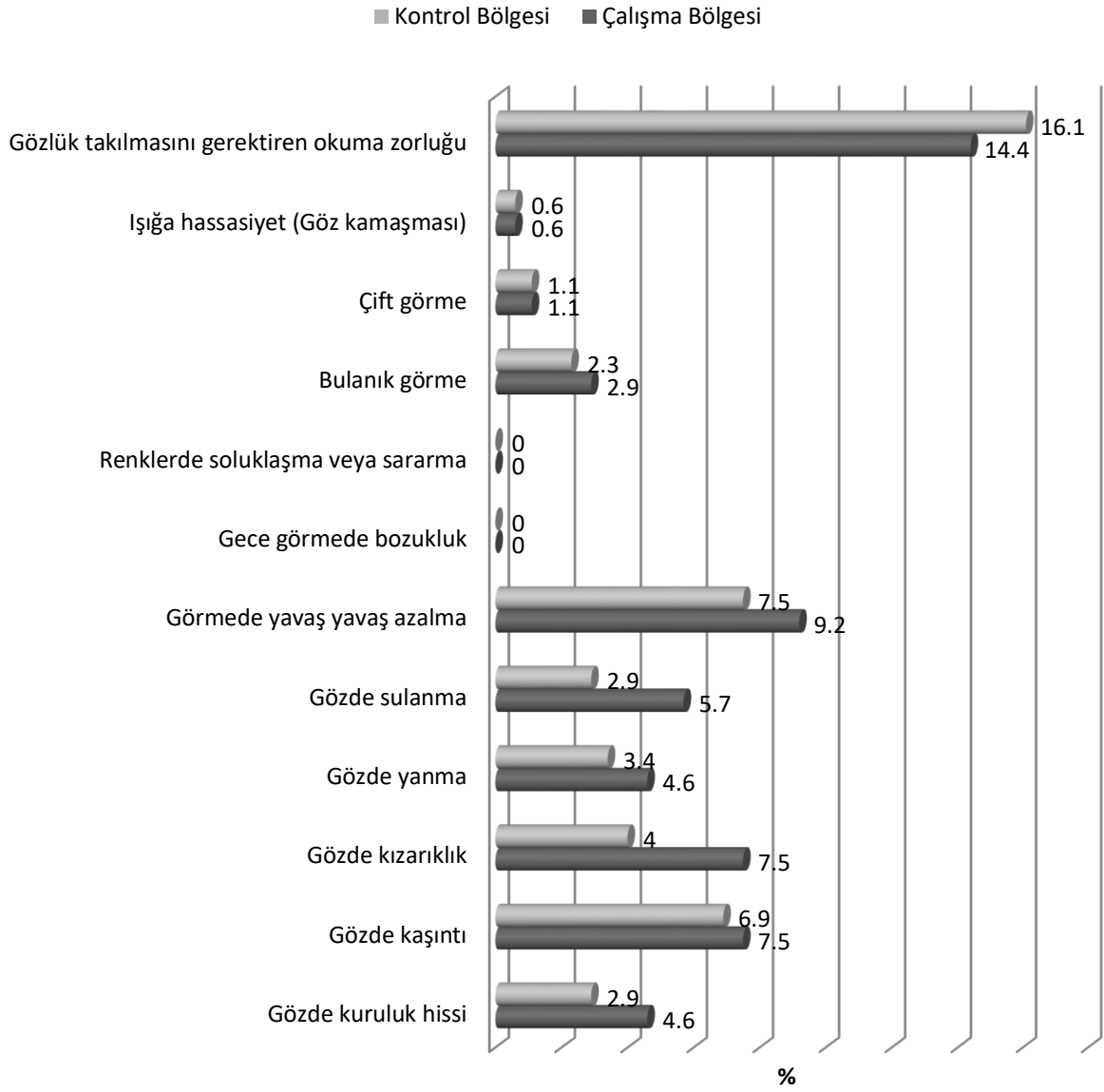
Tablo XXIX ve Şekil XVII’de göz semptomları görülme oranları çalışma kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonra çalışma ve kontrol bölgeleri arasında göz semptomları görülme oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo XXIX. Göz semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

		Çalışma bölgesi (N=174)								Kontrol bölgesi (N=174)		OR (95% CI)*	p
		Yılmazköy		İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Gözde kuruluk	Var	2	3,4	1	1,7	5	8,6	8	4,6	5	2,9	1,730(0,521-5,749)	0,371
	Yok	56	96,6	57	98,3	53	91,4	166	95,4	169	97,1		
Gözde kaşıntı	Var	4	6,9	4	6,9	5	8,6	13	7,5	12	6,9	1,229(0,518-2,920)	0,640
	Yok	54	93,1	54	93,1	53	91,4	161	92,5	162	93,1		
Gözde kızarıklık	Var	6	10,3	4	6,9	3	5,2	13	7,5	7	4,0	2,146(0,789-5,837)	0,135
	Yok	52	89,7	54	93,1	55	94,8	161	92,5	167	96,0		
Gözde yanma	Var	4	6,9	3	5,2	1	1,7	8	4,6	6	3,4	1,437(0,459-4,496)	0,534
	Yok	54	93,1	55	94,8	57	98,3	166	95,4	168	96,6		
Gözde sulanma	Var	3	5,2	3	5,2	4	6,9	10	5,7	5	2,9	2,251(0,705-7,187)	0,171
	Yok	55	94,8	55	94,8	54	93,1	164	94,3	169	97,1		
Görmede azalma	Var	4	6,9	6	10,3	6	10,3	16	9,2	13	7,5	0,986(0,440-2,211)	0,973
	Yok	54	93,1	52	89,7	52	89,7	158	90,8	161	92,5		
Gece görmede bozukluk	Var	0	,0	0	,0	0	,0	0	,0	0	,0	- **	- **
	Yok	58	100,0	58	100,0	58	100,0	174	100,0	174	100,0		
Renklerde soluklaşma veya sararma	Var	0	,0	0	,0	0	,0	0	,0	0	,0	- **	- **
	Yok	58	100,0	58	100,0	58	100,0	174	100,0	174	100,0		
Bulanık görme	Var	2	3,4	2	3,4	1	1,7	5	2,9	4	2,3	1,011(0,253-4,035)	0,988
	Yok	56	96,6	56	96,6	57	98,3	169	97,1	170	97,7		
Çift görme	Var	1	1,7	1	1,7	0	,0	2	1,1	2	1,1	0,754(0,100-5,669)	0,784
	Yok	57	98,3	57	98,3	58	100,0	172	98,9	172	98,9		
Işığa hassasiyet	Var	0	,0	1	1,7	0	,0	1	,6	1	,6	0,884(0,052-14,998)	0,932
	Yok	58	100,0	57	98,3	58	100,0	173	99,4	173	99,4		
Gözlük takılmasını gerektiren okuma zorluğu	Var	9	15,5	7	12,1	9	15,5	25	14,4	28	16,1	0,680(0,357-1,293)	0,239
	Yok	49	84,5	51	87,9	49	84,5	149	85,6	146	83,9		

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu

**Grupta yeterli veri olmadığından dolayı OR ve p değeri hesaplanamamıştır



Şekil XVII. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında göz semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

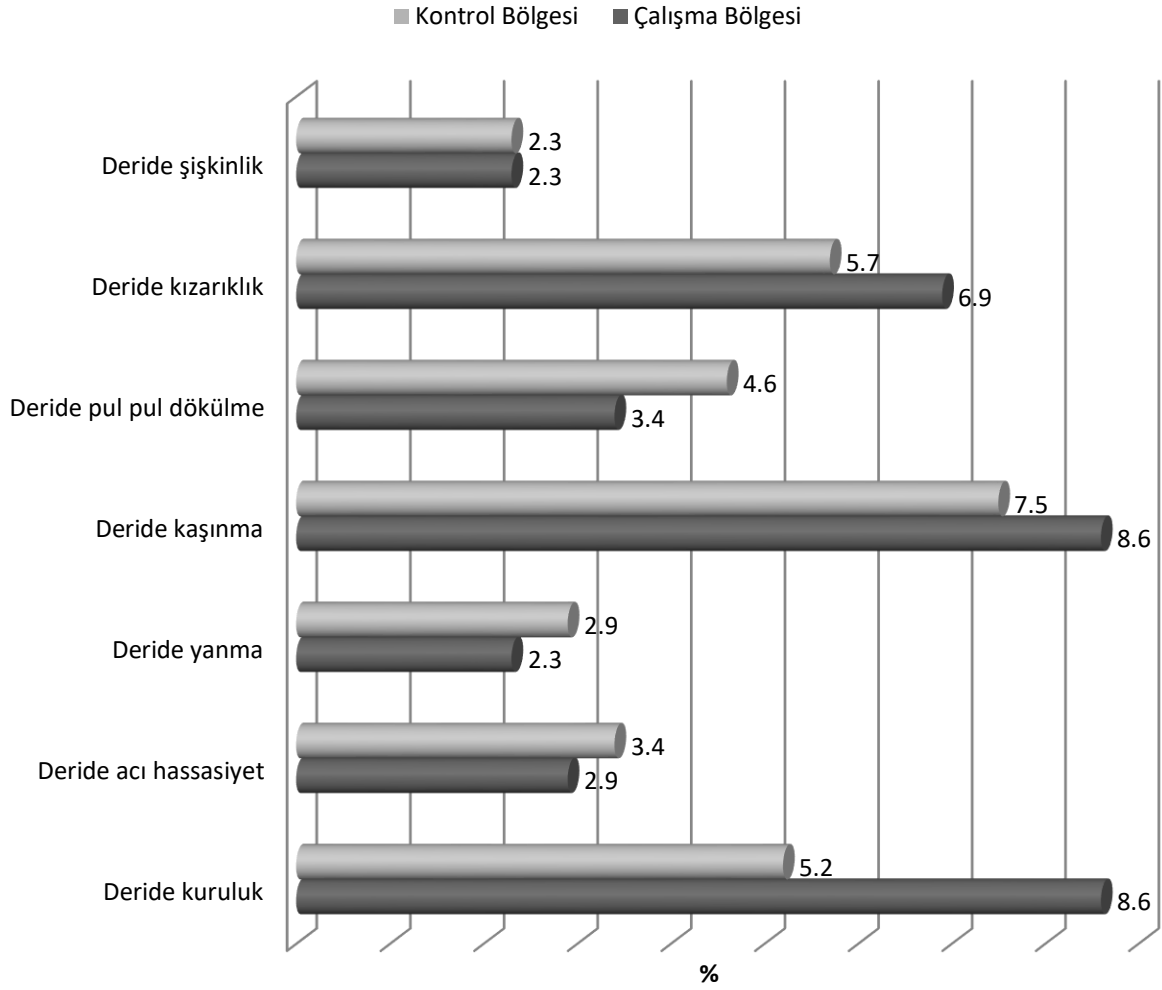
Tablo XXX ve Şekil XVIII’de deri semptomları görülme oranları çalışma kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonra çalışma ve kontrol bölgeleri arasında deri semptomları görülme oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo XXX. Deri semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

		Çalışma bölgesi (N=174)						Kontrol bölgesi (N=174)				OR (95% CI)*	p
		Yılmazköy		İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Deride kuruluk ¹	Evet	8	13,8	3	5,2	4	6,9	15	8,6	9	5,2	1,747 (0,705-4,329)	0,228
	Hayır	50	86,2	55	94,8	54	93,1	159	91,4	165	94,8		
Deride acı hassasiyet	Evet	3	5,2	1	1,7	1	1,7	5	2,9	6	3,4	0,863 (0,241-3,091)	0,821
	Hayır	55	94,8	57	98,3	57	98,3	169	97,1	168	96,6		
Deride yanma	Evet	3	5,2	1	1,7	0	,0	4	2,3	5	2,9	1,087 (0,257-4,601)	0,910
	Hayır	55	94,8	57	98,3	58	100,0	170	97,7	169	97,1		
Deride kaşınma	Evet	7	12,1	2	3,4	6	10,3	15	8,6	13	7,5	1,153 (0,510-2,609)	0,732
	Hayır	51	87,9	56	96,6	52	89,7	159	91,4	161	92,5		
Deride pul pul dökülme	Evet	3	5,2	2	3,4	1	1,7	6	3,4	8	4,6	0,628 (0,199-1,977)	0,426
	Hayır	55	94,8	56	96,6	57	98,3	168	96,6	166	95,4		
Deride kızarıklık	Evet	5	8,6	2	3,4	5	8,6	12	6,9	10	5,7	1,353 (0,539-3,397)	0,520
	Hayır	53	91,4	56	96,6	53	91,4	162	93,1	164	94,3		
Deride şişkinlik	Evet	2	3,4	1	1,7	1	1,7	4	2,3	4	2,3	1,056 (0,238-4,688)	0,943
	Hayır	56	96,6	57	98,3	57	98,3	170	97,7	170	97,7		

¹ Yılmazköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu



Şekil XVIII. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında deri semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

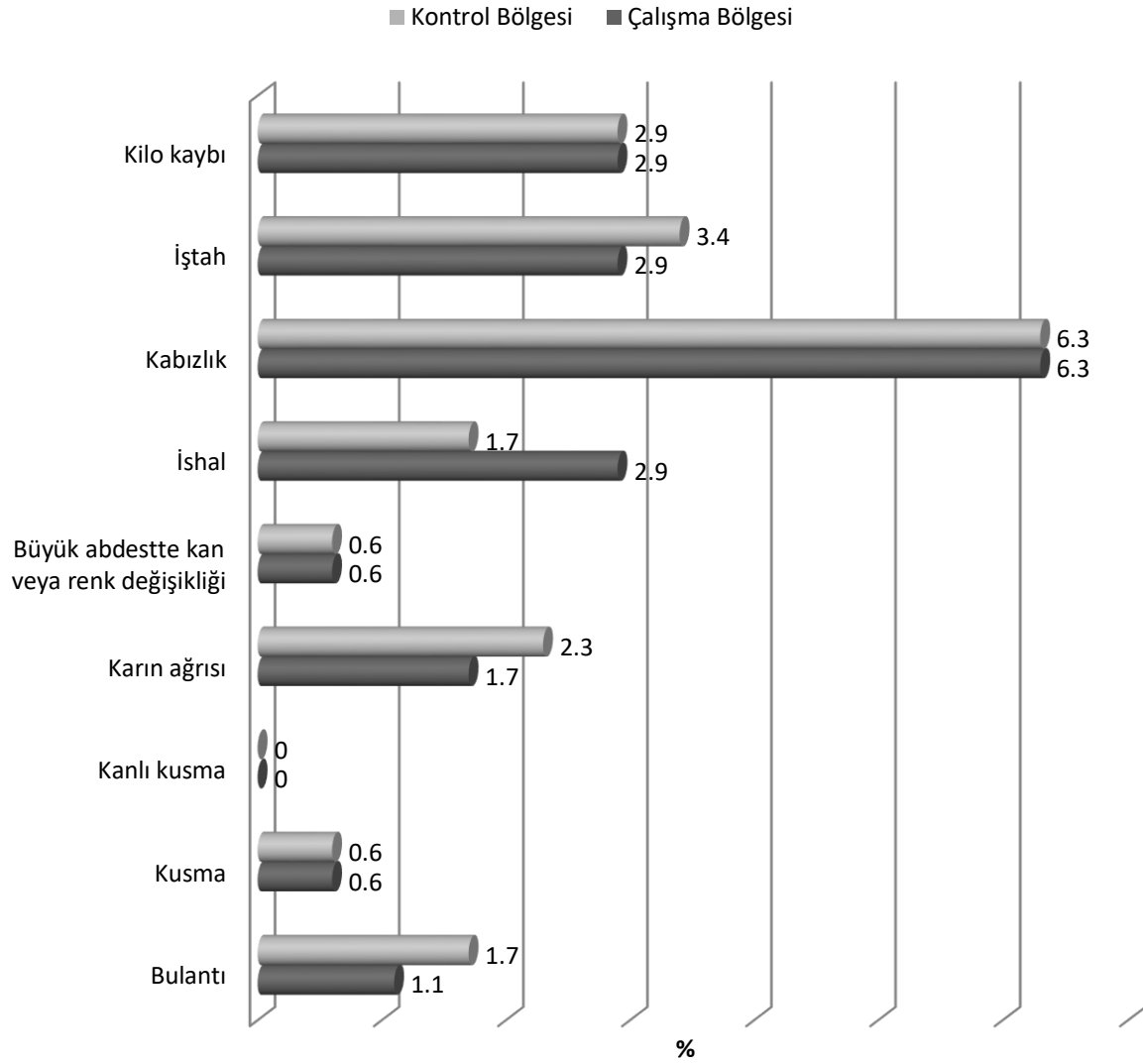
Tablo XXXI ve Şekil XIX'da sindirim sistemi semptomları görülme oranları çalışma kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonra çalışma ve kontrol bölgeleri arasında sindirim sistemi semptomları görülme oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo XXXI. Sindirim sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

		Çalışma bölgesi (N=174)								Kontrol bölgesi (N=174)		OR (95% CI)*	p
		Yılmazköy		İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Bulantı	Oluyor	1	1,7	0	,0	1	1,7	2	1,1	3	1,7	0,610 (0,095-3,915)	0,602
	Olmuyor	57	98,3	58	100,0	57	98,3	172	98,9	171	98,3		
Kusma	Oluyor	1	1,7	0	,0	0	,0	1	,6	1	,6	1,260 (0,060-26,411)	0,882
	Olmuyor	57	98,3	58	100,0	58	100,0	173	99,4	173	99,4		
Kanlı kusma	Oluyor	0	,0	0	,0	0	,0	0	,0	0	,0	- **	- **
	Olmuyor	1	100,0	0	,0	0	,0	1	100,0	1	100,0		
Karın ağrısı	Evet	2	3,4	0	,0	1	1,7	3	1,7	4	2,3	0,729 (0,151-3,521)	0,694
	Hayır	56	96,6	58	100,0	57	98,3	171	98,3	170	97,7		
Büyük abdestte kan veya renk değişikliği	Oluyor	1	1,7	0	,0	0	,0	1	,6	1	,6	0,497 (0,028-8,839)	0,634
	Olmuyor	57	98,3	58	100,0	58	100,0	173	99,4	173	99,4		
İshal	Oluyor	2	3,4	3	5,2	0	,0	5	2,9	3	1,7	1,875 (0,399-8,796)	0,426
	Olmuyor	56	96,6	55	94,8	58	100,0	169	97,1	171	98,3		
Kabızlık	Evet	5	8,6	4	6,9	2	3,4	11	6,3	11	6,3	0,795 (0,314-2,014)	0,629
	Hayır	53	91,4	54	93,1	56	96,6	163	93,7	163	93,7		
İştah	Kötü	3	5,2	1	1,7	1	1,7	5	2,9	6	3,4	0,675 (0,186-2,447)	0,550
	Normal / İyi	55	94,8	57	98,3	57	98,3	169	97,1	168	96,6		
Kilo kaybı	Var	1	1,7	3	5,2	1	1,7	5	2,9	5	2,9	0,854 (0,229-3,181)	0,814
	Yok	57	98,3	55	94,8	57	98,3	169	97,1	169	97,1		

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu

**Gruplarda yeteri kadar veri olmadığından dolayı OR ve p değeri hesaplanamamıştır



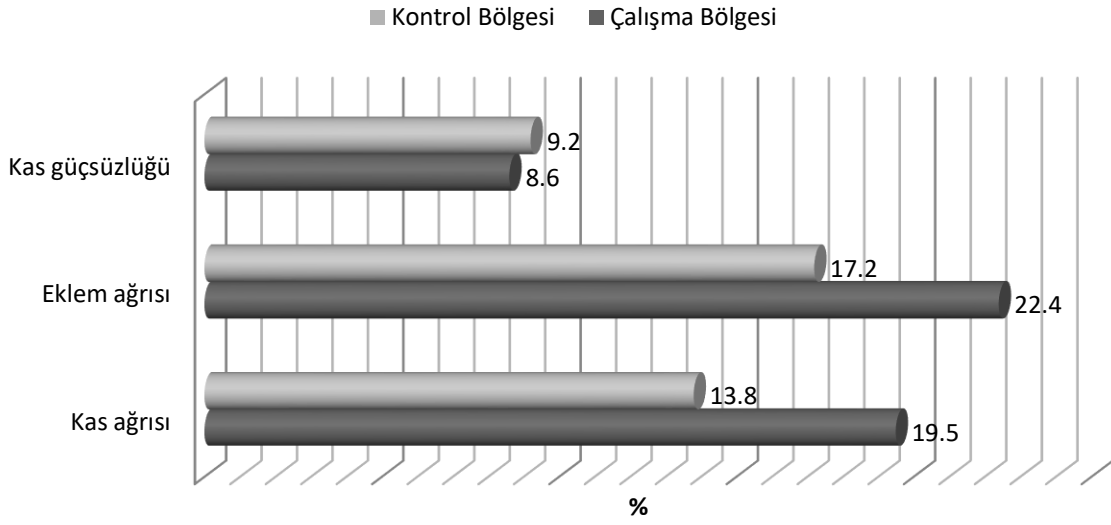
Şekil XIX. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında sindirim sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

Tablo XXXII ve Şekil XX’de kas iskelet sistemi semptomları görülme oranları çalışma kontrol bölgeleri arasında karşılaştırılmıştır. Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonra çalışma ve kontrol bölgeleri arasında kas iskelet sistemi semptomları görülme oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo XXXII. Kas iskelet sistemi semptomlarının çalışma ve kontrol bölgelerinde değerlendirilmesi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

		Çalışma bölgesi (N=174)								Kontrol bölgesi (N=174)		OR (95% CI)*	p
		Yılmazköy		İmamköy		Umurlu		Toplam		Meşrutiyet			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Kas ağrısı	Var	11	19,0	13	22,4	10	17,2	34	19,5	24	13,8	1,300 (0,711-2,376)	0,394
	Yok	47	81,0	45	77,6	48	82,8	140	80,5	150	86,2		
Eklem ağrısı	Var	13	22,4	14	24,1	12	20,7	39	22,4	30	17,2	1,165 (0,656-2,070)	0,602
	Yok	45	77,6	44	75,9	46	79,3	135	77,6	144	82,8		
Kas güçsüzlüğü	Var	8	13,8	2	3,4	5	8,6	15	8,6	16	9,2	0,761 (0,350-1,652)	0,490
	Yok	50	86,2	56	96,6	53	91,4	159	91,4	158	90,8		

*Düzeltilmiş OR: Yaş, kronik hastalık, sigara, öğrenim durumu



Şekil XX. Çalışma ve kontrol bölgeleri arasında kas iskelet sistemi semptomları görülme oranlarının karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

Mahallelere göre en sık görülen semptomlar Tablo XXXIII’te, en sık görülen semptomların mahalleler arasında karşılaştırılması Tablo XXXIV’te, mahallelerde en sık görülen semptomların hava kalitesi ölçüm değerleri ile ilişkisi Tablo XXXV’te özetlenmiştir.

