

**BAZI HAVA KİRLETİCİLERİN İLKOKUL
ÇOCUKLARINDA SOLUNUM FONKSİYONLARI
VE ASTIM VE ALLERJİK HASTALIKLARLA
İLİŞKİLİ SEMPTOM PREVALANSINA ETKİSİ**

Hicran ALTUĞ
Doktora Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Temmuz – 2013

Bu tez çalışması Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Komisyonu Başkanlığı (Proje No: 080227) ve Hollanda Hükümeti Dışişleri Bakanlığı
MATRA programı (Proje No: 9S0635.0) tarafından desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Hicran ALTUĞ'un “Bazı Hava Kirleticilerin İlkokul Çocuklarında Solunum Fonksiyonları ve Astım ve Allerjik Hastalıklarla İlişkili Semptom Prevalansına Etkisi” başlıklı Çevre Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Doktora tezi 27.06.2013 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Prof. Dr. Tuncay DÖĞEROĞLU	
Üye	: Prof. Dr. Sema BURGAZ	
Üye	: Prof. Dr. Abdurrahman BAYRAM	
Üye	: Prof. Dr. Hasan BAYRAM	
Üye	: Doç. Dr. Eftade E. GAGA	

**Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.**

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

BAZI HAVA KİRLETİCİLERİN İLKOKUL ÇOCUKLARINDA SOLUNUM FONKSİYONLARI VE ASTIM VE ALLERJİK HASTALIKLARLA İLİŞKİLİ SEMPTOM PREVALANSINA ETKİSİ

Hicran ALTUĞ

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tuncay DÖĞEROĞLU
2013, 235 sayfa

Bu tez kapsamında Eskişehir’de hava kirliliği açısından farklı özelliklere sahip üç bölgede (yarı kentsel, kentsel, kentsel-trafik) yaşayan çocuklarda hava kirliliğinin sağlık etkileri araştırılmıştır. Çalışma 16 adet ilköğretim okulunda okuyan 9 ile 13 yaşları arasındaki 1.880 çocuğu kapsamaktadır. Çocuklarda en sık karşılaşılan allerjik hastalıklar olan astım, rinit ve egzamaya ilişkin semptomlar, Uluslararası Çocukluk Çağı Astım ve Allerjik Hastalıklar Çalışması (ISAAC) anketi ile belirlenmiştir. Her çocuğa yaz ve kış dönemlerinde olmak üzere iki defa solunum fonksiyon testleri uygulanmıştır. Solunum fonksiyon testleri ile eş zamanlı olarak okulların bahçelerinde pasif örnekleme yöntemi ile ozon (O₃), azot dioksit (NO₂) ve kükürt dioksit (SO₂) derişimleri ölçülmüştür. Kış döneminde 643 çocukta ekshale NO ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Hava kirliliğinin çocukların solunum sağlığına ve allerjik semptomlara etkileri çok değişkenli istatistiksel analizlerle belirlenmiştir. Ayrıca, Eskişehir halkının hava kirliliğine maruz kalımının değerlendirilmesi için maruz kalım haritaları oluşturulmuştur.

Hava kirliliğinin etkilerinin farklı kirleticiler ve sağlık çıktıları açısından ele alındığı bu çalışmada, en etkili kirletici parametre ozon iken, etkilerin en belirgin olarak saptandığı sağlık çıktılarının da solunum fonksiyonlarında azalma olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları, yaz döneminde artan ozon seviyelerinin özellikle kızlar olmak üzere okul çağındaki çocukların solunum fonksiyonlarında yarı akut azalmalara neden olabileceğini göstermiştir (yaz dönemi O₃ derişimindeki her 10 µg m⁻³’lük artış için kızlarda düşük solunum fonksiyonuna sahip olma [OO = 1,11 (%95 GA 1,03–1,19)]). Yarı kentsel bölgede yaşayan çocuklarda, bölgedeki yüksek ozon seviyeleri ile ilişkili olarak düşük solunum fonksiyonu ve akut solunum yolu rahatsızlıklarının daha yaygın olduğu dikkati çekmiştir. Diğer yandan, hava kirliliğinin astım, rinit ve egzama hastalıklarının son 12 aydaki semptomlarına önemli etkisi saptanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Hava Kirliliği, Çocuklar, Ozon, ISAAC, Solunum Fonksiyonu, Eskişehir

ABSTRACT

PhD Dissertation

EFFECTS OF SEVERAL AIR POLLUTANTS ON LUNG FUNCTION AND PREVALENCE OF SYMPTOMS RELATED WITH ASTHMA AND ALLERGIC DISEASES IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN

Hicran ALTUĞ

**Anadolu University
Graduate School of Sciences
Environmental Engineering Program**

**Supervisor: Prof. Dr. Tuncay DÖĞEROĞLU
2013, 235 pages**

In this thesis, health effects of ambient air pollution were studied in three groups of schoolchildren living in areas (suburban, urban and urban-traffic) with different air pollution levels in Eskişehir. This study involved 1,880 students aged between 9 and 13 years from 16 public primary schools. Symptoms of three most prevalent childhood allergic diseases, namely asthma, rhinitis and eczema were determined by the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) questionnaire. Two lung function tests were performed by each child for summer and winter seasons with simultaneous ambient air measurements of ozone (O₃), nitrogen dioxide (NO₂) and sulfur dioxide (SO₂) by passive sampling. Exhaled NO measurements were also carried out for 643 children only for the winter period. Effects of air pollution on impaired lung function and allergic symptoms in schoolchildren were estimated by multivariate logistic regression analyses. In addition, exposure maps were prepared in order to evaluate air pollution exposure of Eskişehir residents.

This study, in which effects of air pollution were investigated in terms of different health outcomes and pollutants, showed that ozone was the most important pollutant and effects were most observed for decline in lung function. The results of this study showed that increasing ozone concentrations may cause a sub-acute impairment in lung function of school aged children especially for girls (impaired lung function for an increase of 10 µg m⁻³ only for girls for the summer season evaluation [OR = 1.11 (95% CI 1.03–1.19)]). Children living in the suburban area had more prevalent impaired lung function and acute respiratory tract symptoms in relation to high ozone levels in this region. No important association was found between any of the measured air pollutants and symptoms of current wheeze, current rhinoconjunctivitis and current itchy rash.

Keywords: Air Pollution, Children, Ozone, ISAAC, Lung Function, Eskişehir

Babam CELAL INAR’a...

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yöneten, çalışmanın gerçekleşmesinde büyük katkısı olan, bilgi ve deneyimi ile bana her zaman yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Tuncay DÖĞEROĞLU'na,

Hem bilimsel olarak hem de motivasyon anlamında verdiği önemli destek için değerli hocam Doç. Dr. Eftade GAGA'ya,

Tez izleme ve savunma jürimde yer alan, değerli önerileri ile çalışmama katkıda bulunan hocalarım Prof. Dr. Sema BURGAZ'a, Prof. Dr. Abdurrahman BAYRAM'a, Prof. Dr. Hasan BAYRAM'a ve Doç. Dr. Sait SOFUOĞLU'na,

Çalışmamın farklı aşamalarında çeşitli katkıları bulunan sevgili çalışma arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Ozan Devrim YAY'a, Araş. Gör. Özlem ÖZDEN ÜZMEZ'e, Araş. Gör. Akif ARI'ya ve Nesimi AKYOL'a,

Hollanda Hükümeti Dışişleri Bakanlığı MATRA programı tarafından desteklenen 9S0635.01 No'lu proje kapsamında birlikte çalışma fırsatı bulduğum Sn. Wim van DOORN'a, Prof. Dr. Bert BRUNEKREEF'e, Dr. Gerard HOEK'e, Kees MELIEFSTE'ye, Prof. Dr. Sermin ÖRNEKTEKİN'e ve Doç. Dr. Gonca ÇAKMAK DEMİRCİGİL'e,

Solunum fonksiyon testlerinin gerçekleştirilmesinde görev alan Anadolu Üniversitesi ve Mustafa Kemal Üniversitesi öğrencilerine,

İlgi ve desteklerinden dolayı ilkokul yöneticilerine ve personeline, hiçbir karşılık beklemeden araştırmaya katılmayı kabul eden öğrencilere ve ailelerine,

Bu çalışmanın meydana gelebilmesi için gösterdikleri maddi ve manevi destekten, sabır, ilgi ve anlayıştan dolayı en büyük zenginliğim olan sevgili aileme;

Biricik eşim Reha Oğuz ALTUĞ'a ve annem Ayşe ÇINAR'a,

Yaşam pınarım, herşeyim, Dünya tatlısı minik kızım Pınar Elif ALTUĞ'a

Canım kardeşlerim Hakan ÇINAR, Burcu ÇINAR ve Gökhan ÇINAR'a,

Sevgili annem Meftun ALTUĞ ve babam Mehmet Emin ALTUĞ'a

içten teşekkürü borç bilirim.