Tablo XXXIII. Mahallelere göre en sık görülen semptomlar, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

Yılmazköy	İmamköy	Umurlu	Meşrutiyet
Unutkanlık	Ellerde/ayaklarda iğnelenme/karıncaalanma/yanma/uyuşma	Gözlük takılmasını gerektiren okuma zorluğu	Baş ağrısı

Lojistik regresyon analizi ile potansiyel karıştırıcı değişkenler için düzeltme yapıldıktan sonraki sonuçlara göre, mahallelere göre en sık görülen semptomlar çalışma ve kontrol bölgeleri arasında karşılaştırıldığında unutkanlık semptomunun çalışma bölgesinde yaşayanlarda 1,940 kat (1,082-3,476) daha fazla görüldüğü saptanmıştır. Ayrıntılar Tablo XXXIV’te verilmiştir.

Tablo XXXIV. En sık görülen semptomların mahalleler arasında karşılaştırılması, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

	Çalışma bölgesi (N=174)								Kontrol bölgesi (N=174)				OR (95% CI)*	p								
	Yılmazköy				İmamköy				Umurlu						Toplam				Meşrutiyet			
	n	%	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%										
Baş ağrısı ³	Var	15	25,9	10	17,2	4	6,9	29	16,7	36	20,7	0,689(0,388-1,224)	0,204									
	Yok	43	74,1	48	82,8	54	93,1	145	83,3	138	79,3											
Unutkanlık ^{1,2}	Var	22	37,9	16	27,6	7	12,1	45	25,9	26	14,9	1,940(1,082-3,476)	0,026									
	Yok	36	62,1	42	72,4	51	87,9	129	74,1	148	85,1											
Ellerde/ayaklarda iğnelenme/karıncalanma/yanma/uyuşma	Var	10	17,2	17	29,3	8	13,8	35	20,1	32	18,4	0,982(0,551-1,749)	0,950									
	Yok	48	82,8	41	70,7	50	86,2	139	79,9	142	81,6											
Gözlük takılmasını gerektiren okuma zorluğu	Var	9	15,5	7	12,1	9	15,5	25	14,4	28	16,1	0,680(0,357-1,293)	0,239									
	Yok	49	84,5	51	87,9	49	84,5	149	85,6	146	83,9											

¹ Yılmazköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

² İmamköy ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

³ Umurlu ve Meşrutiyet karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir

Tablo XXXV’te mahallelere göre en sık görülen semptomlar ile hava kalitesi ölçüm değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. En sık görülen semptomların görülme oranları ile hava kalitesi ölçüm değerleri arasında korelasyon saptanmamıştır.

Tablo XXXV. Mahallelere göre en sık görülen semptomların görülme oranlarının hava kalitesi ölçüm değerleri ile korelasyonu, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

Spearman’s Korelasyon		NO2	SO2	NH3	H2S
Baş ağrısı	r	,800	-,775	-,400	,447
	p	,200	,225	,600	,553
Unutkanlık	r	,400	-,775	-,200	,894
	p	,600	,225	,800	,106
Karıncalanma	r	-,400	-,775	,800	,447
	p	,600	,225	,200	,553
Gözlük	r	,632	,000	-,316	-,707
	p	,368	1,000	,684	,293

5.TARTIŞMA

Bu araştırmada endüstriyel faaliyetlerin hava kalitesi üzerine olan etkisi ve endüstriyel bölgede yaşayan sakinlerin sağlık durumları değerlendirilmiştir. Hava kalitesi çalışma ve kontrol bölgesinde benzer bulunmuş ve ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin altında saptanmıştır. Endüstriyel bölgeye yakın yaşayanların uzak yaşayanlara göre daha fazla unutkanlık yaşadıkları ve daha fazla sağlık kurumuna başvuru yaptıkları tespit edilmiştir.

Türkiye’de Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği kapsamında işletmeler iki yılda bir emisyon ölçüm raporu sunmaktadır. Bu sayede hava kirlletici emisyonları kontrol altında tutulmakta ve mevzuat limit değerleri aşmamaktadır. Literatür incelendiğinde, birçok çalışmada, Aydın çalışmasındaki endüstriyel faaliyetlerin hava kalitesi üzerine olan etkisine benzer sonuçlar bulunmuştur (Tablo XXXVI). Türkiye’de Aydın şehrinde jeotermal enerji santrallerine yakın bölgelerde gerçekleştirilen ölçümlerde SO₂ konsantrasyonlarının 3,01-4,19 µg/m³, NO₂ konsantrasyonlarının 3,59-6,08 µg/m³, H₂S konsantrasyonlarının 7,46-10,63 µg/m³ arasında değiştiği ve ölçüm sonuçlarının limit değerleri aşmadığı tespit edilmiştir (41). İzlanda’da gerçekleştirilen bir çalışmada jeotermal faaliyetlere yakın bir bölgede gerçekleştirilen hava kalitesi ölçümlerinde SO₂, NO₂, H₂S ortalama konsantrasyonlarının sırasıyla 1,81±1,67 µg/m³, 22,08±13,85 µg/m³, 3,35±6,69 µg/m³ olduğu saptanmıştır (357). İtalya’da Toskana Çevre Koruma Ajansı tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada jeotermal enerji santrallerine yakın bir bölgede H₂S ortalama konsantrasyonlarının 2-12 µg/m³ arasında değiştiği görülmüştür (359). Gül ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada endüstriyel bölgeye yakın okullarda gerçekleştirilen ölçümlerde NO₂ ortalama konsantrasyonlarının 14,93-24,82 µg/m³ arasında değiştiği görülmüştür (358). Hsieh ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada endüstriyel tesislerin yoğun olarak bulunduğu bölgelerde NH₃ ortalama konsantrasyonlarının 51,5-70,8 µg/m³ arasında değiştiği saptanmıştır (360). Hindistan’da endüstriyel tesislerin yoğun olarak bulunduğu bir bölgede gerçekleştirilen çalışmada SO₂ ortalama konsantrasyonunun 10 µg/m³ olduğu tespit edilmiştir (361). Aydın çalışmasının sonuçlarının aksine endüstriyel bölgelerde hava kirlletici limit değerlerinin aşıldığı çalışmaların da literatürde mevcut olduğu görülmüştür (Tablo XXXVI). Bacci ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada jeotermal faaliyetlerin

yüksek olduğu bir bölgede H₂S ortalama konsantrasyonunun 57,1-561 µg/m³ arasında olduğu tespit edilmiştir (362). Nijerya’da gerçekleştirilen bir çalışmada endüstriyel bölgeye yakın alanlarda SO₂ konsantrasyonlarının 30±19 µg/m³, NO₂ konsantrasyonlarının 63±16 µg/m³, NH₃ konsantrasyonlarının 463±180 µg/m³ olduğu görülmüştür (363). Selevan ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada SO₂, NO₂ ortalama konsantrasyonlarının endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu bir yerleşim alanında sırasıyla 30.6±14.9 µg/m³, 42.1±20.1 µg/m³ olduğu tespit edilmiştir (364). Çin’de gerçekleştirilen bir çalışmada endüstriyel tesislerin yoğun olduğu yerleşim alanlarında NO₂ ortalama konsantrasyonunun 36.44±11.10 µg/m³, SO₂ konsantrasyonunun 49.75±16.03 µg/m³ olduğu saptanmıştır (365).

Aydın çalışmanın kısıtlılığı hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında pasif örnekleme yönteminin kullanılmasıdır. Pasif örnekleme yöntemi ile hava kalitesi anlık değerlendirilememekte, kirleticilerin minimum ve maksimum değerlerine ulaşamamaktadır. Hava kalitesi değerlendirilirken anlık ölçümlerin yapılması tehlikeli emisyon değerlerinin görülebilmesi ve sağlık etkilerinin değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bu sebeple ileriki araştırmalarda hava kalitesinin pasif örnekleme yöntemi yerine anlık değerlendirmelerin yapılabildiği aktif örnekleme yöntemi ile yapılması önerilmektedir.

Türkiye’de gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde eğitim düzeyi ve gelir düzeyi düşük olanların sağlık kurumuna daha sık başvurduğu tespit edilmiştir (358, 366). Aydın çalışmasında hava kalitesinin çalışma ve kontrol bölgesinde benzer olmasına rağmen, çalışma bölgesinde sağlık kurumuna başvuruların daha yüksek düzeyde görülmesinin çalışma bölgesindeki katılımcıların eğitim düzeyinin ve gelir düzeyinin düşük olmasına bağlı olabileceği düşünülmüştür. Bir diğer önemli husus da; çalışmada ölçülen hava kirleticilerinin haricinde PM₁₀, PM_{2,5}, O₃, CH₄ gibi çalışma bölgesindeki endüstriyel tesislerden salınabilecek diğer kirleticilerin olası sağlık etkilerinin sağlık kurumu başvurularının artmasına neden olabileceğidir (367, 368). Ayrıca, çalışmada hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında pasif örnekleme yönteminin kullanılması, hava kirleticilerinin anlık ölçümleri ile sağlık kurumuna başvuru sayılarının değerlendirilmesine olanak sağlamamaktadır. Bu da çalışmanın diğer bir önemli kısıtlılığıdır.

Araştırmada solunum sistemi semptomlarının tümü çalışma ve kontrol bölgeleri arasında benzer düzeyde görülmüştür. Literatür incelendiğinde; epidemiyolojik çalışmaların çoğunda endüstriyel bölgeye yakın bölgede yaşayan sakinlerde daha yaygın solunum semptomu geliştiği tespit edilmiştir (Tablo XXXVII). Orru ve arkadaşlarının gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada, endüstriyel bölgeye yakın yaşayan sakinlerde, yakın yaşamayan sakinlere göre hırıltılı solunum, göğüste sıkışma, nefes darlığı, öksürük gibi semptomların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır (369). Kumar ve arkadaşlarının gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada, endüstriyel tesislere yakın bölgede yaşayan sakinlerde, uzak bölgede yaşayan sakinlere göre öksürük, hırıltı, nefes darlığı, göğüs rahatsızlığı gibi alt solunum semptomlarının 1.97 kat, üstü solunum semptomlarının 1.59 kat daha yaygın görüldüğü saptanmıştır (361). Legator ve arkadaşlarının gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada, H₂S kaynaklarının yoğun olduğu bir bölgeye yakın yaşayanlarda uzak yaşayanlara göre öksürük, nefes darlığı ve hırıltılı solunum semptomlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek oranlarda görüldüğü tespit edilmiştir (321). Chang ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada ise, endüstriyel bölgeye yakın bir bölgede yaşayanlarda, uzak bölgede yaşayanlara göre öksürük ve hırıltılı solunum semptomlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür (370). Bir başka çalışmada, endüstriyel tesislere yakın bir okulda okuyan gençlerin sağlık durumları ile uzak okulda okuyan gençlerin sağlık durumları karşılaştırılmış göğüste sıkışma, öksürük ve balgam gibi semptomların endüstriyel tesislere yakın okulda okuyan gençlerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır (358). Viegı ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada, endüstriyel bölgede yaşayanlarda yaşamayanlara göre öksürük, balgam, nefes darlığı gibi semptomların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek görüldüğü saptanmıştır (371).

Ancak bu bulguların aksini ispat eden, Aydın çalışmasına benzer sonuçların bulunduğu çalışmaların da literatürde mevcut olduğu görülmüştür (Tablo XXXVII). Yang ve arkadaşlarının çalışmasında, endüstriyel bölgeye yakın yaşayan sakinler ile uzak yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış, öksürük ve hırıltılı solunum semptomlarının her iki bölgede benzer oranlarda, nefes darlığının endüstriyel bölgeye yakın yaşayanlarda daha düşük oranlarda olduğu görülmüştür (372). Dales ve arkadaşlarının çalışmasında, öksürük, balgam, nefes darlığı ve hırıltılı solunum gibi

solunum yolu semptomlarının endüstriyel bölgede yaşayanlar ile kontrol bölgesinde yaşayanlar arasında benzer düzeyde olduğu saptanmıştır (373). Jaakkola ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada, H₂S kaynaklarından biri olan kağıt hamuru fabrikası yakınında yaşayan sakinlerde öksürük, hırıltı ve nefes darlığı gibi semptomların kontrol bölgesi ile benzer oranlarda görüldüğü tespit edilmiştir (292). Bir başka çalışmada da, hırıltı ve nefes darlığı gibi semptomların endüstriyel bölgede yaşayanlar ile kontrol bölgesinde yaşayanlar arasında benzer olduğu görülmüştür (374).

Araştırmalarda solunum semptomları ile ilgili birçok farklı sonucun elde edilmiş olduğu görülmüştür. Araştırmaların yapıldığı bölgelerdeki endüstriyel tesislerin ve hava kirleticilerinin çeşitliliğinin, endüstriyel tesislerin çalışma bölgelerine farklı uzaklıklarda olmasının ve bazı araştırmalarda karıştırıcı faktörlerin etkisinin dışlanamamış olmasının araştırmalardaki farklı sonuçların nedenlerinden biri veya birkaçı olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca birçok çalışmada hava kalitesinin değerlendirilmemiş olması araştırmalar arasındaki farklı sonuçların nedenlerinin açıklanmasını güçleştirmektedir.

Aydın çalışmasında hava kirletici parametreleri ölçüldüğünde sınır değerleri aşmaması, çalışma bölgesi ve kontrol bölgesi arasında solunum yolu semptomları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasını açıklayabilmektedir. Ancak, sonuçların daha sağlıklı yorumlanabilmesi için sağlık durum değerlendirmesinin tehlikeli emisyon değerlerinin tespit edilebildiği anlık hava kalitesi ölçümleri ile birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir.

Sinir sistemi semptomları sorgulandığında; diğer sinir sistemi semptomları her iki bölgede benzer düzeydeyken, çalışma bölgesinde yaşayan sakinlerin kontrol bölgesinde yaşayan sakinlere kıyasla daha çok unutkanlık yaşaması ilginç bir bulgudur. Karıştırıcı faktörlerin etkisi de dikkate alındığında çalışma bölgesinde yaşama unutkanlık riskini 1,940 kat arttırdığı görülmüştür. Legator ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada, H₂S kaynaklarına yakın bir bölgede yaşayan sakinlerde kontrol bölgesinde yaşayan sakinlere göre hafıza problemlerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gözlenmiştir (321). Kilburn ve arkadaşlarının gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada, endüstriyel bölgeye yakın yerleşkede yaşayan sakinlerde, uzak yerleşkede yaşayan sakinlere göre kısa ve uzun süreli hafıza problemlerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (322). Diğer bir çalışmada, endüstriyel

bölgeye yakın yerleşkede yaşayan çocuklarda kısa süreli hafıza problemlerinin endüstriyel bölgeye uzak yerleşkede yaşayan çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gözlenmiştir (375). Bir başka çalışmada, Hindistan’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu bir şehirde yaşayan sakinler ile kırsal bölgede yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış, kısa süreli hafıza problemlerinin endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu şehirde yaşayan sakinlerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür (361).

Literatürde unutkanlık ile ilgili bu sonuçların Aydın çalışmasının sonucu ile uyumlu olduğu görülmüştür (Tablo XXXVII). Ancak, Aydın çalışmasında hava kirletici parametresi ölçüm sonuçlarının her iki bölgede benzer ve normal sınırlar içinde sonuçlanması endüstriyel tesis kaynaklı hava kirliliği ile hafıza problemleri arasında nedensellik ilişkisinin kurulmasını güçleştirmektedir. Çalışmada iki bölge eğitim düzeyi bakımından karşılaştırıldığında çalışma bölgesinin eğitim düzeyinin kontrol bölgesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu görülmüştür. İncelenen literatürlerde; demans hastağının en önemli erken belirtilerinden birisi unutkanlık ve en önemli risk faktörlerinden birisi de eğitim düzeyinin düşük olması olarak belirtilmiştir (376-382). Her iki olgunun birlikte görüldüğü Aydın çalışma bölgesindeki katılımcıların, demans açısından ele alınmasında yarar görülmektedir.

KBB ve göz semptomları sorgulamasında kaşıntı, akıntı, tıkanıklık, kızarıklık, sulanma, yanma, kuruluk gibi alerjik ve irritatif semptomların tümü, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmasa da, çalışma bölgesinde daha yüksek oranlarda görülmüştür. Literatür incelendiğinde birçok çalışmada endüstriyel bölge kaynaklı hava kirliliğinin KBB ve göz sağlığını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür (Tablo XXXVII). Yang ve arkadaşlarının çalışmasında, endüstriyel bölgeye yakın yerleşkede yaşayan sakinler ile uzak yerleşkede yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış, endüstriyel bölgeye yakın yerleşkede yaşayan sakinlerde göz, burun ve boğaz irritatif semptomlarının daha sık görüldüğü tespit edilmiştir (372). Kumar ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada endüstriyel tesislere yakın bölgede yaşayan sakinlerde, uzak bölgede yaşayan sakinlere göre gözde yanma, kuruluk, kaşıntı ve sulanma gibi irritatif semptomların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek görüldüğü saptamıştır. Aynı çalışmada burun akıntısı, burun tıkanıklığı ve boğaz ağrısı gibi semptomlar da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde

daha yüksek bulunmuştur (361). Thu ve arkadaşları H₂S ve NH₃ kirleticilerinin kaynaklarından biri olan domuz çiftliği yakınında gerçekleştirdikleri bir çalışmada çiftliği yakın bölgede yaşayanlarda kontrol bölgesinde yaşayanlara kıyasla göz irritasyon bulgularının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek görüldüğü saptanmıştır (383). Yine benzer bir çalışmada domuz çiftliğine yakın yaşayanlarda kontrol bölgesinde yaşayanlara kıyasla göz ve burunda yanma, kaşıntı, kızarıklık gibi irritatif semptomların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek görüldüğü saptanmıştır (298). Jaakkola ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri bir çalışmada, kağıt fabrikası çevresinde kronik H₂S gazından etkilenenlerde, etkilenmeyenlere göre 12 kat daha sık göz irritasyonu geliştiği bildirilmiştir (292). Çalışmada istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmasa da tüm alerjik ve irritatif semptomların çalışma bölgesinde daha yüksek düzeyde görülmesi, çalışmanın önemli bir bulgusu olarak değerlendirilmektedir. Ancak hava kirletici parametresi ölçüm sonuçlarının normal sınır değerleri aşmaması, çalışmada değerlendirilmemiş olan farklı bir hava kirletici parametresi etkileniminin olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak; Aydın çalışmasında, çalışma bölgesi ve kontrol bölgesi sağlık durumları karşılaştırıldığında, unutkanlık semptomu haricinde, diğer semptomların her iki grupta benzer düzeyde olduğu görülmüştür. Tüm alerjik semptomların çalışma bölgesinde yaşayanlarda, kontrol bölgesinde yaşayanlara göre, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, daha yüksek düzeyde görülmesi üzerinde durulması gereken önemli bir sonuç olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın COVID 19 pandemisi ile eş zamanlı olarak yapılması önemli bir karıştırıcı etkidir. COVID 19 semptomları çalışmada sorgulanan bazı semptomlarla örtüşmektedir. Bu sebeple bu çalışmanın COVID 19 pandemisinin olmadığı bir dönemde tekrar edilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, Aydın çalışmasında değerlendirilmiş olan hava kirletici parametrelere ek olarak, PM₁₀, PM_{2,5}, O₃, CH₄ gibi hava kirletici parametrelerinin de değerlendirilmesi çalışma sonuçlarının daha iyi yorumlanabilmesi açısından önemlidir. Çalışma sonuçlarının daha sağlıklı yorumlanabilmesi için endüstriyel tesislerin sağlık üzerine olan etkileri değerlendirilirken, kümülatif etki değerlendirilmesinin yapılması bir diğer önemli husustur.

Tablo XXXVI. Literatür incelemesi, Endüstriyel Faaliyetlerin Hava Kalitesi Üzerine Olan Etkisi, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

Yayın Kimliği	Yayınlandığı Yer	Metodoloji Benzerliği		Bulgular Benzerliği	
		Var	Yok	Var	Yok
“Türkiye’de Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi” projesi, Kümülatif etki değerlendirme Raporu	http://www.jeotermal.etki.com/Uplod/files/%C3%87%C5%9EB-EBRD%20Jeotermal%20KED%20Raporu%20Nihai%20Aral%C4%B1k%202020.pdf	JES’lere yakın bölgelerde hava kalitesi değerlendirilmiştir.	Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında mobil ölçüm cihazı kullanılmıştır.	SO2, NO2, H2S ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin altında saptanmıştır.	-
Finnbjornsdottir, R. G., Oudin, A., Elvarsson, B. T., Gislason, T., & Rafnsson, V. (2015). Hydrogen sulfide and traffic-related air pollutants in association with increased mortality: a case-crossover study in Reykjavik, Iceland. <i>BMJ open</i> , 5(4).	BMJ Open https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4390682/pdf/bmjopen-2014-007272.pdf	JES’lere yakın bölgelerde hava kalitesi değerlendirilmiştir.	Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında mobil ölçüm cihazı kullanılmıştır.	SO2, NO2, H2S ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin altında saptanmıştır.	-
Bustaffa, E., Cori, L., Manzella, A., Nuvolone, D., Minichilli, F., Bianchi, F., & Gorini, F. (2020). The health of communities living in proximity of geothermal plants generating heat and electricity: A review. <i>Science of The Total Environment</i> , 706, 135998.	Science of The Total Environment https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719359947?via=ihub	JES’lere yakın bölgelerde hava kalitesi değerlendirilmiştir..	Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında aktif örnekleme yöntemi kullanılmıştır.	H2S ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin altında saptanmıştır.	-
Gül H, Gaga EO, Döğeroğlu T, Özden Ö, Ayvaz Ö, Özel S, Güngör G. Respiratory health symptoms among students exposed to different levels of air pollution in a Turkish city. <i>International</i>	Int J Environ Res Public Health https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3118880/	Endüstriyel bölgeye yakın okullarda hava kalitesi pasif örnekleme yöntemiyle değerlendirilmiştir.	-	NO2 ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin altında saptanmıştır.	-

journal of environmental research and public health. 2011;8(4):1110-1125.					
Hsieh, L. T., & Chen, T. C. (2010). Characteristics of ambient ammonia levels measured in three different industrial parks in southern Taiwan. Aerosol and Air Quality Research, 10(6), 596-608.	Aerosol and Air Quality Research https://aaqr.org/articles/aaqr-10-06-0a-0044.pdf	Endüstriyel bölgeye yakın alanlarda hava kalitesi değerlendirilmiştir.	Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında aktif örnekleme yöntemi kullanılmıştır.	NH3 ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin altında saptanmıştır.	
Kumar G. Epidemiological study on effect of air pollution on human health (adults) in Delhi. Central pollution control board, Ministry of environment and forests, Delhi, India. 2012.	Central Pollution Control Board Ministry Of Environment & Forests https://www.cpcb.nic.in/uploads/healthreports/Epidemiological_study_Adult_Peer%20reviewed-2012.pdf	Endüstriyel bölgeye yakın alanlarda hava kalitesi değerlendirilmiştir.	Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında aktif örnekleme yöntemi kullanılmıştır.	SO2 ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin altında saptanmıştır.	
Bacci, E., Gaggi, C., Lanzillotti, E., Ferrozzi, S., & Valli, L. (2000). Geothermal power plants at Mt. Amiata (Tuscany–Italy): mercury and hydrogen sulphide deposition revealed by vegetation. Chemosphere, 40(8), 907-911.	Chemosphere https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653599004580	Jeotermal olarak aktif bir bölgede hava kalitesi değerlendirilmiştir.	Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında aktif örnekleme yöntemi kullanılmıştır.	-	H2S ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin üzerinde saptanmıştır.
Ipeaiyeda, A. R., & Adegboyega, D. A. (2017). Assessment of Air Pollutant Concentrations Near Major Roads in Residential, Commercial and Industrial Areas in Ibadan City, Nigeria. Journal of Health and Pollution, 7(13), 11-21.	Journal of Health and Pollution https://www.researchgate.net/publication/315999433	Endüstriyel bölgeye yakın alanlarda hava kalitesi değerlendirilmiştir.	Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında aktif örnekleme yöntemi kullanılmıştır.	-	SO2, NO2, NH3 ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin üzerinde saptanmıştır.
Selevan, S. G., Borkovec, L., Slott, V. L., Zudová, Z., Rubes, J., Evenson, D. P., & Perreault, S. D. (2000). Semen quality and reproductive health of young Czech men exposed	Environmental Health Perspectives https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2556931/pdf/ehp0108-000887.pdf	Endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu bir yerleşim alanında hava kalitesi değerlendirilmiştir.	Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında aktif örnekleme yöntemi kullanılmıştır.	-	SO2, NO2 ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin üzerinde saptanmıştır.

to seasonal air pollution. Environmental health perspectives, 108(9), 887-894.					
Zeng, X. W., Vivian, E., Mohammed, K. A., Jakhar, S., Vaughn, M., Huang, J., ... & Dong, G. H. (2016). Long-term ambient air pollution and lung function impairment in Chinese children from a high air pollution range area: The Seven Northeastern Cities (SNEC) study. Atmospheric Environment, 138, 144-151.	Atmospheric Environment https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231016303375?casa_token=oeB5sR4DSF0AAAAA:2mbGU7SkN-ypQ7VBz8GdDphssQCZxvKJAVEyQObynFRyATWL- -xXDev8qDcaxArptn-bCGY3Q	Endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu bir yerleşim alanında hava kalitesi değerlendirilmiştir.	Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında aktif örnekleme yöntemi kullanılmıştır.	-	SO2, NO2 ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin üzerinde saptanmıştır.

Tablo XXXVII. Literatür incelemesi, Endüstriyel bölgede yaşayan sakinlerin sağlık durumları, Aydın’da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesinin değerlendirilmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi, 2021, Aydın

Yayın Kimliği	Yayınlandığı Yer	Metodoloji Benzerliği		Bulgular Benzerliği	
		Var	Yok	Var	Yok
Gül H, Gaga EO, Döğeroğlu T, Özden Ö, Ayvaz Ö, Özel S, Güngör G. Respiratory health symptoms among students exposed to different levels of air pollution in a Turkish city. International journal of environmental research and public health. 2011;8(4):1110-1125.	Int J Environ Res Public Health https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3118880/	Endüstriyel bölgeye yakın okullarda okuyan öğrencilerin sağlık durumları değerlendirilmiştir. Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmiştir.	-	-	Endüstriyel tesislere yakın okulda okuyan gençlerin sağlık durumları ile uzak okulda okuyan gençlerin sağlık durumları karşılaştırılmış göğüste sıkışma, öksürük ve balgam gibi semptomların endüstriyel tesislere yakın okulda okuyan gençlerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır.
Orru H, Idavain J, Pindus M, Orru K, Kesanurm K, Lang A, Tomasova J. Residents’ self-reported health effects and annoyance in relation to air pollution exposure in an industrial area in Eastern-Estonia. International journal of environmental research and public health. 2018;15(2):252.	International Journal of Environmental Research and Public Health https://www.researchgate.net/publication/322903972_Residents'_Self-Reported_Health_Effects_and_Annoyance_in_Relation_to_Air_Pollution_Exposure_in_an_Industrial_Area_in_Eastern-Estonia	Endüstriyel bir bölge belirlenmiş, çalışma ve kontrol bölgesi alınmış ve hava kalitesi değerlendirilmiştir. Aydın çalışmasından farklı olarak PM2.5, benzen, fenol gibi hava kirleticileri ölçülmüştür. Ancak bu bölgede NO2, SO2, H2S gibi kirleticiler de yayılmaktadır.	-	-	Endüstriyel bölgede yaşayan sakinlerde, yaşamayan sakinlere göre hırıltılı solunum, göğüste sıkışma, nefes darlığı, öksürük gibi semptomların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür.
Chang WW, Boonhat H, Lin RT. Incidence of Respiratory Symptoms for Residents Living Near a Petrochemical Industrial Complex: A Meta-Analysis. International journal of environmental research and public health. 2020;17(7):2474.	Int J Environ Res Public Health https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7178237/	Endüstriyel bir bölge belirlenmiş, çalışma ve kontrol bölgesi alınmış ve iki bölgenin sağlık durumları karşılaştırılmıştır. Çalışma bölgesindeki tesisler NO2 ve SO2 kaynağı olan tesisler.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	-	Endüstriyel faaliyetlere yakın bir bölgede yaşayanlarda, uzak bölgede yaşayanlara göre öksürük ve hırıltılı solunum semptomlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür.
Kumar G. Epidemiological	Central Pollution Control Board	Delhi’de endüstriyel bölgede	-	-	Endüstriyel bölgeye yakın

study on effect of air pollution on human health (adults) in Delhi. Central pollution control board, Ministry of environment and forests, Delhi, India. 2012.	Ministry Of Environment & Forests https://www.cpcb.nic.in/uploads/healthreports/Epidemiological_study_Adult_Peer%20reviewed-2012.pdf	yaşayan sakinler ile kontrol bölgesinde yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış. Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmiştir.			yaşayan sakinlerde, uzak yaşayan sakinlere göre öksürük, hırıltı, nefes darlığı, göğüs rahatsızlığı gibi alt solunum semptomlarının 1.97 kat, üstü solunum semptomlarının 1.59 kat daha yaygın görüldüğü saptanmıştır.
Legator MS, Singleto CR, Morris DL, Philips DL. Health effects from chronic low-level exposure to hydrogen sulfide. Archives of Environmental Health: An International Journal. 2001;56(2):123-131.	Archives of Environmental Health An International Journal https://www.researchgate.net/publication/11996877_Health_Effects_from_Chronic_Low-Level_Exposure_to_Hydrogen_Sulfide	H2S etkilenimi değerlendirilmiş. 2 etkilenim olan bölge 3 kontrol bölgesi seçilmiş ve semptomlar değerlendirilmiştir.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	-	Endüstriyel bölgeye yakın yaşayanlarda uzak yaşayanlara göre öksürük, nefes darlığı ve hırıltılı solunum semptomlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek oranlarda görüldüğü tespit edilmiştir.
Viegi, G., Paoletti, P., Carrozzi, L., Vellutini, M., Diviggiano, E., Di Pede, C., ... & Lebowitz, M. D. (1991). Prevalence rates of respiratory symptoms in Italian general population samples exposed to different levels of air pollution. Environmental health perspectives, 94, 95-99.	Environmental Health Perspectives https://www.istore.org/stable/3431299?seq=1#metadata_info_tab_contents	Endüstriyel bölgede yaşayan sakinler ile kontrol bölgesinde yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış. Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmiştir. SO2 ölçülmüş, ölçüm sonuçları mevzuat limit değerlerinin altında saptanmıştır.	-	-	Endüstriyel bölgede yaşayanlarda yaşamayanlara göre öksürük, balgam, nefes darlığı gibi semptomların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek görüldüğü saptanmıştır.
Jaakkola JJ, Vilkkla V, Marttila O. The South Karelia air pollution study. The effects of malodorous sulfur compounds from pulp mill on respiratory and other symptoms. Am Rev Respir Dis. 1990;142:1344-1350.	American Review of Respiratory Disease https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/ajrcm/142.6_Pt_1.1344?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed	2 çalışma bölgesi, 1 kontrol bölgesi belirlenmiştir. Çalışma bölgelerinden biri orta etkilenim, diğeri şiddetli etkilenim olan bölge. Uzun dönem SO2, H2S ölçümü yapılmış. SO2, H2S ortalaması normal sınırlarda tespit edilmiş.	-	Kağıt hamuru fabrikası (önemli bir H2S kaynağı) yakınında yaşayan sakinlerde öksürük, hırıltı, nefes darlığı gibi semptomların kontrol bölgesi ile benzer düzeyde görülmüştür	-
Yang CY, Wang JD, Chan CC, Chen PC, Huang JS, Cheng, MF. Respiratory and irritant health effects of a population living in a petrochemical-polluted area in Taiwan.	Environmental Research https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9339227/	Endüstriyel bölgeye yakın yaşayan sakinler ile uzak yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış. Endüstriyel bölgede NO2 ve SO2 kaynağı olan tesisler mevcut.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	Endüstriyel bölgeye yakın yaşayan sakinler ile uzak yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış, öksürük ve hırıltılı solunumun her iki bölgede benzer düzeylerde nefes darlığı	-

Environmental Research. 1997;74(2):145-149.				çalışma bölgesinde daha düşük oranlarda oldukları görülmüştür	
Dales, R. E., Spitzer, W. O., Suissa, S., Schechter, M. T., Tousignant, P., & Steinmetz, N. (1989). Respiratory Health of a Population Living Downwind from Natural Gas Refineries1-3. Am Rev Respir Dis, 139, 595-600.	American Review of Respiratory Disease https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2923356/	Endüstriyel bölgede yaşayan sakinler ile kontrol bölgesinde yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış. Doğal gaz rafinerisi (SO2, H2S kaynağı) olan bir bölgede çalışma gerçekleştirilmiştir.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	Çalışmada, öksürük, balgam, nefes darlığı ve hırıltılı solunum gibi solunum yolu semptomlarının endüstriyel bölgede yaşayanlar ile kontrol bölgesinde yaşayanlar arasında benzer düzeyde olduğu saptanmıştır	-
Eom, S. Y., Choi, J., Bae, S., Lim, J. A., Kim, G. B., Yu, S. D., ... & Kwon, H. J. (2018). Health effects of environmental pollution in population living near industrial complex areas in Korea. Environmental health and toxicology, 33(1).	Environmental Analysis Health and Toxicology https://www.eaht.org/journal/view.php?doi=10.5620/eh.t.2018004	Endüstriyel bölgede yaşayan sakinler ile kontrol bölgesinde yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış. Endüstriyel bölgede NO2 ve SO2 kaynağı olan tesisler mevcut.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	Hırıltı ve nefes darlığı gibi semptomların endüstriyel bölgede yaşayanlar ile kontrol bölgesinde yaşayanlar arasında benzer olduğu görülmüştür.	
Legator MS, Singleto CR, Morris DL, Philips DL. Health effects from chronic low-level exposure to hydrogen sulfide. Archives of Environmental Health: An International Journal. 2001;56(2):123-131.	Archives of Environmental Health https://www.researchgate.net/publication/11996877_Health_Effects_from_Chronic_Low-Level_Exposure_to_Hydrogen_Sulfide	H2S etkilenimi değerlendirilmiş. 2 etkilenim olan bölge 3 kontrol bölgesi seçilmiş ve semptomlar değerlendirilmiştir.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	Unutkanlık semptomu çalışma bölgesinde yaşayan sakinlerde kontrol bölgesinde yaşayan sakinlere göre daha yüksek görülmüştür.	-
Kilburn KH, Thrasher JD, Gray MR. Low-level hydrogen sulfide and central nervous system dysfunction. Toxicology and Industrial Health. 2010;26(7):387-405.	Toxicology and Industrial Health https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0748233710369126?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori:rid:crossref.org&rft_dat=cr_pub%20%20pubmed	Endüstriyel bir bölge belirlenmiş, iki çalışma ve bir kontrol bölgesi alınmış ve iki bölgenin sağlık durumları karşılaştırılmıştır. Çalışma bölgesi H2S kaynakları yönünden zengin bir bölge.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	Endüstriyel bölgeye yakın yerleşkede yaşayan sakinlerde, uzak yerleşkede yaşayan sakinlere göre hafıza problemlerinin daha fazla yaşandığı tespit edilmiştir.	-
Aungudornpukdee P, Vichit-Vadakan N, Taneeapanichskul S. Factors related to short-term memory dysfunction in children residing near a Petrochemical Industrial Estate. Journal of the	J Med Assoc Thai https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20420102/	Endüstriyel bölgeye yakın yaşayan sakinler ile uzak yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	Endüstriyel bölgeye yakın yerleşkede yaşayan çocuklarda kısa süreli hafıza problemlerinin endüstriyel bölgeye uzak yerleşkede yaşayan çocuklara göre daha yüksek görüldüğü saptanmıştır.	-

Medical Association of Thailand= Chotmaihet thangphaet. 2010;93(3):285-292.					
Kumar G. Epidemiological study on effect of air pollution on human health (adults) in Delhi. Central pollution control board, Ministry of environment and forests, Delhi, India. 2012.	Central Pollution Control Board Ministry Of Environment & Forests https://www.cpcb.nic.in/uploads/healthereports/Epidemiological_study_Adult_Peer%20reviewed-2012.pdf	Delhi’de endüstriyel bölgede yaşayan sakinler ile kontrol bölgesinde yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış. Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmiştir.	-	Endüstriyel bölgede yaşayan sakinlerde, uzak bölgede yaşayan sakinlere göre hafıza problemlerinin daha fazla yaşandığı görülmüştür.	-
Yang CY, Wang JD, Chan CC, Chen PC, Huang JS, Cheng, MF. Respiratory and irritant health effects of a population living in a petrochemical-polluted area in Taiwan. Environmental Research. 1997;74(2):145-149.	Environmental Research https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9339227/	Endüstriyel bölgeye yakın yaşayan sakinler ile uzak yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış. Endüstriyel bölgede NO2 ve SO2 kaynağı olan tesisler mevcut.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	Endüstriyel bölgeye yakın yerleşkede yaşayan sakinlerde göz, burun ve boğaz irritatif semptomlarının daha sık görüldüğü tespit edilmiştir.	-
Kumar G. Epidemiological study on effect of air pollution on human health (adults) in Delhi. Central pollution control board, Ministry of environment and forests, Delhi, India. 2012.	Central Pollution Control Board Ministry Of Environment & Forests https://www.cpcb.nic.in/uploads/healthereports/Epidemiological_study_Adult_Peer%20reviewed-2012.pdf	Delhi’de endüstriyel bölgede yaşayan sakinler ile kontrol bölgesinde yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmış. Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmiştir.	-	Endüstriyel tesislere yakın bölgede yaşayan sakinlerde, uzak bölgede yaşayan sakinlere göre gözde yanma, kuruluk, kaşıntı ve sulanma gibi irritatif semptomların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek görüldüğü saptanmıştır. Aynı çalışmada burun akıntısı, burun tıkanıklığı ve boğaz ağrısı gibi semptomlar da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur	-
Thu, K., Donham, K., Ziegenhorn, R., Reynolds, S., Thorne, P. S., Subramanian, P., ... & Stookesberry, J. (1997). A control study of the physical and mental health of residents living near a large-scale swine operation. Journal of agricultural safety and health, 3(1), 13-26.	Journal of Agricultural Safety and Health https://cheec.uiowa.edu/research/publications/control-study-physical-and-mental-health-residents-living-near-large-scale	Domuz çiftliğine yakın yaşayan sakinler ile uzak yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmıştır. Bölgeden H2S, NH3 gibi kirleticiler salınmaktadır.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	Çiftliğe yakın bölgede yaşayanlarda kontrol bölgesinde yaşayanlara kıyasla göz irritasyon bulgularının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek görüldüğü saptanmıştır.	-

Schinasi L, Horton RA, Guidry VT. Air pollution, lung function, and physical symptoms in communities near concentrated swine feeding operations. Epidemiology. 2011;22(2):208-215.	Epidemiology https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21228696/	Domuz çiftliğine yakın yaşayan sakinler ile uzak yaşayan sakinlerin sağlık durumları karşılaştırılmıştır. Bölgeden H2S, NH3 gibi kirleticiler salınmaktadır.	Hava kalitesi ölçümü gerçekleştirilmemiştir.	Domuz çiftliğine yakın yaşayanlarda kontrol bölgesinde yaşıtlara kıyasla göz ve burunda yanma, kaşıntı, kızarıklık gibi irritatif semptomların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek görüldüğü saptanmıştır.	-
Jaakkola JJ, Vilkkla V, Marttila O. The South Karelia air pollution study. The effects of malodorous sulfur compounds from pulp mill on respiratory and other symptoms. Am Rev Respir Dis. 1990;142:1344-1350.	American Review of Respiratory Disease https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/ajrccm/142.6_Pt_1.1344?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori:rid:crossref.org&rft_dat=cr_pub%20%20pubmed	2 çalışma bölgesi, 1 kontrol bölgesi belirlenmiştir. Çalışma bölgelerinden biri orta etkilenim, diğeri şiddetli etkilenim olan bölge. Uzun dönem SO2, H2S ölçümü yapılmış. SO2, H2S ortalaması normal sınırlarda tespit edilmiş.	-	Kağıt fabrikası çevresinde kronik H2S gazından etkilenenlerde, etkilenmeyenlere göre 12 kat daha sık göz irritasyonu geliştiği bildirilmiştir.	-

6. SONUÇ ÖNERİLER

Bu çalışma ile Aydın ilinde endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu yerleşim yerlerinde kaynak, meteorolojik ve topografik veriler kullanılarak dört hava kirletici parametresi (NO₂, SO₂, NH₃, H₂S) için AERMOD dağılım modeli oluşturulmuş ve dağılımlar haritalar üzerinde gösterilmiştir.

AERMOD dağılım modeli sonucuna göre her bir parametre için yerleşim alanı üzerinde hava kirliliği yoğunluğunun en yüksek olduğu alanlar tespit edilmiş ve bu alanların kesiştikleri koordinatlarda hava kalitesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, AERMOD dağılım modelinden elde edilen sonuçlara göre, dört noktadan yapılmıştır. Dört ölçüm noktasından, dört hava kirletici parametresi (H₂S, NO₂, SO₂, NH₃) için, toplamda, 64 pasif örnekleme ölçümü gerçekleştirilmiştir. Hava kalitesi ölçüm sonuçlarının tümü çalışma ve kontrol bölgesinde mevzuat limit değerlerinin altında saptanmıştır.

Hava kalitesi ölçümleri gerçekleştirilen bölgelerde yaşayan insanların sağlık durumları uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanan anket ile değerlendirilmiştir. Bu çalışma, endüstriyel tesislere yakın yaşayanlar ile uzak yaşayanlar arasında unutkanlık semptomu haricinde sağlık durumları arasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Ayrıca bu araştırma, çalışma bölgesinde yaşayanların kontrol bölgesinde yaşayanlara göre daha yüksek düzeyde sağlık kurumundan faydalandıklarını göstermiştir. Bir diğer önemli husus da, KBB ve göz semptomları sorgulamasında kaşıntı, akıntı, tıkanıklık, kızarıklık, sulanma, yanma, kuruluk gibi alerjik ve irritatif semptomların tümü, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmasa da, çalışma bölgesinde daha yüksek oranlarda görülmüştür.

Öneriler:

- ❖ Hava kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında aktif örnekleme yönteminin kullanılması önerilmektedir. Pasif örnekleme yöntemi ile hava kalitesi anlık değerlendirilememekte, kirleticilerin minimum ve maksimum değerlerine ulaşamamaktadır. Hava kalitesi değerlendirilirken anlık ölçümlerin yapılması tehlikeli emisyon değerlerinin görülebilmesi ve sağlık etkilerinin değerlendirilmesi açısından önemlidir.

- ❖ Unutkanlık semptomu görülme olasılığı çalışma bölgesinde yaşayanlarda daha yüksek tespit edilmiştir. Demans hastasının en önemli erken belirtilerinden biri unutkanlık ve en önemli risk faktörlerinden biri de eğitim düzeyinin düşük olmasıdır. Çalışma bölgesinde yaşayanların eğitim düzeyinin düşük olması demans açısından riskli olduklarını göstermektedir. Bu sebeple demans hastalığının erken tanısı açısından taranması önerilmektedir.
- ❖ Bu çalışmanın COVID 19 pandemisi ile eş zamanlı olarak yapılması önemli bir karıştırıcı etkidir. COVID 19 hastalığı semptomları ile çalışmada sorgulanan bazı semptomlarla örtüşmektedir. Bu sebeple bu çalışmanın COVID 19 pandemisinin olmadığı bir dönemde tekrar edilmesi önem arz etmektedir.
- ❖ Bu çalışmada ölçülen hava kirleticilerinin haricinde PM10, PM2,5, O3, CH4 gibi çalışma bölgesindeki endüstriyel tesislerden salınabilecek diğer kirleticilerin de olası sağlık etkilerine neden olabilecek olması bir diğer önemli husustur. Bu sebeple ileriki araştırmalarda hava kalitesinin sağlık üzerine olan etkileri değerlendirilirken bu kirleticilerin de hava kalitesi ölçümlerine dahil edilmesi önem arz etmektedir.
- ❖ Çalışma sonuçlarının daha sağlıklı yorumlanabilmesi için endüstriyel tesislerin sağlık üzerine olan etkileri değerlendirilirken, kümülatif etki değerlendirilmesinin yapılması bir diğer önemli husustur.

ÖZET

"Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi"

Amaç: Aydın'ın son yıllarda sanayileşme sürecine girmiş olması ve jeotermal enerji bakımından da Türkiye ve dünyada önemli bir potansiyele sahip olması nedeni ile Aydın'da hava kalitesinin ölçülmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Kesitsel tipte olan araştırma, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yer alan Aydın ilinde biri kontrol bölgesi olmak üzere dört mahallede (İmamköy, Yılmazköy, Umurlu, Meşrutiyet) gerçekleştirilmiştir. Araştırmada hava kalitesinin değerlendirilebilmesi için AERMOD dağılım modeli ve pasif örnekleme metodu; insan sağlığının değerlendirilebilmesi için on bölümden oluşan bir anket kullanılmıştır.

Bulgular: Araştırmada hava kalitesi değerleri Yılmazköy mahallesinde $\text{NO}_2 = 12,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 = <0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{NH}_3 = 8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{H}_2\text{S} = <0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, İmamköy mahallesinde $\text{NO}_2 = 3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 = <0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{NH}_3 = 43,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{H}_2\text{S} = <0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Umurlu mahallesinde $\text{NO}_2 = 6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 = 0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{NH}_3 = 13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{H}_2\text{S} = <0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Meşrutiyet mahallesinde $\text{NO}_2 = 7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 = <0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{NH}_3 = 24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{H}_2\text{S} = <0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. İnsan sağlığının değerlendirme sonuçlarına göre; çalışma ve kontrol bölgesi arasında, unutkanlık semptomu hariç, tüm semptomlar aynı bulunmuştur. Unutkanlık semptomu ve son bir yıl içerisinde sağlık kurumuna başvuranların oranı çalışma bölgesinde daha yüksek saptanmıştır.

Sonuç: Bu çalışma, endüstriyel tesislere yakın yaşayanlar ile uzak yaşayanlar arasında unutkanlık semptomu haricinde sağlık durumları arasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Hava kalitesi ölçümlerinin de her iki bölgede mevzuat limit değerlerinin altında saptanması bu sonucu desteklemektedir. Ancak kulak burun boğaz ve göz semptomları sorgulamasında tüm alerjik ve irritatif semptomların çalışma bölgesinde yaşayanlarda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek düzeyde görülmesi, üzerinde durulması gereken önemli bir sonuç olduğu düşünülmektedir. Araştırmanın

COVID-19 pandemisi ile aynı döneme denk gelmesi bu sonucun sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesini güçleştirmektedir. Bu sebeple araştırmanın COVID-19 pandemisinin olmadığı bir dönemde tekrar edilmesi sonuçların daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi açısından önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: çevre sağlığı, hava kirliliği, pasif örnekleme

İletişim Adresi: Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Merkez/Aydın, Tel: 0256 212 18 50.



SUMMARY

“Measurement of Air Quality in Settlements with and without Industrial Facilities in Aydın and Evaluation of Its Effects on Health”

Objective: Due to Aydın city has entered the process of industrialization in recent years and having a significant potential in terms of geothermal energy in Turkey and World, it is aimed to evaluate the effects of air quality and health.

Methods: Research with cross-sectional type has been carried out in four neighborhoods in Aydın (İmamköy, Yılmazköy, Umurlu, Meşrutiyet). AERMOD Distribution Model and Passive Sampling Method for the evaluation of air quality in the study; A questionnaire consisting of ten chapters were used to assess human health.

Results: In the study, air quality values were found as $\text{NO}_2 = 12,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 = <0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{NH}_3 = 8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{H}_2\text{S} = <0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in the Yılmazköy, $\text{NO}_2 = 3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 = <0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{NH}_3 = 43,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{H}_2\text{S} = <0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in İmamköy, $\text{NO}_2 = 6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 = 0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{NH}_3 = 13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{H}_2\text{S} = <0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Umurlu, $\text{NO}_2 = 7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 = <0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{NH}_3 = 24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{H}_2\text{S} = <0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Meşrutiyet. According to the results of the evaluation of human health; All symptoms are found to be the same, except for the forgetfulness symptom between the study and control zone. Forgetfulness symptom and the ratio of the applicants to the health institution in the last year were higher in the study area.

Conclusion: This study showed that there is no significant difference between health situations except for the forgetfulness symptoms between those who live near industrial facilities. The determination of air quality measurements under the legislation limit values in both regions support this result. However, in the question of ear, nose and throat and eye symptoms, it is thought that the higher level of all allergic and irritative symptoms in those living in the study area, although not statistically significant, is an important result that should be emphasized. The fact that the research is equivalent to the same period as the COVID-19 pandemic makes it difficult to evaluate this result in a healthy way. For this

reason, it is important to repeat the research in a period where the COVID-19 pendemia is not available.

Key Words: environmental health, air pollution, passive sampling

Contact Adress: Adnan Menderes University Medicine Faculty, Public Health
Department, Center/Aydın, Tel: 0256 212 18 50



KAYNAKLAR

1. Güler, Ç., Vaizoğlu S. Halk Sağlığı Temel Bilgiler Kitabı. 2. Baskı. 2. Cilt. Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayıncılık. 2012;6-70.
2. Güler Ç, Akın L. Halk Sağlığı Temel Bilgiler. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. 2015;670-748.
3. Jindal SK. Air quality guidelines: Global update 2005, Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Indian Journal of Medical Research. 2007;126.5: 492-494.
4. European Environment Agency [Internet]. Air quality in Europe: 2020 report. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>.
5. World Health Organization [Internet]. Ambient (outdoor) air pollution. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
6. World Health Organization [Internet]. WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.who.int/airpollution/data/cities-2016/en/>
7. European Environment Agency [Internet]. Air pollution. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/air/intro>.
8. Sicard P, Agathokleous E, De Marco A, Paoletti E, Calatayud V. Urban Population Exposure to Air Pollution in Europe Over the Last Decades. Environmental Sciences Europe 2020;33;28.
9. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Internet]. 6. Türkiye Çevre Durum Raporu. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/tc-dr_2020-rapor-v18-web-20210217135643.pdf.
10. Kara G. Kentsel hava kirleticilerine meteorolojinin etkisi: Konya örneği. S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Dergisi. 2012;27;3.
11. Tecer LH. Balıkesir’de hava kirliliğinin çocuk ve yetişkinlerde solunum hastalıklarına etkilerinin belirlenmesi üzerine bir alan çalışması. Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi. 2013;2:11-20.
12. EUR-Lex [Internet]. Document 32000L0069. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0069&qid=1614686496836>.
13. EUR-Lex [Internet]. Document 32002L0003. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0003&qid=1614686391363>.
14. EUR-Lex [Internet]. Document 32004L0107. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32004L0107&qid=1614685942321>.

15. EUR-Lex [İnternet]. Document 32008L0050. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32008L0050>.
16. T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi [İnternet]. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12188&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>.
17. T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi [İnternet]. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=13184&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>.
18. Goodsite ME, Hertel O, Johnson MS, Jørgensen NR. Urban air quality: Sources and concentrations. *Air Pollution Sources, Statistics and Health Effects*. 2021;193-214.
19. Shaddick G, Thomas ML, Amini H, Broday D, Cohen A, Frostad J, Pruss-Ustun A. Data integration for the assessment of population exposure to ambient air pollution for global burden of disease assessment. *Environmental science & technology*. 2018;52(16):9069-9078.
20. Surzhikov VD, Surzhikov DV, Golikov RA. Atmospheric air pollution in an industrial city as the factor of non-carcinogenic risk for health of communities. *Gigiena i sanitariia*. 2013;(1): 47-49.
21. Health and Environment Alliance [İnternet]. Türkiye’de kronik kömür kirliliği [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2021/02/Chronic-Coal-Pollution-Turkey-TR.pdf>.
22. Alberta Government. [İnternet]. Assessment report on ammonia for developing ambient air quality objectives. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: <https://open.alberta.ca/dataset/ffb494bb-5cbf-44d7-b26a-145a649dc9e2/resource/d8d0f867-ac79-4e6b-8fef-01b3039b2341/download/2004-assessmentreport-voli-ammonia-jan2004.pdf>.
23. Krıstmannsdóttir H. Sulfur gas emissions from geothermal power plants in Iceland. *Geothermics*. 2000;29.4-5: 525-538.
24. Bustaffa E, Cori L, Manzella A, Nuvolone D, Minichilli F, Bianchi F, Gorini F. The health of communities living in proximity of geothermal plants generating heat and electricity: A review. *Science of The Total Environment*. 2020;706, 135998.
25. Zencirci SA, Işıklı B. Hava Kirliliği. *Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi*. 2017; 2(2),24-36.
26. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [İnternet]. Hava Kirliliği Kaynakları ve Hava Kirliliğinin Boyutları [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://kiathm.csb.gov.tr/sayfa=14>.
27. U.S. Environmental Protection Agency [İnternet]. A Guide to Air Quality and Your Health. [Erişim tarihi: 04 Şubat 2021]. Erişim adresi: https://web.archive.org/web/20181126195238if_/https://www3.epa.gov/airnow/aqi_brochure_02_14.pdf.

28. World Health Organization. [Internet]. Air pollution and child health: prescribing clean air. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: https://www.who.int/ceh/publications/Advance-copy-Oct24_18150_Air-Pollution-and-Child-Health-merged-compressed.pdf?ua=1.
29. The United Nations Environment Programme [Internet]. New inquest into death of London girl could boost air pollution fight. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/new-inquest-death-london-girl-could-boost-air-pollution-fight>.
30. Health and Environment Alliance [Internet]. Türkiye’de kronik kömür kirliliği [Erişim tarihi: 16 şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2021/02/Chronic-Coal-Pollution-Turkey-TR.pdf>.
31. T.C. Çevre ve şehircilik Bakanlığı [Internet]. Türkiye çevre sorunları ve öncelikleri envanteri değerlendirme raporu. [Erişim tarihi: 16 şubat 2021]. Erişim adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/cevre_sorun_2018-20180702151156.pdf.
32. T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı [Internet]. İlin Tanıtımı.[Erişim tarihi: 16 şubat 2021].<https://aydin.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Belgeler/Ayd%C4%B1n%20Hakk%C4%B1nda/Genel%20Bilgiler.pdf>.
33. Türkiye Cumhuriyeti Aydın Valiliği Çevre Ve şehircilik İl Müdürlüğü [Internet]. Aydın İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu. [Erişim tarihi: 16 şubat 2021]. Erişim adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aydin_cdr_2018_sonn-20191118140602.pdf.
34. Lewis RJ, Copley GB. Chronic low-level hydrogen sulfide exposure and potential effects on human health: a review of the epidemiological evidence. *Critical reviews in toxicology*. 2015; 45.2: 93-123.
35. Saiyed HN. Hydrogen sulfide: Human health aspects, concise international chemical assessment document No. 53. *Indian Journal of Medical Research*. 2006;123.1: 96.
36. US Department Of Health And Human Services [Internet]. Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide and Carbonyl Sulfide. [Erişim tarihi: 16 şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp114.pdf>.
37. Steudler PA, Peterson BJ. Contribution of gaseous sulphur from salt marshes to the global sulphur cycle. *Nature*. 1984;311.5985:455-457.
38. Zhu L, Henze DK, Bash JO, Cady Pereira KE, Shephard MW, Luo M, Capps LS. Sources and impacts of atmospheric NH₃: current understanding and frontiers for modeling, measurements, and remote sensing in North America. *Current Pollution Reports*. 2015;1.2: 95-116.
39. Moreno AI, Arnaiz R, Font R, Carratala A. Chemical characterization of emissions from a municipal solid waste treatment plant. *Waste Management*. 2014;34.11: 2393-2399.
40. Wang Q, Zhao Y, Yan D, Yang L, Li Z, Huang B. Historical records of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons by analyzing dated corks of the bark pocket in a

- Longpetiole Beech tree. Environmental science & technology. 2004;38.18: 4739-4744.
41. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Internet]. Kümülatif Etki Değerlendirme Raporu. [Erişim tarihi: 03 Mart 2021]. Erişim adresi: <http://www.jeotermaletki.com/Upload/files/%C3%87%C5%9EB-EBRD%20Jeotermal%20KED%20Raporu%20Nihai%20Aral%C4%B1k%202020.pdf>.
 42. Pulles, MPJ. Impact of selected policy measures on Europe's air quality. 2010.
 43. Zaim A, Çavşı H. Türkiye'deki jeotermal enerji santrallerinin durumu. Mühendis ve Makina, 2018, 59.691: 45-58.
 44. Lin CH, Mao IF, Tsai PH, Chuang HY, Chen YJ, Chen ML. Sulfur-rich geothermal emissions elevate acid aerosol levels in metropolitan Taipei. Environmental research. 2010;110(6);536-543.
 45. Seinfeld JH, Pandis SN. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change: John Wiley & Sons; 2016.
 46. World Health Organization [Internet]. Air pollution. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: <http://www.who.int/airpollution/en/>
 47. United States. Environmental Protection Agency. Communications, & Public Affairs. Terms of environment: Glossary, abbreviations, and acronyms. Diane Publishing Company.1997.
 48. World Health Organization. Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. 2017;39.
 49. Guerreiro C. European Environment Agency, Air quality in Europe-2018 report, 2018.
 50. Bakanlığı, T. S. Türkiye Kronik Hava Yolu Hastalıkları Önleme ve Kontrol Programı 2014-2017. Anıl Matbaa, Ankara. 2014.
 51. Sümer GÇ. Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye'de Hava Kirliliğini Önlemeye Yönelik Yasal Düzenlemele-rin ve Örgütlenmelerin İncelenmesi. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi. 2014;(13), 37-56.
 52. Avrupa Çevre Ajansı [Internet]. Hakkımızda. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.eea.europa.eu/tr/about-us>
 53. Guarnieri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. The Lancet. 2014;383(9928):1581-1592.
 54. Young MT, Sandler DP, DeRoo LA, Vedal S, Kaufman JD, London SJ. Ambient air pollution exposure and incident adult asthma in a nationwide cohort of US women. American journal of respiratory and critical care medicine. 2014;190(8):914-921.
 55. DeVries R, Kriebel D, Sama S. Outdoor air pollution and COPD-related emergency department visits, hospital admissions, and mortality: a meta-analysis. COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2017;14(1):113-121.

56. Brauer M, Freedman G, Frostad J, Van Donkelaar A, Martin RV, Dentener F, Balakrishnan, K. Ambient air pollution exposure estimation for the global burden of disease 2013. *Environmental science & technology*. 2016;50(1):79-88.
57. Shaddick G, Thomas ML, Amini H, Broday D, Cohen A, Frostad J, Pruss-Ustun A. Data integration for the assessment of population exposure to ambient air pollution for global burden of disease assessment. *Environmental science & technology*. 2018;52(16):9069-9078.
58. Surzhikov VD, Surzhikov DV, Golikov RA. Atmospheric air pollution in an industrial city as the factor of non-carcinogenic risk for health of communities. *Gigiena i sanitariia*. 2013;(1): 47-49.
59. World Health Organization. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. 2016.
60. Yılmaz M, Beba HE, Dinç U, Ünal ZF, Toros H, Öztürk Z. Dilovası Hava Kalitesinin Ulusal Mevzuata Göre Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2020;19:703-714.
61. Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [internet]. Hava Kalitesi İndeksi [Erişim Tarihi : 01.03.2021]. Erişim adresi: <https://sim.csb.gov.tr/Home/HKI?baslik=HAVZA%20%C4%B0ZLEME%20S%C4%B0STEM%C4%B0>
62. Wark, K., Warner, C.F., Davis, W.T., (1998). *Air Pollution, An Imprint of Addison Wesley Longman, Inc. Editions*, 109-177.
63. Gökmen SÖ. Endüstriyel Bölgelerin Hava Kalitesine Etkilerinin Calpuff Dispersiyon Modeli İle İncelenmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü). 2012.
64. Lyon F. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some industrial chemicals, 1994;60:389-433.
65. Environmental Protection Agency [Internet]. Air quality. [Erişim tarihi: 12 Aralık 2020]. Erişim adresi: <https://www3.epa.gov/airquality/>
66. İncecik S. Hava kirliliği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi matbaası, İstanbul.1994.
67. Zemp E, Elsasser S, Schindler C. Long-term ambient air pollution and respiratory symptoms in adults (SAPALDIA study). The SAPALDIA Team. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(4 Pt 1):1257-66.
68. Avşar E, Alp K, Toröz İ. Balıkesir İli Burhaniye İlçesi (İskele Mahallesi) Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi, *BEU Fen Bilimleri Dergisi*. 2015;159(4):1257-1266.
69. World Health Organization. Nitrogen Oxides -Environmental Health Criteria 188. 1997.
70. Ozkurt N, Sari D, Akalin N. Hilmioglu B. Evaluation of the impact of SO₂ and NO₂ emissions on the ambient air-quality in the Çan–Bayramiç region of northwest Turkey during 2007–2008. *Science of the Total Environment*. 2013;456–457(0):254-266.

71. Tecer LH. Hava kirliliği ve sağlığımız. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim. 2011;135:15-29.
72. Environmental Protection Agency [Internet]. Criteria air pollutants. [Erişim tarihi: 12 Aralık 2020]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>
73. World Health Organization. Air quality guidelines for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. 2000.
74. Han X, Naeher LP. A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. Environment international. 2006;32(1):106-120.
75. Barnett, A. G., Williams, G. M., Schwartz, J., Neller, A. H., Best, T. L., Petroseshevsky, A. L., Simpson, R. W. Air pollution and child respiratory health: a case-crossover study in Australia and New Zealand. American journal of respiratory and critical care medicine 2005;171(11):1272-1278.
76. Kagel A, Bates D, Gawell K. A guide to geothermal energy and the environment. Geothermal Energy Association, Washington, DC (USA). 2005.
77. European Commission [Internet]. Cleaner air for all. [Erişim tarihi: 12 Aralık 2020]. Erişim adresi: http://ec.europa.eu/environment/air/cleaner_air/
78. Wagner HM. Absorption von NO und NO₂ in MIK-und MAK-Konzentrationen bei der Inhalation. Staub Reinhalt Luft. 1970;30:380-381.
79. Bauer MA, Utell MJ, Morrow PE, Speers DM, Gibb FR. Inhalation of 0.30 ppm nitrogen dioxide potentiates exercise-induced bronchospasm in asthmatics. American review of respiratory disease. 1986;134(5):1203-1208.
80. U.S. EPA. Air Quality Criteria for Oxides of Nitrogen (Final Report, 1993). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/8-91/049aF-cF, 1993.
81. Berglund M, Boström CE, Bylin G, Ewetz L, Gustafsson L, Moldéus P, Victorin K. Health risk evaluation of nitrogen oxides. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 1993;1-72.
82. Wagner HM. Update of a study for establishing criteria(dose/effect relationships) for nitrogen oxides. 1985.
83. Guerreiro C. Air quality in Europe: 2013 report. 2013.
84. Meteoroloji Genel Müdürlüğü [Internet]. Ozon [Erişim tarihi: 12 Aralık 2020]. Erişim adresi: <https://mgm.gov.tr/FILES/genel/brosurler/ozon.pdf>
85. Bakanlık, S. Türkiye'nin Hava Kirliliği Ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım. Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Türkiye Kronik Hava Yolu Hastalıklarını Önleme Ve Kontrol Programı Raporu, Ankara. 2010.
86. Künzli N, Perez L, Rapp R. Air quality and health. European Respiratory Society. 2010.
87. Yang, Q, Chen, Y, Krewski D, Burnett RT, Shi Y, McGrail, KM. Effect of short-term exposure to low levels of gaseous pollutants on chronic obstructive pulmonary disease hospitalizations. Environmental Research. 2005;99(1):99-105.
88. James Gauderman W, McConnell ROB, Gilliland F, London S, Thomas D, Avol E, Margolis HG. Association between air pollution and lung function growth in

- southern California children. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2000;162(4):1383-1390.
89. Tattersfield AC. Department Of Health Advisory Group On The Medical Aspects Of Air Pollution Episodes. Third Report. Oxides Of Nitrogen. 1993.
 90. Morrow PE, Utell MJ. Responses of susceptible subpopulations to nitrogen dioxide. Research Report (Health Effects Institute). 1989;23:1-45.
 91. Roger LJ, Horstman DH, McDonnell W, Kehrl H, Ives PJ, Seal E, Massaro E. Pulmonary function, airway responsiveness, and respiratory symptoms in asthmatics following exercise in NO₂. *Toxicology and industrial health*. 1990;6(1):155-171.
 92. Avol EL, Linn WS, Peng RC, Whynot JD, Shamoo DA, Little DE, Hackney JD. Experimental exposures of young asthmatic volunteers to 0.3 ppm nitrogen dioxide and to ambient air pollution. *Toxicology and industrial health*. 1985;5(6):1025-1034.
 93. Koenig JQ, Covert DS, Morgan MS, Horike M, Horike N, Marshall SG, Pierson WE. Acute effects of 0.12 ppm ozone or 0.12 ppm nitrogen dioxide on pulmonary function in healthy and asthmatic adolescents. *American review of respiratory disease*. 1985;132(3):648-651.
 94. Koenig JQ, Covert DS, Marshall SG, Van Belle G, Pierson WE. The effects of ozone and nitrogen dioxide on pulmonary function in healthy and in asthmatic adolescents. *American Review of Respiratory Disease*. 2012.
 95. European Environment Agency. European Union emission inventory report 1990-2017 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP). 2019.
 96. Mohsenin V. Airway responses to 2.0 ppm nitrogen dioxide in normal subjects. *Archives of Environmental Health: An International Journal*. 1988;43(3):242-246.
 97. Linn WS, Hackney JD. Short-term human respiratory effects of nitrogen dioxide: Determination of quantitative dose-response profiles. Phase 1: Exposure of healthy volunteers to 4 PPM NO/sub 2[Final Report]. 1983.
 98. EPA, U. Primary national ambient air quality standards for nitrogen dioxide; Final Rule. *Fed Reg*. 2010;75:6474.
 99. Luginaah IN, Fung KY, Gorey KM, Webster G, Wills C. Association of ambient air pollution with respiratory hospitalization in a government-designated “area of concern”: the case of Windsor, Ontario. *Environmental health perspectives*. 2005;113(3):290-296.
 100. Ehrlich R, Henry MC. Chronic toxicity of nitrogen dioxide: I. Effect on resistance to bacterial pneumonia. *Archives of Environmental Health: An International Journal*. 1968;17(6):860-865.
 101. Sarnat JA, Schwartz J, Suh HH. Fine particulate air pollution and mortality in 20 US cities. *The New England Journal of Medicine*. 2001;344(16):1253-1254.

102. Vedal S, Brauer M, White R, Petkau J. Air pollution and daily mortality in a city with low levels of pollution. *Environmental health perspectives*. 2003;111(1):45-52.
103. Gehring U, Heinrich J, Krämer U, Grote V, Hochadel M, Sugiri D, Wichmann HE. Long-term exposure to ambient air pollution and cardiopulmonary mortality in women. *Epidemiology*, 2006;545-551.
104. Samoli E, Aga E, Touloumi G, Nisiotis K, Forsberg B, Lefranc A, Brunstein R. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project. *European Respiratory Journal*. 2006;27(6):1129-1138.
105. Maheswaran R, Haining RP, Brindley P, Law J, Pearson T, Fryers PR, Campbell, MJ. Outdoor air pollution and stroke in Sheffield, United Kingdom: a small-area level geographical study. *Stroke*. 2005;36(2):239-243.
106. Barnett AG., Williams GM, Schwartz J, Best TL, Neller AH, Petroeschevsky AL, Simpson RW. The effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular disease in elderly people in Australian and New Zealand cities. *Environmental health perspectives*. 2006;114(7):1018-1023.
107. Sümer GÇ. Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye’de Hava Kirliliğini Önlemeye Yönelik Yasal Düzenlemele-rin ve Örgütlenmelerin İncelenmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*. 2014;(13):37-56.
108. NASA [İnternet]. Sulfur Dioxide [Erişim tarihi: 12 Ağustos 2020]. https://eosps.nasa.gov/sites/default/files/publications/SO2poster_508.pdf.
109. Bayram, H., Dörtbudak, Z., FİŞEKÇİ, E. F., KARGIN, M., & Bülbül, B. “Hava kirliliğinin insan sağlığına etkileri, dünyada, ülkemizde ve bölgemizde hava kirliliği sorunu” paneli ardından. *Dicle Tıp Dergisi*. 2006;33(2);105-112.
110. Kennedy JF. Sax’s Dangerous Properties of Industrial Materials–Tenth Edition Richard J. Lewis Sr.(Ed.) John Wiley & Sons, New York, NY. Bioseparation. 2000;9(6):393-393.
111. Amshel CE, Fealk MH, Phillips BJ. Anhydrous ammonia burns case report and review of the literature. *Burns*. 2000;26(5):493-497.
112. Tecer LH. Hava kirliliği ve sağlığımız. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*. 2011;135:15-29.
113. U.S. EPA [İnternet] What is acid rain?. [Erişim tarihi: 10 Eylül 2020]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/acidrain/what-acid-rain#:~:text=Acid%20rain%20results%20when%20sulfur,before%20falling%20to%20the%20ground>
114. Klaassen CD, Amdur MO. Casarett and Doull’s toxicology: the basic science of poisons. New York: McGraw-Hill. 2013;189.
115. U.S. EPA [İnternet]. Learning about acid rain. [Erişim tarihi: 10 Eylül 2020]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-03/documents/teachersguide.pdf>
116. Wahl EF. Geothermal energy utilization. New York. 1977.

117. Haraden J. SO₂ production rates for geothermal resources. *Energy*. 1991;16(9):1185-1190.
118. Çiçek İ, Türkoğlu N, Gürgen G. Ankara’da hava kirliliğinin istatistiksel analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 2004;14(2): 1-18.
119. Müezzinoğlu A. Hava kirliliği ve kontrolünün esasları. İzmir: Dokuz Eylül Yayınları. 2000.
120. Chen TM, Kuschner WG, Gokhale J, Shofer S. Outdoor air pollution: nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide health effects. *The American journal of the medical sciences*. 2007;333(4):249-256.
121. Pikhart H, Bobak M, Gorynski P, Wojtyniak B, Danova J, Celko MA, Elliott P. Outdoor sulphur dioxide and respiratory symptoms in Czech and Polish school children: a small-area study (SAVIAH). *International archives of occupational and environmental health*, 2001;74(8):574-578.
122. Wilson AM, Wake CP, Kelly T, Salloway JC. Air pollution, weather, and respiratory emergency room visits in two northern New England cities: an ecological time-series study. *Environmental research*. 2005;97(3):312-321.
123. Beauchamp RO, Bus JS, Popp JA, Boreiko CJ, Andjelkovich DA, Leber P. A critical review of the literature on hydrogen sulfide toxicity. *CRC Critical Reviews in Toxicology*. 1984;13(1):25-97.
124. Alberta. Alberta Environment, Krupa, S. V., & WBK & Associates Inc. Assessment report on ammonia for developing ambient air quality objectives. Alberta Environment. 2004.
125. Brunekreef B, van Bree L. Air-pollution and the Risks to Human Health—Integrative report. 2004.
126. Liu S, Krewski D, Shi Y, Chen Y, Burnett RT. Association between gaseous ambient air pollutants and adverse pregnancy outcomes in Vancouver, Canada. *Environmental health perspectives*. 2003;111(14):1773-1778.
127. Hapçioğlu B, İşsever H, Koçyiğit E, Dişçi R, Vatansever S, Özdilli K. The effect of air pollution and meteorological parameters on chronic obstructive pulmonary disease at an Istanbul hospital. *Indoor and Built Environment*. 2006;15(2):147-153.
128. Koken PJ, Piver WT, Ye F, Elixhauser A, Olsen LM, Portier CJ. Temperature, air pollution, and hospitalization for cardiovascular diseases among elderly people in Denver. *Environmental health perspectives*. 2003;111(10):1312-1317.
129. Sheppard D, Saisho A, Nadel JA, Boushey HA. Exercise increases sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in asthmatic subjects. *American Review of Respiratory Disease*. 1981;123(5):486-491.
130. Hedley AJ. Cardiorespiratory and all-cause mortality after restrictions on sulfur content of fuel in Hong Kong: an intervention study. *Lancet*. 2002;360:1646–1652.
131. Burnett RT. Associations between short-term changes in nitrogen dioxide and mortality in Canadian cities. *Archives of Environmental Health*. 2004;59:228–236.

132. Pope CA. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1995;151:669– 674.
133. Wichmann HE, Spix C, Tuch T, Wölke G, Peters A, Heinrich J, Heyder J. Daily mortality and fine and ultrafine particles in Erfurt, Germany part I: role of particle number and particle mass. Research report (Health Effects Institute). 2000;98: 5.
134. Buringh E, Fischer P, Hoek G. Is SO₂ a causative factor for the PM-associated mortality risks in the Netherlands? *Inhalation Toxicology*. 2000;12;55–60.
135. Chen TM, Kuschner WG, Gokhale J, Shofer S. Outdoor air pollution: nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide health effects. *The American journal of the medical sciences*. 2007;333(4):249-256.
136. Smith TJ, Peters JM, Reading JC, Castle CH. Pulmonary impairment from chronic exposure to sulfur dioxide in a smelter. *American Review of Respiratory Disease*. 1997;116(1):31-39.
137. Henneberger PK, Olin AC, Andersson E, Hagberg S, Torén K. The incidence of respiratory symptoms and diseases among pulp mill workers with peak exposures to ozone and other irritant gases. *Chest*. 2005;128(4):3028-3037.
138. Schenker MB, Speizer FE, Samet JM, Gruhl J, Batterman S. Health effects of air pollution due to coal combustion in the Chestnut Ridge Region of Pennsylvania: results of cross-sectional analysis in adults. *Archives of Environmental Health: An International Journal*. 1983;38(6): 325-330.
139. Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Jama*. 2002;287(9):1132-1141.
140. Dockery DW, Pope CA, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay, ME, Speizer FE. An association between air pollution and mortality in six US cities. *New England journal of medicine*. 1993;329(24):1753-1759.
141. Kitabatake M, Yamamoto H, Yuan PF, Manjurul H, Murase S, Yamauchi T. Effects of exposure to NO₂ or SO₂ on bronchopulmonary reaction induced by *Candida albicans* in guinea pigs. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues*, 1995;45(1):75-82.
142. Miller ML, Andringa A, Raffles L, Vinegar A. Effect of exposure to 500 ppm sulfur dioxide on the lungs of the ferret. *Respiration*. 1985;48(4):346-354.
143. EC. 2000a. Priority Substances List Assessment Report: Ammonia in the Aquatic Environment. Canadian Environmental Protection Act, 1999, Environment Canada/Health Canada. May 2000.
144. Lewis, RJ. Hawley's Condensed Chemical Dictionary, Twelfth Edition. Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. 1993.
145. Roney N, Lladós F. Toxicological profile for ammonia. 2004.
146. IPCS O. Environmental Health Criteria n 54: Ammonia. World Health Organisation, International Programme on chemical Safety. 1986.

147. Parent RA. Genium's handbook of safety, health, and environmental data for common hazardous substances. *International Journal of Toxicology*. 2000;19(3):219-221.
148. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Ammonia. ATSDR, Public Health Service, US Department of Health and Human Services. Atlanta, GA. 1990;137.
149. Bishop PRW, Belkin F, Gaffney R. Evaluation of a new ammonia sampling and analytical procedure. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1986;47(2):135-137.
150. Rahman MH, Bråtveit M, Moen BE. Exposure to ammonia and acute respiratory effects in a urea fertilizer factory. *International journal of occupational and environmental health*. 2007;13(2):153-159.
151. World Health Organization.. Ammonia Health and Safety Guide-Health and Safety Guide 37. International Programme On Chemical Safety. 1990.
152. Phillips J. Control and pollution prevention options for ammonia emissions (No. PB-95-241790/XAB). VIGYAN, Inc., Vienna, VA (United States).1995.
153. Stokstad E. Ammonia pollution from farming may exact hefty health costs. 2014.
154. EC. 2000b. Priority Substances List Assessment Report: Ammonia in the Aquatic Environment. Supplementary Information. Canadian Environmental Protection Act, 1999, Environment Canada/Health Canada. May 2000.
155. Finlayson-Pitts, B. J., & Pitts Jr, J. N. Chemistry of the upper and lower atmosphere: theory, experiments, and applications. Elsevier. 1999.
156. Giannadaki D, Giannakis E, Pozzer A, Lelieveld J. Estimating health and economic benefits of reductions in air pollution from agriculture. *Science of the total environment*, 2018;622:1304-1316.
157. Lelieveld J, Evans JS, Fnais M, Giannadaki D, Pozzer A. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature*. 2015;525(7569):367-371.
158. Bauer SE, Tsigaridis K, Miller R. Significant atmospheric aerosol pollution caused by world food cultivation. *Geophysical Research Letters*. 2016;43(10):5394-5400.
159. Erisman JW, Vermetten AW, Asman WA, Waijers-Ijpelaan A, Slanina J. Vertical distribution of gases and aerosols: the behaviour of ammonia and related components in the lower atmosphere. *Atmospheric Environment*. 1988;22(6):1153-1160.
160. Lenhard U, Gravenhorst G. Evaluation of ammonia fluxes into the free atmosphere over Western Germany. *Tellus*. 1980;32(1):48-55.
161. Galloway JN, Aber JD, Erisman JW, Seitzinger SP, Howarth RW, Cowling EB, Cosby, BJ. The nitrogen cascade. *Bioscience*. 2003;53(4), 341-356.
162. Bobbink R, Hicks K, Galloway J, Spranger T, Alkemade R, Ashmore M, De Vries W. Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. *Ecological applications*. 2010;20(1):30-59.

163. Paerl HW, Gardner WS, McCarthy MJ, Peierls BL, Wilhelm SW. Algal blooms: noteworthy nitrogen. *Science*. 2014;346(6206):175.
164. Aneja VP, Chauhan JP, Walker JT. Characterization of atmospheric ammonia emissions from swine waste storage and treatment lagoons. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2000;105(D9):11535-11545.
165. Shindell D T, Faluvegi G, Koch DM, Schmidt GA, Unger N, Bauer SE. Improved attribution of climate forcing to emissions. *Science*. 2009;326(5953):716-718.
166. Socolow, RH. Nitrogen management and the future of food: lessons from the management of energy and carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1999;96(11), 6001-6008.
167. Geadah ML. National inventory of natural and anthropogenic sources and emissions of ammonia. Environment Canada, Environmental Protection Service. 1985.
168. Galbally IE, Roy, CR. The fate of nitrogen compounds in the atmosphere. In *Gaseous loss of nitrogen from plant-soil systems*. 1983;265-284.
169. Dawson GA. Tropospheric Ammonia. In *Environmental Impact of Natural Emissions*, V.P. Aneja (ed.). Air Pollution Control Association, Pittsburgh, PA. 1984; 66-73.
170. Irwin JG, Williams ML. Acid rain: chemistry and transport. *Environmental pollution*, 1988;50(1-2):29-59.
171. Lee DS, Bouwman AF, Asman WAH, Dentener FJ, Van Der Hoek KW, Olivier JGJ. Emissions of nitric oxide, nitrous oxide and ammonia from grasslands on a global scale. *Gaseous nitrogen emissions from grasslands*. 1997.
172. Bouwman AF, Lee DS, Asman WAH, Dentener FJ, Van Der Hoek KW, Olivier JGJ. A global high-resolution emission inventory for ammonia. *Global biogeochemical cycles*. 1997;11(4):561-587.
173. Olivier JGJ, Bouwman AF, Van der Hoek KW, Berdowski JJM. Global air emission inventories for anthropogenic sources of NO_x, NH₃ and N₂O in 1990. *Environmental pollution* 1998;102(1):135-148.
174. Nizich SV, Pope AA. National Air Pollutant Emission Trends Update: 1970-1997. EPA-454/E-98-007. 1998.
175. Strogies M, Kallweit D. Nitrogen emissions in Germany and potential for their reduction. *Atmospheric Ammonia: Emission, Deposition and Environmental Impacts*, Institute of Terrestrial Ecology, Edinburgh. 1996;53-56.
176. Sutton MA, Lee DS, Dollard GJ, Fowler D. *Atmospheric ammonia: emission, deposition and environmental impacts*. 1996.
177. Hendriks C, Kranenburg R, Kuenen J, van Gijlswijk R, Kruit RW, Segers A, Schaap, M. The origin of ambient particulate matter concentrations in the Netherlands. *Atmospheric Environment*. 2013;69, 289-303.
178. Environmental C. Priority substances list assessment report. Phenol Protection Act. 2000;1-73.

179. Asman WA, Sutton MA, SchjØrring JK. Ammonia: emission, atmospheric transport and deposition. *New phytologist*. 1998;139(1):27-48.
180. Bauer CF, Andren AW. Emissions of vapor-phase fluorine and ammonia from the Columbia coal-fired power plant. *Environmental science & technology*. 1985;19(11):1099-1103.
181. Pierson WR, Brachaczek WW. Emissions of ammonia and amines from vehicles on the road. *Environmental science & technology*. 1983;17(12):757-760.
182. Reynolds CM, Wolf DC. Effects of field methods and soil cover on estimating ammonia loss from nitrogen-15-urea. *Soil Science Society of America Journal*. 1988;52(3):706-712.
183. Brunke R, Alvo P, Schuepp P, Gordon R. Effect of meteorological parameters on ammonia loss from manure in the field. *Journal of Environmental Quality*. 1988;17(3):431-436.
184. Hsieh LT, Chen TC. Characteristics of ambient ammonia levels measured in three different industrial parks in southern Taiwan. *Aerosol and Air Quality Research*. 2010;10(6):596-608.
185. Gong L, Lewicki R, Griffin RJ, Flynn JH, Lefer BL, Tittel FK. Atmospheric ammonia measurements in Houston, TX using an external-cavity quantum cascade laser-based sensor. *Atmospheric Chemistry & Physics Discussions*. 2011;11(6).
186. Misenheimer DC, Warn TE, Zelmanowitz S. Ammonia emission factors for the NAPAP emission inventory. US Environmental Protection Agency, Air and Energy Engineering Research Laboratory. 1987.
187. Battye R, Battye W, Overcash C, Fudge S. Development and selection of ammonia emission factors. 1994.
188. Ipeaiyeda AR, Adegboyega DA. Assessment of Air Pollutant Concentrations Near Major Roads in Residential, Commercial and Industrial Areas in Ibadan City, Nigeria. *Journal of Health and Pollution*. 2017;7(13):11-21.
189. Wibbenmeyer LA, Morgan LJ, Robinson BK, et al. Our chemical burn experience: Exposing the dangers of anhydrous ammonia. *J Burn Care Rehab*. 1999;20(3):226-231.
190. Centers for Disease Control and Prevention. The Facts about Ammonia-Department of Health and Human Services. 2004.
191. Landahl, H. D., & Herrmann, R. G. (1950). Retention of vapors and gases in the human nose and lung. *Arch. Indust. Hyg. & Occupational Med.*, 1(1), 36-45.
192. U.S. EPA. Health Effects Assessment for Ammonia. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/8-88/017 (NTIS PB88179437), 1987.
193. Sekizawa SI, Tsubone H. 1994. Nasal receptors responding to noxious chemical irritants. *RespirPhysiol* 96(1):37-48.
194. Kerstein MD, Schaffzin DM, Hughes WB, et al. 2001. Acute management of exposure to liquid ammonia. *Mil Med* 166(10):913-914.

195. George A, Bang RL, Lari AR. 2000. Liquid ammonia injury. *Burns*. 2000;26(4):409-41.
196. Latenser BA, Lucktong TA. Anhydrous ammonia burns: Case presentation and literature review. *J Burn Care Rehab*. 2000;21:40-42.
197. Hatton DV, Leach CS, Beaudet AL. Collagen breakdown and ammonia inhalation. *Arch Environ Health*. 1979;34:83- 86.
198. Montague TJ, Macneil AR. Mass ammonia inhalation. *Chest*. 1980;77:496-498.
199. White ES. A case of near fatal ammonia gas poisoning. *J Occup Med*. 1971;13:543-550.
200. de la Hoz RE, Schlueter DP, Rom WN. Chronic lung disease secondary to ammonia inhalation injury: A report on three cases. *Am J Ind Med*. 1996;29(2):209-214.
201. Michaels RA. Emergency Planning and the Acute Toxic Potency of Inhaled Ammonia. *Environ. Health Perspect*. 1999;107(8):617-27.
202. Morgan SE. Ammonia pipeline rupture: Risk assessment to cattle. *Vet Hum Toxicol*. 1997;39(3):159- 161.
203. Urbain B, Gustin P, Charlier G, Coignoul F, Lambotte JL, Grignon G, Ansay M. A morphometric and functional study of the toxicity of atmospheric ammonia in the extrathoracic airways in pigs. *Veterinary research communications*. 1996;20(4):381-399.
204. Jones JB, Carmichael NL, Wathes CM, White RP, Jones RB. The Effects of Acute Simultaneous Exposure to Ammonia on the Detection of Buried Odourized Food by Pigs. *Appl. Animal Behaviour Sci*. 2000;65(4):305-319.
205. Jones JB, Wathes CM, Persaud KC, White RP, Jones RB. Acute and Chronic Exposure to Ammonia and Olfactory Acuity for n-Butanol in the Pig. *Appl. Animal Behaviour Sci*. 2001;71(1):13-28.
206. Silverman L, Whittenberger JL, Muller J. Physiological response of man to ammonia in low concentrations. *J Ind Hyg Toxicol*. 1949;31:74-78.
207. Kass I, Zamel N, Dobry CA. Bronchiectasis following ammonia burns of the respiratory tract. *Chest*. 1972;62(3):282-285.
208. Leduc D, Gris P, Lheureux P. Acute and long term respiratory damage following inhalation of ammonia. *Thorax*. 1992;47(9):755-757.
209. Price SK, Hughes JE, Morrison SC, et al. (1983). Fatal ammonia inhalation-A case report with autopsy findings. *S Afr Med J*. 1983;64:952-955.
210. Prudhomme JC, Shusterman DJ, Blanc PD. Acute-onset persistent olfactory deficit resulting from multiple overexposures to ammonia vapor at work. *J Am Board Fam Pract*. 1998;11(1):66-69.
211. Arwood R, Hammond J, Ward GG. Ammonia inhalation. *J Trauma*. 1985;25(5):444-447.
212. Walton M. Industrial ammonia gassing. *Br J Ind Med*. 1973;30:78-86.
213. Mulder JS, Van Der Zalm HO. Fatal case of ammonia poisoning. *Tijdschr Sociale Geneeskunde*. 1967;45:458-460.

214. Helmers S, Top FH, Knapp LW. Ammonia injuries in agriculture. *J Iowa Med Soc.* 1971;61:271-280.
215. Millea TP, Kucan JO, Smoot EC. Anhydrous ammonia injuries. *J Burn Care Rehab.* 1989;10(5):448-453.
216. Darchy B, Le Miere E, Lacour S, Bavoux E, Domart Y. Acute Ammonia Inhalation. *Intensive Care Med.* 1997;23(5):597-8.
217. Cole TJ, Cotes JE, Johnson GR. Ventilation, cardiac frequency and pattern of breathing during exercise in men exposed to o-chlorobenzylidene malonitrile (CS) and ammonia gas in low concentrations. *Q J Exp Physiol Cogn Med Sci.* 1977;63:341-351.
218. MacEwen, J. D., Theodore, J., & Vernot, E. H. (1970, September). Human exposure to EEL concentrations of monomethylhydrazine. In *Proceedings of 1st Annual Conference on Environmental Toxicology*, AMRL-TR-70-102, Paper (Vol. 23).
219. Keplinger, M. L., Schadeberg, K. J., Goode, J. W., & Calandra, J. C. (1973). Irritation threshold evaluation study with ammonia. Report to the Institute of Ammonia Refrigeration, Industrial Bio-Test (Publication No. 663-03161), Northbrook IL.
220. Verberk MM. Effects of ammonia in volunteers. *Int Arch Occup Environ Health.* 1977;39:73-81.
221. Brautbar N. Ammonia Exposure: A Common Cause for Sinusitis. A Case Report and Review of the Literature. *Toxicol. Indust. Health.* 1998;14(6): 891-895.
222. Shimkin MB, de Lorimier AA, Mitchell JR. Appearance of carcinoma following single exposure to a refrigeration ammonia-oil mixture. *Arch Ind Hyg Occup Med.* 1954;9:186-193.
223. Urbain B, Gustin P, Prouvost JF. Quantitative assessment of aerial ammonia toxicity to the nasal mucosa by use of the nasal lavage method in pigs. *Am J Vet Res.* 1994;55(9):1335-1340.
224. Zissu D. Histopathological changes in the respiratory tract of mice exposed to ten families of airborne chemicals. *J Appl Toxicol.* 1995;15:207-213.
225. Gaafar H, Girgis R, Hussein M. The effect of ammonia on the respiratory nasal mucosa of mice. A histological and histochemical study. *Acta Otolaryngol.* 1992;112(2):339-342.
226. Sjöblom E, Hojer J, Kulling PE. A placebo-controlled experimental study of steroid inhalation therapy in ammonia-induced lung injury. *J Toxicol Clin Toxicol.* 1999;37(1):59-67.
227. Gustin P, Urbain B, Prouvost JF. Effects of atmospheric ammonia on pulmonary hemodynamics and vascular permeability in pigs: Interaction with endotoxins. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1994;125(1):17-26.
228. Hamilton, T., J. Roe, C. Hayes and A. Webster. Effects of Ammonia Inhalation and Acetic Acid Pretreatment on Colonization Kinetics of Toxigenic *Pasteurella*

- Multocida Within Upper Respiratory Tracts of Swine. *J. Clin. Microbiol.* 1998;6(5):1260-1265.
229. Close LG, Catlin FI, Cohn AM. Acute and chronic effects of ammonia burns of the respiratory tract. *Arch Otolaryngol.* 1980;106:151-158.
 230. Flury KE, Dines DE, Rodarte JR. Airway obstruction due to inhalation of ammonia. *Mayo Clin Proc* 1983;58:389-393.
 231. Jarudi MD, Golden MD. Ammonia eye injuries. *J Iowa Med Soc.* 1973;63:260-263.
 232. Yadav, J. S. and V. K. Kaushik. Genotoxic Effect of Ammonia Exposure on Workers in a Fertilizer Factory. *Indian. J. Exp. Biol.* 1997;35(5): 487-92.
 233. Ali B, Ahmed H, Ballal S, Albar A. Pulmonary Function of Workers Exposed to Ammonia: A Study in the Eastern Province of Saudi Arabia. *Int. Journal Occup. Health.* 2001;7(1): 19-22.
 234. Zuidema T, Nentjes A. Health Damage of Air Pollution: An Estimate of a DoseResponse Relationship for The Netherlands. *Environ. Resource Economics.* 1997;9(3): 291-308.
 235. Zlatev, Z., K. Todorova, N. Anastasova, R. Chuturkova, A. Yaneva, Y. Sabeva. Assessment of the Working-Environment Harmful Factors and Health Risk of Workers in a Nitrogen Fertilizer Plant. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 1998;71(100): S97-100.).
 236. Ballal SG, Ali BA, Albar AA. Bronchial asthma in two chemical fertilizer producing factories in eastern Saudi Arabia. *Int J Tuberc Lung Dis.* 1998;2(4):330-335.
 237. Tepper A, Constock GW, Levine M. A longitudinal study of pulmonary function in fire fighters. *Am J Ind Med.* 1991;20(3):307-316.
 238. Schiffman SS, Williams CM. Science of odor as a potential health issue. *Journal of environmental quality.* 2005;34(1), 129-138.
 239. Wing S, Wolf S. Intensive livestock operations, health, and quality of life among eastern North Carolina residents. *Environmental health perspectives.* 2000;108(3):233-238.
 240. Ferguson WS, Koch WC, Webster LB. Human Physiological Responses and Adaption to Ammonia. *J. Occup. Med.* 1977;19:319-326.
 241. Holness DL, Purdham JT, Nethercott JR. Acute and Chronic Respiratory Effects of Occupational Exposure to Ammonia. *Amer. Indust. Hyg. Assoc. J.* 1989;50:646-650.
 242. Lee HS, Chan CC, Tan KT. Burnisher's asthma-a case due to ammonia from silverware polishing. *Singapore Med J.* 1993;34(6):565-566.
 243. Donham KJ, Cumro D, Reynolds S, Merchant J. Dose-Response Relationships Between Occupational Aerosol Exposures and Cross-Shift Declines of Lung Function in Poultry Workers: Recommendations for Exposure Limits. *J. Occup. Environ. Med.* 2000;42(3): 260-269.
 244. Kirkhorn SR, Garry VF. Agricultural Lung Diseases. *Environ. Health Perspect.* 2000;108:705-712.

245. Vogelzang PF, van der Gulden JW, Preller L, Tielen M, van Schayck C, Folgering H.. Bronchial Hyperresponsiveness and Exposure in Pig Farmers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 1997;70(5): 327-33.
246. Von Essen S, Donham K. Illness and Injury in Animal Confinement Workers. *Occup. Med.* 1999;14(2): 337-50.
247. Choudat D, Goehen M, Korobaeff M. Respiratory symptoms and bronchial reactivity among pig and dairy farmers. *Scand J Work Environ Health.* 1994;20(1):48-54.
248. Cormier Y, Israel-Assayag E, Racine G. Farming practices and the respiratory health risks of swine confinement buildings. *Eur Resp J.* 2000;15(3):560-565.
249. Melbostad E, Eduard W. Organic dust-related respiratory and eye irritation in Norwegian farmers. *Am J Ind Med.* 2001;39(2):209-217.
250. Vogelzang PFJ, van der Gulden JWJ, Folgering H. Longitudinal changes in bronchial responsiveness associated with swine confinement dust exposure. *Chest.* 2000;117(5):1488-1495.
251. Reynolds SJ, Donham KJ, Whitten P. Longitudinal evaluation of dose-response relationships for environmental exposures and pulmonary function in swine production workers. *Am J Ind Med.* 1996;29(1):33-40.
252. Heederik D, van Zwieten R, Brouwer R. Across-shift lung function changes among pig farmers. *Am J Ind Med.* 1990;17(1):57-58.
253. Blanes-Vidal V, Hansen MN, Adamsen APS, Feilberg A, Petersen SO, Jensen BB. Characterization of odor released during handling of swine slurry: Part I. Relationship between odorants and perceived odor concentrations. *Atmospheric Environment.* 2009;43(18), 2997-3005.
254. Drummond JG, Curtis SE, Simon J. Effects of aerial ammonia on growth and health of young pigs. *J Anim Sci.* 1980;50(6):1085-1091.
255. Diekman MA, Scheidt AB, Sutton AL. Growth and reproductive performance, during exposure to ammonia, of gilts afflicted with pneumonia and atrophic rhinitis. *Am J Vet Res.* 1993;54(12):2128-2131.
256. Chou, CH. Hydrogen Sulfide: Human Health Aspects: Concise International Chemical Assessment Document 53. World Health Organization, Geneva. 2003.
257. US Department Of Health And Human Services. Toxicological profile for hydrogen sulfide and carbonyl sulfide. 2016.
258. Aksu M. Katalitik Dönüştürücülerden Üretilen Demir Matının Çözümlemlendirilmesi Sırasında Oluşan Hidrojen Sülfür (H₂S) Gazı Bertarafının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı. 2020.
259. World Health Organization. Hydrogen Sulfide-Environmental Health Criteria 19. 1981.
260. Pope K, So YT, Crane J, Bates MN. Ambient geothermal hydrogen sulfide exposure and peripheral neuropathy. *Neurotoxicology* 2017;60:10-15.

261. Horwell CJ, Allen AG, Mather TA, Patterson JE. Evaluation of a novel passive sampling technique for monitoring volcanogenic hydrogen sulfide. *Journal of Environmental Monitoring*. 2004;6(7):630-635.
262. Bates MN, Garrett N, Crane J, Balmes JR. Associations of ambient hydrogen sulfide exposure with self-reported asthma and asthma symptoms. *Environmental research*. 2013;122:81-87.
263. Pla-Tolos J, Moliner-Martinez Y, Verdu-Andres J, Casanova-Chafer J, Molins-Legua C, Campins-Falco P. New optical paper sensor for in situ measurement of hydrogen sulphide in waters and atmospheres. *Talanta*. 2016;156:79-86.
264. Steudler PA, Peterson BJ. Contribution of gaseous sulphur from salt marshes to the global sulphur cycle. *Nature* 1984;311:455–457.
265. Türker M. Hidrojen Sülfür İçeren Gazların Arıtılması-1: Fizikokimyasal Yöntemler, SKKD. 2000;10:27-44.
266. Driver L, Freedman E. Report to Congress on Hydrogen Sulfide Air Emissions Associated with the Extraction of Oil and Natural Gas. US EPA., Research Triangle Park, NC, Final Rep. EPA-453/R-93-045. 1993.
267. National Research Council Canada.. Hydrogen Sulfide in the Atmospheric Environment: Scientific Criteria for Assessing Its Effects on Environmental Quality. 1981.
268. Johannes AH, Moshfeghian M, Johannes TW. Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology. 2017;185.
269. T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi [Internet]. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=13184&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>.
270. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Internet]. Kümülatif Etki Değerlendirme Raporu. [Erişim tarihi: 03 Mart 2021]. Erişim adresi: <http://www.jeotermaletki.com/Upload/files/%C3%87%C5%9EB-EBRD%20Jeotermal%20KED%20Raporu%20Nihai%20Aral%C4%B1k%202020.pdf>.
271. Durand M, Wilson JG. Spatial analysis of respiratory disease on an urbanized geothermal field. *Environ. Res*. 2006;101:238–245.
272. Nuvolone D, Petri D, Pepe P, Voller F. Health effects associated with chronic exposure to low-level hydrogen sulfide from geothermoelectric power plants. A residential cohort study in the geothermal area of Mt. Amiata in Tuscany. *Science of The Total Environment*. 2019;659, 973-982.
273. Kristbjornsdottir A, Rafnsson V. Incidence of cancer among residents of high temperature geothermal areas in Iceland: a census based study 1981 to 2010 . *Environmental Health*. 2012;11 :73.
274. Razzaq R, Li C, Zhang S. Coke oven gas: availability, properties, purification, and utilization in China. *Fuel*. 2013;113:287-299.

275. Bermúdez JM, Arenillas A, Luque R, Menéndez JA. An overview of novel technologies to valorise coke oven gas surplus. *Fuel processing technology*. 2013;110:150-159.
276. Hakkinen AJ, Jokinen J, Kauppinen H. Concentration levels of sulfur dioxide and main odorous sulfur compounds in Imatra, and damage to the coniferous trees of the area. Meteorological Institute, Helsinki. 1985.
277. Ronk R, White M. Hydrogen sulfide and the probabilities of “inhalation” through a tympanic membrane defect. *Journal of occupational medicine*. 1985;27:337-340.
278. Klaassen CD, Amdur MO, Doull J. Casarett and Doull’s toxicology: the basic science of poisons, 3rd ed. London, New York, Toronto, Macmillan. 1986;801–824.
279. Fiedler N, Kipen H, Ohman-Strickland P, Zhang J, Weisel C, Laumbach R, Liou P. Sensory and cognitive effects of acute exposure to hydrogen sulfide. *Environmental health perspectives*. 2008;116(1):78-85.
280. Bhambhani Y, Burnham R, Snyder G, MacLean I, Martin T. Effects of 5 ppm hydrogen sulfide inhalation on biochemical properties of skeletal muscle in exercising men and women. *American Industrial Hygiene Association journal*. 1996;57(5):464-468.
281. Bhambhani Y, Burnham R, Snyder G, MacLean L, Martin T. Comparative physiological responses of exercising men and women to 5 ppm hydrogen sulfide exposure. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1994;55(11):1030-1035.
282. Hendrickson RG, Chang A, Hamilton RJ. Co-worker fatalities from hydrogen sulfide. *American journal of industrial medicine*. 2004;45(4):346-350.
283. Doujaiji B, Al-Tawfiq JA. Hydrogen sulfide exposure in an adult male. *Annals of Saudi medicine*. 2010;30(1):76-80.
284. Guidotti TL. Hydrogen sulfide intoxication. In *Handbook of clinical neurology*. 2015;131:111-133.
285. Zenz C, Dickerson OB, Horvath EP. *Occupational Medicine*. St. Louis, MO. 1994;886.
286. Guidotti TL. Hydrogen sulfide: advances in understanding human toxicity. *International journal of toxicology*. 2010;29(6):569-581.
287. Jappinen P, Vilkkä V, Marttila O. Exposure to hydrogen sulphide and respiratory function. *Br J Ind Med*. 1990;47:824-828.
288. Stine RJ, Slosberg B, Beacham BE. Hydrogen sulfide intoxication: A case report and discussion of treatment. *Ann Intern Med*. 1976;85:756-758.
289. Tvedt B, Edland A, Skyberg K, Forberg O. Delayed neuropsychiatric sequelae after acute hydrogen sulfide poisoning: affection of motor function, memory, vision and hearing. *Acta neurologica scandinavica*. 1991;84(4):348-351.
290. Tvedt B, Skyberg K, Aaserud O, Hobbessland A, Mathiesen T. Brain damage caused by hydrogen sulfide: a follow-up study of six patients. *American journal of industrial medicine*. 1991;20(1):91-101.

291. Horton RA, Wing S, Marshall SW, Brownley KA. Malodor as a trigger of stress and negative mood in neighbors of industrial hog operations. *American journal of public health*. 2019;99: 610-615.
292. Jaakkola JJ, Vilkkä V, Marttila O. The South Karelia air pollution study. The effects of malodorous sulfur compounds from pulp mill on respiratory and other symptoms. *Am Rev Respir Dis*. 1990;142:1344-1350.
293. Marttila O, Jaakkola JJ, Vilkkä V, Jappinen P, Haahtela T. The South Karelia Air Pollution Study: the effects of malodorous sulfur compounds from pulp mills on respiratory and other symptoms in children. *Environmental research*. 1994;66(2):152-159.
294. Marttila O, Jaakkola JJ, Parttipellinen K, Vilkkä V, Haahtela T. South Karelia Air Pollution Study: daily symptom intensity in relation to exposure levels of malodorous sulfur compounds from pulp mills. *Environmental research*. 1995;71(2):122-127.
295. Partti-Pellinen K, Marttila O, Vilkkä V. The South Karelia air pollution study: Effects of low-level exposure to malodorous sulfur compounds on symptoms. *Arch Environ Health*. 1996;51:315-320.
296. Spolyar LW. Three men overcome by hydrogen sulfide in starch plant. *Ind Health*. 1951;11:116-117.
297. Fiedler N, Kipen H, Ohman-Strickland P. Sensory and cognitive effects of acute exposure to hydrogen sulfide. *Environ Health Perspect*. 2008;116(1):78-85.
298. Schinasi L, Horton RA, Guidry VT. Air pollution, lung function, and physical symptoms in communities near concentrated swine feeding operations. *Epidemiology*. 2011;22(2):208-215.
299. Haahtela T, Marttila O, Vilkkä V. The South Karelia air pollution study: Acute health effects of malodorous sulfur air pollutants released by a pulp mill. *Am J Public Health*. 1992;82:603-605.
300. Bates MN, Garrett N, Graham B. Air pollution and mortality in the Rotorua geothermal area. *Aust N Z J Public Health*. 1997;21:581-586.
301. Bates MN, Garrett N, Shoemack P. Investigation of health effects of hydrogen sulfide from a geothermal source. *Arch Environ Health*. 2002;57(5):405-411.
302. Carlsen HK, Zoëga H, Valdimarsdóttir U, Gíslason T, Hrafnkelsson B. Hydrogen sulfide and particle matter levels associated with increased dispensing of anti-asthma drugs in Iceland's capital. *Environmental research*. 2012;113:33-39.
303. Campagna D, Kathman SJ, Pierson R, Inserra SG, Phifer BL, Middleton DC, White MC. Ambient hydrogen sulfide, total reduced sulfur, and hospital visits for respiratory diseases in northeast Nebraska, 1998–2000. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. 2014;14(2):180-187.
304. Thoman M. Sewer gas: Hydrogen sulfide intoxication. *Clin Toxicol*. 1969;2:383-386.
305. Bates MN, Garrett N, Graham B. Cancer incidence, morbidity and geothermal air pollution in Rotorua, New Zealand. *Int J Epidemiol*. 1998;27:10-14.

306. Krekel K. [Electrocardiographic (ECG) changes in two workers after hydrogen sulfide poisoning.] *Zentralbl Arbeitsmed.* 1964;14:159-163.
307. Arnold IMF, Dufresne RM, Alleyne BC. Health implication of occupational exposures to hydrogen sulfide. *J Occup Med.* 1985;27(5):373-376.
308. Deng JF, Chang S-C. Hydrogen sulfide poisonings in hot-spring reservoir cleaning: Two case reports. *Am J Ind Med.* 1987;11:447-451.
309. Audeau FM, Gnanaharan C, Davey K. Hydrogen sulphide poisoning: Associated with pelt processing. *N Z Med J.* 1985;98(774):145-147.
310. Luck J, Kaye SB. An unrecognized form of hydrogen sulphide keratoconjunctivitis. *Br J Ind Med.* 1989;46:748-749.
311. Brenneman KA, Meleason DF, Sar M. Olfactory mucosal necrosis in male CD rats following acute inhalation exposure to hydrogen sulfide: Reversibility and the possible role of regional metabolism. *Toxicol Pathol.* 2002;30(2):200-208.
312. Lopez A, Prior M, Yong S, Lillie L, Lefebvre M. Nasal lesions in rats exposed to hydrogen sulfide for four hours. *American journal of veterinary research.* 1988;49(7):1107-1111.
313. Roberts ES, Thomas RS, Dorman DC. Gene expression changes following acute hydrogen sulfide (H₂S)-induced nasal respiratory epithelial injury. *Toxicol Pathol.* 2008;36(4):560-567.
314. Kohno M, Tanaka E, Nakamura T, Shimojo N, Misawa S. Influence of the short-term inhalation of hydrogen sulfide in rats. *Eisei Kagaku.* 1991;37(2), 103-106.
315. Lopez A, Prior M, Lilue LE, Gulayets C, Atwal OS. Histologic and ultrastructural alterations in lungs of rats exposed to sub-lethal concentrations of hydrogen sulfide. *Veterinary pathology.* 1988;25(5):376-384.
316. Prior M, Green F, Lopez A. Capsaicin pretreatment modifies hydrogen sulphide-induced pulmonary injury in rats. *Toxicol Pathol.* 1990;18:279-288.
317. Brenneman KA, James RA, Gross EA. Olfactory neuron loss in adult male CD rats following subchronic inhalation exposure to hydrogen sulfide. *Toxicol Pathol.* 2000;28(2):326-333.
318. Dorman DC, Struve MF, Gross EA, Brenneman KA. Respiratory tract toxicity of inhaled hydrogen sulfide in Fischer-344 rats, Sprague-Dawley rats, and B6C3F1 mice following subchronic (90-day) exposure. *Toxicology and applied pharmacology.* 2004;198(1):29-39.
319. Longo BM. The Kilauea Volcano adult health study. *Nurs. Res.* 2009;58:23-31.
320. Amaral AFS, Rodrigues AS. Chronic exposure to volcanic environments and chronic bronchitis incidence in the Azores, Portugal. *Environ. Res.* 2007;103:419-423.
321. Legator MS, Singleton CR, Morris DL. Health effects from chronic low-level exposure to hydrogen sulfide. *Arch Environ Health.* 2001;56(2):123-131.
322. Kilburn KH, Thrasher JD, Gray MR. Low-level hydrogen sulfide and central nervous system dysfunction. *Toxicol Ind Health.* 2010;26(7):387-405.

323. Kilburn KH. Exposure to reduced sulfur gases impairs neurobehavioral function. *Southern medical journal*. 1997;90(10):997-1006.
324. Ahlborg G. Hydrogen sulfide poisoning in shale oil industry. *Arch Ind Hyg Occup Med*. 1951;3:247-266.
325. Kilburn KH. Human impairment from living near confined animal (hog) feeding operations. *Journal of environmental and public health*, 2012.
326. Richardson DB. Respiratory effects of chronic hydrogen sulfide exposure. *Am J Ind Med*. 1995;28:99- 108.
327. Hessel PA, Herbert FA, Melenka LS. Lung health in relation to hydrogen sulfide exposure in oil and gas workers in Alberta, Canada. *Am J Ind Med*. 1997;31:554-557.
328. Dongo K, Tiembre I, Kone BA. Exposure to toxic waste containing high concentrations of hydrogen sulphide illegally dumped in Abidjan, Cote d'Ivoire. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2012;19(8):3192-3199.
329. Szabó C. Hydrogen sulphide and its therapeutic potential. *Nature reviews Drug discovery*. 2007;6(11):917-935.
330. Yang G, Wu L, Jiang B, Yang W, Qi J, Cao K, Wang R. H₂S as a physiologic vasorelaxant: hypertension in mice with deletion of cystathionine γ -lyase. *Science*. 2008;322(5901):587-590.
331. Wang R. Physiological implications of hydrogen sulfide: a whiff exploration that blossomed. *Physiological reviews*. 2012; 92(2):791-896.
332. Szabo C. Gasotransmitters in cancer: from pathophysiology to experimental therapy. *Nature reviews Drug discovery*. 2016;15(3):185.
333. Kolluru GK, Shen X, Bir SC, Kevil CG. Hydrogen sulfide chemical biology: pathophysiological roles and detection. *Nitric oxide*. 2013;35:5-20.
334. Xu S, Liu Z, Liu P. Targeting hydrogen sulfide as a promising therapeutic strategy for atherosclerosis. *International journal of cardiology*. 2014;172(2):313-317.
335. Mani S, Untereiner A, Wu L, Wang R. Hydrogen sulfide and the pathogenesis of atherosclerosis. *Antioxidants & Redox Signaling*. 2014;20(5): 805-817.
336. Polhemus D J, Lefer DJ. Emergence of hydrogen sulfide as an endogenous gaseous signaling molecule in cardiovascular disease. *Circulation research*. 2014;114(4):730-737.
337. Ma Z, Bi Q, Wang Y. Hydrogen sulfide accelerates cell cycle progression in oral squamous cell carcinoma cell lines. *Oral diseases*. 2015;21(2):156-162.
338. Lee ZW, Teo XY, Tay EW, Tan CH, Hagen T, Moore PK, Deng LW. Utilizing hydrogen sulfide as a novel anti-cancer agent by targeting cancer glycolysis and p H imbalance. *British journal of pharmacology*. 2014;171(18):4322-4336.
339. Szabo C, Hellmich MR. Endogenously produced hydrogen sulfide supports tumor cell growth and proliferation. *Cell Cycle*. 2013;12(18):2915.
340. Oláh G, Módis K, Törö G, Hellmich MR, Szczesny B, Szabo C. Role of endogenous and exogenous nitric oxide, carbon monoxide and hydrogen sulfide in

- HCT116 colon cancer cell proliferation. Biochemical pharmacology. 2018;149:186-204.
341. EUR-Lex [İnternet]. Document 32000L0069. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0069&qid=1614686496836>.
342. EUR-Lex [İnternet]. Document 32002L0003. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0003&qid=1614686391363>.
343. EUR-Lex [İnternet]. Document 32004L0107. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32004L0107&qid=1614685942321>.
344. EUR-Lex [İnternet]. Document 32008L0050. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32008L0050>.
345. T.C. Sağlık Bakanlığı [İnternet]. T.C.Anayasası 56.Madde. [Erişim tarihi: 12 Eylül 2021]. <https://www.saglik.gov.tr/TR,11472/tcanayasasi-56madde.html>
346. T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi [İnternet]. Çevre Kanunu. [Erişim tarihi: 12 Eylül 2021]. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2872.pdf>
347. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [İnternet]. Yönetmelikler. [Erişim tarihi: 12 Eylül 2021]. <https://cygm.csb.gov.tr/yonetmelikler-i-440>
348. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [İnternet]. İklim değişikliği. [Erişim tarihi: 12 Eylül 2021]. <https://iklim.csb.gov.tr/>
349. Indian Economic Service [İnternet]. Ambient Air Quality Standards in India [Erişim tarihi: 02.03.2021]. Erişim adresi: http://www.arthapedia.in/index.php?title=Home_Page).
350. T.C. Aydın Büyükşehir Belediyesi [İnternet]. Faaliyet Raporları. [Erişim tarihi: 12 Eylül 2021]. https://aydin.bel.tr/Content/files/Faaliyet_Raporlari/2019_FAALIYET_RAPORU.pdf
351. Silverman KC, Tell JG, Sargent EV, Qiu Z. Comparison of the industrial source complex and AERMOD dispersion models: case study for human health risk assessment. Journal of the Air & Waste Management Association. 2007;57(12):1439-1446.
352. Environmental Protection Agency [İnternet]. Air Quality Dispersion Modeling - Preferred and Recommended Models [04 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models>.
353. T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü [İnternet]. Bakanlık Ve Taşra Teşkilatı Uygulama ve Değerlendirme Kılavuzu 2018. [Erişim tarihi: 02 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/hava-kalitesi-dagilim-modeli-kilavuzu-tasra-teskilati-20180319135919.pdf>

354. Wang, S., Nan, J., Shi, C., Fu, Q., Gao, S., Wang, D., ... & Zhou, B. (2015). Atmospheric ammonia and its impacts on regional air quality over the megacity of Shanghai, China. *Scientific reports*, 5(1), 1-13.
355. Aydın ASTİM Organize Sanayi Bölgesi [İnternet]. Aydın ASTİM Organize Sanayi Bölgesi Tanıtım Kitabı [07 Nisan 2020]. Erişim adresi: <https://mistik.ikg.gov.tr/upload/2017-11/b201ac3d-260c-4e1d-86bc-e61bd0c83ed5.pdf>
356. Aydın Organize Sanayi Bölgesi [İnternet]. Hakkımızda [15 Mart 2020]. Erişim adresi: <http://www.aydinosb.org.tr/sayfa.asp?idx=26>
357. Finnbjornsdottir, R. G., Oudin, A., Elvarsson, B. T., Gislason, T., & Rafnsson, V. (2015). Hydrogen sulfide and traffic-related air pollutants in association with increased mortality: a case-crossover study in Reykjavik, Iceland. *BMJ open*, 5(4).
358. Gül H, Gaga EO, Döğeroğlu T, Özden Ö, Ayvaz Ö, Özel S, Güngör G. Respiratory health symptoms among students exposed to different levels of air pollution in a Turkish city. *International journal of environmental research and public health*. 2011;8(4):1110-1125.
359. Bustaffa, E., Cori, L., Manzella, A., Nuvolone, D., Minichilli, F., Bianchi, F., & Gorini, F. (2020). The health of communities living in proximity of geothermal plants generating heat and electricity: A review. *Science of The Total Environment*, 706, 135998.
360. Hsieh, L. T., & Chen, T. C. (2010). Characteristics of ambient ammonia levels measured in three different industrial parks in southern Taiwan. *Aerosol and Air Quality Research*, 10(6), 596-608.
361. Kumar G. Epidemiological study on effect of air pollution on human health (adults) in Delhi. Central pollution control board, Ministry of environment and forests, Delhi, India. 2012.
362. Bacci, E., Gaggi, C., Lanzillotti, E., Ferrozzi, S., & Valli, L. (2000). Geothermal power plants at Mt. Amiata (Tuscany–Italy): mercury and hydrogen sulphide deposition revealed by vegetation. *Chemosphere*, 40(8), 907-911.
363. Ipeaiyeda, A. R., & Adegboyega, D. A. (2017). Assessment of Air Pollutant Concentrations Near Major Roads in Residential, Commercial and Industrial Areas in Ibadan City, Nigeria. *Journal of Health and Pollution*, 7(13), 11-21.
364. Selevan, S. G., Borkovec, L., Slott, V. L., Zudová, Z., Rubes, J., Evenson, D. P., & Perreault, S. D. (2000). Semen quality and reproductive health of young Czech men exposed to seasonal air pollution. *Environmental health perspectives*, 108(9), 887-894.
365. Zeng, X. W., Vivian, E., Mohammed, K. A., Jakhar, S., Vaughn, M., Huang, J., ... & Dong, G. H. (2016). Long-term ambient air pollution and lung function impairment in Chinese children from a high air pollution range area: The Seven Northeastern Cities (SNEC) study. *Atmospheric Environment*, 138, 144-151.
366. Sönmez, C. I., Başer, D. A., Uludağ, G., Hülya, K. A. R. A., Peker, A., Taşkaya, K., ... & Nefesoğlu, E. (2019). Düzce Üniversitesi Aile Hekimliği Polikliniğine

- Başvuran Erişkin Hastaların Acile Başvurma Nedenleri ve İlişkili Faktörler. *Konuralp Tıp Dergisi*, 11(2), 195-201.
367. World Health Organization [Internet]. Health effects of particulate matter. [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021]. Erişim adresi: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf
 368. Luong, L. M., Phung, D., Dang, T. N., Sly, P. D., Morawska, L., & Thai, P. K. (2018). Seasonal association between ambient ozone and hospital admission for respiratory diseases in Hanoi, Vietnam. *PloS one*, 13(9), e0203751.
 369. Orru H, Idavain J, Pindus M, Orru K, Kesanurm K, Lang A, Tomasova J. Residents' self-reported health effects and annoyance in relation to air pollution exposure in an industrial area in Eastern-Estonia. *International journal of environmental research and public health*. 2018;15(2):252.
 370. Chang WW, Boonhat H, Lin RT. Incidence of Respiratory Symptoms for Residents Living Near a Petrochemical Industrial Complex: A Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(7):2474.
 371. Viegi G, Paoletti P, Carrozzi L, Vellutini M, Diviggiano E, Di Pede, C, Lebowitz MD. Prevalence rates of respiratory symptoms in Italian general population samples exposed to different levels of air pollution. *Environmental health perspectives*, 1991;94, 95-99.
 372. Yang CY, Wang JD, Chan CC, Chen PC, Huang JS, Cheng, MF. Respiratory and irritant health effects of a population living in a petrochemical-polluted area in Taiwan. *Environmental Research*. 1997;74(2):145-149.
 373. Dales RE, Spitzer WO, Suissa S, Schechter MT, Tousignant P, Steinmetz N. Respiratory Health of a Population Living Downwind from Natural Gas Refineries1-3. *Am Rev Respir Dis*. 1989;139, 595-600.
 374. Eom, S. Y., Choi, J., Bae, S., Lim, J. A., Kim, G. B., Yu, S. D., ... & Kwon, H. J. (2018). Health effects of environmental pollution in population living near industrial complex areas in Korea. *Environmental health and toxicology*, 33(1).
 375. Aungudornpukdee P, Vichit-Vadakan N, Taneepanichskul S. Factors related to short-term memory dysfunction in children residing near a Petrochemical Industrial Estate. *Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmai het thangphaet*. 2010;93(3):285-292.
 376. Schmand, B., Smit, J. H., Geerlings, M. I., & Lindeboom, J. (1997). The effects of intelligence and education on the development of dementia. A test of the brain reserve hypothesis. *Psychological medicine*, 27(6), 1337-1344.
 377. Caamaño-Isorna, F., Corral, M., Montes-Martínez, A., & Takkouche, B. (2006). Education and dementia: a meta-analytic study. *Neuroepidemiology*, 26(4), 226-232.
 378. Ngandu, T., von Strauss, E., Helkala, E. L., Winblad, B., Nissinen, A., Tuomilehto, J., ... & Kivipelto, M. (2007). Education and dementia: what lies behind the association?. *Neurology*, 69(14), 1442-1450.

379. Crooks, V. C., Lubben, J., Petitti, D. B., Little, D., & Chiu, V. (2008). Social network, cognitive function, and dementia incidence among elderly women. *American journal of public health*, 98(7), 1221-1227.
380. Karp, A., Kåreholt, I., Qiu, C., Bellander, T., Winblad, B., & Fratiglioni, L. (2004). Relation of education and occupation-based socioeconomic status to incident Alzheimer's disease. *American journal of epidemiology*, 159(2), 175-183.
381. Kuller, L. H., Lopez, O. L., Newman, A., Beauchamp, N. J., Burke, G., Dulberg, C., ... & Haan, M. N. (2003). Risk factors for dementia in the cardiovascular health cognition study. *Neuroepidemiology*, 22(1), 13-22.
382. Lindsay J, Laurin D, Verreault R, Hebert R, Helliwell B, Hill GB, McDowell I (2002) Risk factors for Alzheimer's disease: a prospective analysis from the Canadian Study of Health and Aging. *Am J Epidemiol* 156(5):445–453.
383. Thu, K., Donham, K., Ziegenhorn, R., Reynolds, S., Thorne, P. S., Subramanian, P., ... & Stookesberry, J. (1997). A control study of the physical and mental health of residents living near a large-scale swine operation. *Journal of agricultural safety and health*, 3(1), 13-26.

EKLER

EK-1

Evrak Tarih ve Sayısı: 24/05/2019-E.33030



T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi Dekanlığı
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı : 53043469-050.04.04
Konu : Kararlar

Sayın Prof.Dr. Emine Didem EVCİ KIRAZ
Öğretim Üyesi

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 23.05.2019 tarihinde yapılan olağan toplantısında çalışmanızla ilgili alınan 4 nolu karar aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinize sunarım.

e-İmzalıdır
Prof.Dr. Hatice ERTABA KLAR
Kurul Başkanı

KARAR: 4

Protokol No : 2019/90
Sorumlu Yürütücü Prof.Dr. E. Didem EVCİ KIRAZ
Halk Sağlığı AD

Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof.Dr. E. Didem EVCİ KIRAZ'ın; "Aydın'da endüstriyel tesislerin yoğun bulunduğu ve bulunmadığı yerleşim yerlerinde hava kalitesini n ölçülmesi ve sağlık üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi" konulu yukarıda bilgileri verilen klinik araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde (kurum izninin alınmış, izin belgesi ile ADÜBAP başvuru onay belgelerinin dosyaya konulmak üzere gelmeleri şartıyla) gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına oy birliğiyle karar verilmiştir.

Yine sorumlu araştırmacıya; Form 2'nin 14.1'in son bölümünde taahhüt edilen çalışma bittikten sonra nihai raporun, [Sonuç Raporu (web'te), ORF (Olgu Rapor Formu/Anket)] gönderilmesi gerektiğinin hatırlatılmasına ve sorumlu yürütücülerinin bu hususa özen göstermesi gerektiğinin bir kez daha vurgulanmasına oy birliğiyle karar verilmiştir.

Evrak Doğrulama: <https://e-bys.adu.edu.tr/en/Vision/Dogrulama/LMBAPEA>

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Kampüsü Tıp Fakültesi Merkez Kampüsü Kepez
Mevki 09010 Eki/Adın
Telefon No: 0256 225 31 66 / 4306 Faks No: 0256 212 31 69
E-Posta: genetik@adu.edu.tr İnternet Adres: <http://www.akademik.adu.edu.tr/fakultetmed/>

Bilgi için: Neda Yıldız

Unvan: Memur

Wind



T.C.
AYDIN VALİLİĞİ
İl Sağlık Müdürlüğü

AYDIN İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ - AYDIN VALİLİĞİ
0256 212 50 00-214 Faks No: 0256 212 50 00-214
0256 212 50 00-214 Faks No: 0256 212 50 00-214
0256 212 50 00-214 Faks No: 0256 212 50 00-214

Sayı : 69836136-605.01
Konu : Dr. Yaşam UMUTLU'nun Araştırma
İzni Talehi

AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Tıp Fakültesi Dekanlığı Halk Sağlığı ABD)

İlgili : a) 10/06/2019 tarihli ve 94919326 barkod no'lu dilekçe
b) Aydın Halk Sağlığı Hizmetleri Başkanlığı'nın 17/06/2019 tarihli ve 95418267
sayılı yazısı

İlgili (a) sayılı dilekçe ve eklerin incelenmesinde Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak görev yapan Dr. Yaşam UMUTLU tarafından, "Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Araştırılması" konulu araştırmaya Prof. Dr. Didem EVCI KIRAZ'ın sorumluluğunda Umurlu, İmamköy, Yılmazköy ve Meşrutiyet Mahallelerinde gerçekleştirmek için izin talebinde bulunduğu anlaşılmıştır.

Aydın Halk Sağlığı Hizmetleri Başkanlığı'nın ilgili (b) sayılı yazısına istinaden; Araştırmanın veri toplama yönteminin iki aşamalı olarak planlandığı, birinci aşama çalışmalarının Müdürlüğümüzce değerlendirilemeyeceği ve ilgili kurumlardan gerekli izinlerin alınmasının gerektiği, ikinci aşama çalışmalar için gerekli verilerin Umurlu, İmamköy, Yılmazköy ve Meşrutiyet Mahallelerinde haneler gezilerek netket görüşmesi uygulanmak sureti ile toplanacağı anlaşılmış olup bu bağlamda, gerekli tüm kurumlardan izinlerin alınmasına müteakiben müracaatın yenilenmesi halinde Müdürlüğümüzce tekrar değerlendirilecektir.

Bilgilerinizi ve ilgiye tebliğini arz ederim.

e-imzalıdır.
Dr.Mete ERKİ
İl Sağlık Müdürü V.

Görevli Elektronik İmza Ağ ile Ayrıldı
20.06.2019
Hüseyin CANBOLAT
Y.H.K.
Hüseyin CANBOLAT
HESKİRE

Aydın İl Sağlık Müdürlüğü Sağlık Olgunlaştırma Birimi
Telefon: 0256 212 50 00/214 Faks No: 0256 212 50 00-214
e-Posta: sauneyra.celb@sa.gov.tr İnternet Adresi: sauneyra.celb@sa.gov.tr
E-senkele elektronik imza adresi: http://e-heskele.sa.gov.tr adresinden 50791c8f-af4d-4169-aa36-603and1a7ffe koda ile orijinaldır.
Bu belge 5870 sayılı elektronik imza kanunu göre görevli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Telefon No: 0 (256) 212 50 00-214

EK-3

ADÜ Evrak Tarih ve Sayısı: 16/01/2020-1646



T.C.
AYDIN VALİLİĞİ
Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü



Sayı :96035153-249-E.33650
Konu :Tez Çalışma İzni

02.12.2019

AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Personel Daire Başkanlığı)

İlgi : 20.11.2019 tarihli ve 19845 sayılı yazınız.

İlgi yazıda; Üniversitemiz Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Halk Sağlığı Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Dr. Yaşam UMUTLU'nun tıpta uzmanlık tezi kapsamında "Aydın'da Endüstriyel Tesislerin Yoğun Bulunduğu ve Bulunmadığı Yerleşim Yerlerinde Hava Kalitesinin Ölçülmesi ve Sağlık Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi" isimli çalışmada bulunmak istediği ve çalışma yapmasının uygun olup olmadığı hususunda tarafımıza bildirilmesi talep edilmektedir.

Bahsi geçen Araştırma Görevlisinin belirtilen çalışması Valiliğimizce (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü) uygun görülmüştür.
Bilgilerinizi rica ederim.

 e-imza ile
Yücel GEMİCİ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Görevli Elektronik İmza ile
Aşağıda imzalandı
02 Aralık 2019


Not: 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak Dağıtım Kodu: EYVYUTPT08-AYDZKAS55 Evrak Takip Adresi: <https://evrak.muh.gov.tr/evrak-co-satir-cikis-bakimlari>
Zeynep Müh. İsmail Sağdıç İl. No:20 990201 E-İletim:AYDİN İlgi İşin Pazar Özetleri İÇCAN
Telefon: 0 256 219 57 70 Faks:0 256 219 57 69 Mühendis
e-posta: aydin@tcmb.gov.tr kep: aydin@resmiidarelik.gov.tr/kep.tr

SOSYO-DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER**Prof. Dr. Filiz ABACIGİL**

1. Yaş
2. Cinsiyet
 - ☐ Kadın
 - ☐ Erkek
3. Medeni durumunuz nedir? (Çocuk sayısı.....)
 - ☐ Evli
 - ☐ Bekar
 - ☐ Dul
 - ☐ Boşanmış
4. Öğrenim durumunuz nedir ?
 - ☐ Okur yazar değil
 - ☐ Okur yazar
 - ☐ İlkokul mezunu
 - ☐ Ortaokul mezunu
 - ☐ Lise mezunu
 - ☐ Yüksekokul/Üniversite mezunu
5. Hanenizin ortalama aylık geliri ne kadar ?TL
6. Bu bölgede ne kadar süredir yaşıyorsunuz ?
 - o 1).....yıl.....ay
 - o 2).....yıl.....ay
 - o 3).....yıl.....ay
7. Sigara içme durumunuz nedir ?
 - ☐ Hiç içmedim
 - ☐ Bıraktım (Günde yaklaşıktane/.....yıl.....ay içtim)
 - ☐ Halen içiyorum (Gündetane/.....yıldır.....aydır içiyorum)
8. Alkol içme durumunuz nedir ?
 - ☐ Hiç içmedim
 - ☐ Bıraktım (.....yıl.....ay içtim)
 - ☐ Halen içiyorum (.....yıldır.....aydır içiyorum)
 - ☐ Sosyal içici (.....yıldır.....aydır içiyorum)
9. Bildiğiniz doğuştan ya da sonradan ortaya çıkan herhangi bir hastalığınız var mı?
 - ☐ Var
 - (Hastalık adı:.....,
 - Süresi:.....)
 - (Hastalık adı:.....,
 - Süresi:.....)
 - (Hastalık adı:.....,
 - Süresi:.....)
 - ☐ Yok
10. Son bir yıl içerisinde sağlık kurumuna başvuruda bulundunuz mu?
 - ☐ Evet, bulundum
 - Birinci basamak.....kez (ASM, TRSM, Verem Savaş Dispanseri, KETEM vb.)
 - İkinci basamak.....kez (Hastanelere)
 - Üçüncü basamak.....kez (Üniversite Hastanelerine)
 - ☐ Hayır, bulunmadım

11. Son 1 yıl içinde hastanede yatarak tedavi oldunuz mu ? Evet ise, nedeni ve ne zaman yattığınızı belirtiniz (1 kezden fazla olabilir)

☐ Evet (.....kez)

	1.	2.	3.
Tarih (yıl önce)			
Hastalık adı			
Süresi			

☐ Hayır

SOLUNUM SİSTEMİ İLE İLGİLİ ŞİKAYET VE BULGULAR Dr. Öğr. Üyesi Şule Taş GÜLEN

12. Öksürüğünüz oluyor mu? (yanıtınız hayır ise 17 soruya geçiniz)
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
13. Öksürüğünüz daha çok günün hangi zamanlarında oluyor?
- ☐ Sabah
- ☐ Öğlen
- ☐ Akşam
- ☐ Gece
- ☐ Tüm gün
- ☐ Gün içinde değişiyor
14. Öksürüğünüz sıklığını nasıl tarif edersiniz ?
- ☐ Her gün
- ☐ Haftada iki üç kez
- ☐ Haftada bir
- ☐ Ayda bir
- ☐ Daha nadir
15. Öksürük, balgam ile birlikte mi oluyor?
- ☐ Evet
- ☐ Hayır
16. Öksürük ile beraber burun akıntısı, burun tıkanıklığı, gözlerde sulanma ve kaşıntı veya allerjik deri döküntüleri oluyor mu?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
17. Sigara dumanı, yemek kokusu, kolonya, toz gibi şeyler sizde öksürük ya da nefes darlığı oluşturur mu?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
18. Gün içinde balgam çıkartıyor musunuz? (yanıtınız hayır ise 22 soruya geçiniz)
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
19. Balgamı daha çok günün hangi zamanlarında çıkartıyorsunuz ?
- ☐ Sabah
- ☐ Öğlen
- ☐ Akşam
- ☐ Gece
- ☐ Tüm gün
- ☐ Gün içinde değişiyor
20. Balgam şikayetiniz ne kadar sıklıkta oluyor?
- ☐ Her gün
- ☐ Haftada iki üç kez
- ☐ Haftada bir
- ☐ Ayda bir
- ☐ Daha nadir

21. Balgamınızın rengini nasıl tarif edersiniz?
- ☐ Sarı-yeşil
 - ☐ Pembe
 - ☐ Beyaz-gri
 - ☐ Kırmızı (Kanlı)
22. Hiç nefes darlığı (tıkanma, hava açlığı, nefes almada zorluk, çabuk yorulma, bacak yorgunluğu) çektiniz mi? (yanıtınız hayır ise 28. soruya geçiniz)
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
 - ☐ Hayır
23. Nefes darlığını daha çok günün hangi zamanlarında çekiyorsunuz?
- ☐ Sabah
 - ☐ Öğlen
 - ☐ Akşam
 - ☐ Gece
 - ☐ Tüm gün
 - ☐ Gün içinde değişiyor
24. Nefes darlığınız ne kadar sıklıkta oluyor?
- ☐ Her gün
 - ☐ Haftada iki üç kez
 - ☐ Haftada bir
 - ☐ Ayda bir
 - ☐ Daha nadir
25. Nefes darlığınız son zamanlarda artış gösterdi mi?
- ☐ Evet (..... yıldır aydır)
 - ☐ Hayır
26. Nefes darlığınız sizi günlük işlerinizi yapmaktan alıkoyuyor mu?
- ☐ Evet
 - ☐ Hayır
27. Nefes darlığı şiddetini nasıl değerlendirirsiniz?
- ☐ Sadece ağır egzersiz sırasında nefesim daralıyor
 - ☐ Sadece düz yolda hızlı yürüdüğümde ya da hafif yokuş çıkarken nefesim daralıyor
 - ☐ Nefes darlığım nedeniyle düz yolda kendi yaşitlarım göre daha yavaş yürümek ya da ara durup dinlenmek zorunda kalıyorum
 - ☐ Düz yolda 100m ya da birkaç dakika yürüdükten sonra nefesim daralıyor ve duruyorum
 - ☐ Nefes darlığım yüzünden evden çıkamıyorum veya giyinip soyunurken nefes darlığım oluyor
28. Sizi uykunuzdan uyandıran nefes darlığı şikayetiniz oluyor mu?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
 - ☐ Hayır
29. Nefes alıp verirken hırıltı, hışırtı, ıslık ya da düdük sesi oluyor mu? (yanıtınız hayır ise dolaşım sistemi bölümüne geçiniz)
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
 - ☐ Hayır
30. Nefes alıp verirken hırıltı, hışırtı, ıslık ya da düdük sesi şikayetini daha çok günün hangi zamanlarında yaşıyorsunuz ?
- ☐ Sabah
 - ☐ Öğlen
 - ☐ Akşam
 - ☐ Gece
 - ☐ Tüm gün
 - ☐ Gün içinde değişiyor

31. Sizi doktora gidecek kadar rahatsız eden kalp hastalığınız oldu mu?
☐ Evet (.....yıl önce)
☐ (Doktor ne teşhis koydu, belirtiniz).....
☐ Hayır
32. Göğsünüzde hiç tıkanma/daralma/sıkıntı hissediyor musunuz? (yanıtınız hayır ise 40. soruya geçiniz)
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
33. Göğsünüzdeki tıkanma/daralma/sıkıntı hissini daha çok günün hangi zamanlarında yaşıyorsunuz ?
☐ Sabah
☐ Öğlen
☐ Akşam
☐ Gece
☐ Tüm gün
☐ Gün içinde değişiyor
34. Göğsünüzdeki tıkanma/daralma/sıkıntı hissi şikayetiniz ne kadar sıklıkta oluyor?
☐ Her gün
☐ Haftada iki üç kez
☐ Haftada bir
☐ Ayda bir
☐ Daha nadir
35. Göğsünüzde on dakikadan kısa süreli, yürürken iş yaparken ortaya çıkan ve dinlenince geçen şiddetli ağrı hissettiğiniz oluyor mu?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
36. Ayaklarınızda, bacaklarınızda, karın alt kısmınızda hiç şişme olur mu?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
37. Olağanın dışında yorgun ve halsiz hisseder misiniz?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır

38. Baş ağrınız oluyor mu ? (yanıtınız hayır ise 42 soruya geçiniz)
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
39. Baş ağrınız daha çok günün hangi zamanlarında oluyor ?
☐ Sabah
☐ Öğlen
☐ Akşam
☐ Gece
☐ Tüm gün
☐ Gün içinde değişiyor
40. Baş ağrınız ne kadar sıklıkta oluyor?
☐ Her gün
☐ Haftada iki üç kez
☐ Haftada bir
☐ Ayda bir
☐ Daha nadir
41. Baş ağrınız ne kadar sürüyor ?
☐ Ayda 15 günden az
☐ Ayda 15 günden fazla

42. Baş dönmeniz (etrafın döndüğü, kendinin döndüğü) oluyor mu ? (yanıtınız hayır ise 44. soruya geçiniz)
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
43. Baş dönmeniz ne kadar sıklıkta oluyor?
- ☐ Her gün
- ☐ Haftada iki üç kez
- ☐ Haftada bir
- ☐ Ayda bir
- ☐ Daha nadir
44. Baygınlık (fenalık hissi, bayılıverecek gibi olma) geçirdiğiniz oluyor mu ? (yanıtınız hayır ise 51. soruya geçiniz)
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
45. Baygınlık geçirmeniz ne kadar sıklıkta oluyor ?
- ☐ Her gün
- ☐ Haftada iki üç kez
- ☐ Haftada bir
- ☐ Ayda bir
- ☐ Daha nadir
46. Aklınızda tutmanız gereken şeyleri tutmada sorun yaşıyor musunuz ?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
47. Çevrenizdeki kişiler unutkan olduğunuzu söyler mi?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
48. Hatırlamak zorunda olduğunuz şeyleri hatırlamak için not almanız gerekir mi?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
49. Kitap okurken ya da gazete okurken yazılanları tam olarak anlayabiliyor musunuz?
- ☐ Evet
- ☐ Hayır (.....yıldır.....aydır)
50. Kıyafetlerini iliklemede ya da açmada sorun yaşıyor musunuz?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
51. Ellerinizde/ayaklarınızda iğnelenme/karıncaalanma/yanma/uyuşma oluyor mu?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
52. Koordine bir hareketin yapılması sırasında titremeniz oluyor mu ?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
53. Dengesiz yürüme, yürüme sırasında sapma şikayetiniz oluyor mu ?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
54. Gözünüzde istemsiz hareket oluyor mu ?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır
55. Uyku ile ilgili sorun (Uykuya dalmada, sürdürmede ya da erken uyanma sorunu) yaşıyor musunuz ?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır

RUH SAĞLIĞI İLE İLGİLİ ŞİKAYET VE BULGULAR

Uzm. Dr. Didem UMUTLU

56. Daha önce keyif alarak yaptığınız aktivitelerden artık keyif almakta zorlandığınız oluyor mu?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
- ☐ Hayır

57. Dinlendikten sonra dahi kendinizi yorgun hissediyor musunuz ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
58. Günlük yapmanız gereken işleri isteksiz hissettiğiniz için yapmakta zorlandığınız olur mu?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
59. İştahınız ile ilgili sorun yaşadınız mı ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
60. Genellikle herhangi bir sebep olmadan da kendinizi değersiz veya işe yaramaz hissediyor musunuz?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
61. Günlük olaylar karşısında aşırı sinirlilik problemi yaşar mısınız?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
62. Dikkatinizi toplamada sorun yaşıyor musunuz?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
63. Hatırlamak zorunda olduğun şeyleri hatırlamak için not alman gerekiyor mu?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
64. Herhangi bir iş yapmadığınız halde/hızlı yürümediğiniz halde çarpıntınız olur mu?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
65. Sık sık vücudunun bazı yerlerinde karıncalanma/uyuşma/hissizlik olur mu?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
66. Genellikle herhangi bir sebep olmadan kendini rahatsız gergin hissediyor musun?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
67. Genellikle herhangi bir sebep olmadan terlemeniz olur mu?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
68. Göğsünde baskı/sıkışma hissediyor musun?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
69. Yaptığın bir şeyi, yapıp yapmadığını tekrar kontrol etmek zorunda kalır mısın?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır

KULAK-BURUN-BOĞAZ İLE İLGİLİ ŞİKÂyet/BULGULAR

Op. Dr. İsa ÖZÇALIMLI

70. Koku alma duyunuzda azalma var mı ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
71. Burun akıntınız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
72. Burun tıkanıklığınız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
73. Burun kaşıntınız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır

74. Burun kanamanız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
75. Genizde akıntınız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
76. Boğaz kuruluşunuz oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
77. Ağzınızda veya boğazınızda yara oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
78. Kulak ağrınız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
79. Kulak çınlamanız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
80. Kulak kaşıntınız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
81. İşitme kaybınız var mı ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
82. Kulak tıkanıklığınız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır

GÖZ İLE İLGİLİ ŞİKAYET VE BULGULAR

Doç. Dr. İhsan YILMAZ

83. Gözünüzde kuruluk hissi oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
84. Gözünüzde kaşıntı oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
85. Gözünüzde kızarıklık oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
86. Gözünüzde yanma oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
87. Gözünüzde sulanma oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
88. Görmenizde yavaş yavaş azalma var mı ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
89. Gece görmenizde bozukluk var mı ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
90. Renklerde soluklaşma veya sararma oluyor mu?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır

91. Bulanık görme şikayetiniz var mı?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
92. Çift görme şikayetiniz var mı ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
93. Işığa hassasiyet (göz kamaşması) oluyor mu?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
94. Gözlük takmanızı gerektiren okuma zorluğunuz oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır

DERİ İLE İLGİLİ ŞİKAYET VE BULGULAR

Uzm. Dr. Özlem ÖZCANOĞLU

95. Derinizde kuruluk oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
96. Derinizde acı/hassasiyet oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
97. Derinizde yanma hissi oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
98. Derinizde kaşınma oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
99. Derinizde pul pul dökülme oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
100. Derinizde kızarıklık oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
101. Derinizde şişkinlik/kabarıklık oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır

SİNDİRİM SİSTEMİ İLE İLGİLİ ŞİKAYET VE BULGULAR

Doç. Dr. Hilal Bektaş UYSAL

102. Bulantınız oluyor mu? (yanıtınız hayır ise 105. soruya geçiniz)
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
103. Bulantınız daha çok günün hangi zamanlarında oluyor ?
☐ Sabah
☐ Öğlen
☐ Akşam
☐ Gece
☐ Tüm gün
☐ Gün içinde değişiyor
104. Bulantınız ne kadar sıklıkta oluyor?
☐ Her gün
☐ Haftada iki üç kez
☐ Haftada bir
☐ Ayda bir
☐ Daha nadir
105. Kusmanız oluyor mu? (yanıtınız hayır ise 108. soruya geçiniz)
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır

106. Kusmanız ne kadar sıklıkta oluyor?
- ☐ Her gün
 - ☐ Haftada iki üç kez
 - ☐ Haftada bir
 - ☐ Ayda bir
 - ☐ Daha nadir
107. Kanlı kusmanız oldu mu?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır.....gündür)
 - ☐ Hayır
108. Karın ağrınız oluyor mu ? (yanıtınız hayır ise 110. soruya geçiniz)
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
 - ☐ Hayır
109. Karın ağrınız ne kadar sıklıkta oluyor?
- ☐ Her gün
 - ☐ Haftada iki üç kez
 - ☐ Haftada bir
 - ☐ Ayda bir
 - ☐ Daha nadir
110. Büyük abdestinizde hiç kan veya renk değişikliği gördünüz mü?
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır.....gündür)
 - ☐ Hayır
111. Büyük abdestinizdeki bu renk değişikliği nasıl?
- ☐ Koyu kırmızı vişne çürüğü renginde
 - ☐ Taze kan renginde kırmızı
 - ☐ Siyah kötü kokulu
 - ☐ Beyaz renkli
112. İshaliniz oluyor mu ? (yanıtınız hayır ise 114. soruya geçiniz)
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
 - ☐ Hayır
113. İshaliniz ne kadar sıklıkta oluyor?
- ☐ Her gün
 - ☐ Haftada iki üç kez
 - ☐ Haftada bir
 - ☐ Ayda bir
 - ☐ Daha nadir
114. Kabızlığınız oluyor mu ? (yanıtınız hayır ise 116. soruya geçiniz)
- ☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
 - ☐ Hayır
115. Kabızlığınız ne kadar sıklıkta oluyor?
- ☐ Her gün
 - ☐ Haftada iki üç kez
 - ☐ Haftada bir
 - ☐ Ayda bir
 - ☐ Daha nadir
116. İştahınızı nasıl tarif edersiniz ?
- ☐ İyi
 - ☐ Normal
 - ☐ Kötü
117. Son 1 yılda kilo kaybınız var mı ? Evet ise ne kadar?
- ☐ Evet (.....ayda.....kilo kaybı olmuş)
 - ☐ Hayır

KAS İSKELET SİSTEMİ İLE İLGİLİ ŞİKAYET VE BULGULAR Uzm. Dr. Şeyma
BÜYÜKKÖMÜRCÜ

118. Kas ağrınız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
119. Eklem ağrınız oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır
- 120.Kas güçsüzlüğünüz oluyor mu ?
☐ Evet (.....yıldır.....aydır)
☐ Hayır

TEŞEKKÜRLER