Hazırladığım çalışmanın konu ile ilgilenenlere yararlı olmasını dileyerek saygılarımı sunarım.

Hicran ALTUĞ

Temmuz 2013

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii

1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
------------------	---

2. GENEL BİLGİLER	3
-------------------	---

2.1. Hava Kirliliği ve Geleneksel Hava Kirleticileri.....	3
2.1.1. Partikül maddeler	8
2.1.2. Azot oksitler	9
2.1.3. Kükürt dioksit	10
2.1.4. Karbon monoksit.....	11
2.1.5. Uçucu organik bileşikler	11
2.1.6. Ozon	12
2.2. Hava Kirleticilerine Maruz Kalım	14
2.3. Hava Kirleticilerine Duyarlılık ve Savunmasızlık	19
2.4. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri	22
2.5. Hava Kirliliği ile İlgili Epidemiyolojik Araştırmalarda Kullanılan Çalışma Düzenleri.....	26
2.6. Allerjik Hastalıklara Genel Bakış	31
2.6.1. Astım.....	32
2.6.2. Allerjik rinit.....	33
2.6.3. Allerjik egzama	34

2.7. Solunum Fonksiyonları	36
2.8. Solunum Yolları İnflamasyonu ve Ekshale NO Ölçümleri	38
3. KONU İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	40
3.1. Hava Kirliliğinin Çocukluk Çağındaki Allerjik Hastalıklar ile İlgili Etkileri.....	40
3.1.1. Çocukluk çağında astım ve hava kirliliği.....	41
3.1.2.Çocukluk çağında allerjik rinit ve hava kirliliği	59
3.1.3.Çocukluk çağında allerjik egzama ve hava kirliliği.....	69
3.2. Hava Kirliliğinin Çocukların Solunum Fonksiyonlarına Etkileri.....	76
3.2.1.Kronik etkiler	76
3.2.2.Akut etkiler	84
3.3. Hava Kirliliğinin Çocuklarda Hava Yolları İnflamasyonu ve Ekshale Azot Monoksit Seviyelerine Etkileri	91
4. MATERYAL ve YÖNTEM	102
4.1. Çalışma Alanı ve İncelenen Popülasyon.....	104
4.2. Hava Kirliliği Ölçümleri ve Maruz Kalım Haritalarının Oluşturulması	109
4.3. Epidemiyolojik Çalışmalar	116
4.3.1. Sağlık anketi çalışması.....	116
4.3.2. Solunum fonksiyon testleri	117
4.3.3. Ekshale azot monoksit ölçümleri	123
4.5. Uygulanan İstatistiksel Yöntemler.....	125
4.5.1. Bağntı analizi	125
4.5.2. Ki-kare testi.....	126
4.5.3. Parametrik ve parametrik olmayan testler.....	126
4.5.4. Lojistik regresyon analizi.....	127
4.5.5. Doğrusal karma model ile çoklu regresyon analizi.....	131

5. BULGULAR ve TARTIŞMA	134
5.1. Hava Kirliliği Ölçümleri ve Maruz Kalım Haritalarının Oluşturulması	134
5.2. Çalışma Popülasyonunun Karakteristiği	143
5.3. Hava Kirliliğinin Çocukluk Çağındaki Allerjik Rahatsızlıklar ile İlgili Etkileri	146
5.3.1. Astım ve benzeri semptomlar	146
5.3.2. Allerjik rinit ve benzeri semptomlar	154
5.3.3. Allerjik egzama ve benzeri semptomlar	159
5.3.4. Allerjik hastalıkların prevalansları ve birlikteliği ile ilgili genel değerlendirme	163
5.4. Hava Kirliliğinin Çocukların Solunum Fonksiyonlarına Etkileri	167
5.5. Hava Kirliliğinin Çocuklarda Hava Yolları İnflamasyonu ve Ekshale Azot Monoksit Seviyelerine Etkileri	177
5.6. Dış Ortan Hava Kirliliği Haricindeki Çevresel Risk Faktörleri ile ilgili Genel Değerlendirme	187
6. SONUÇ	191
KAYNAKLAR	194
EKLER.....	225
Ek-1 Çocuklar için Sağlık Anketi Formu	225

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

2.1. Atmosferik partiküllerin boyut aralıkları ve temel bileşenleri.....	9
2.2. Ozon ve NO _x seviyelerinin farklı özellikteki bölgelerde değişimi.....	13
2.3. Toplum maruz kalımını dağılımının alt popülasyonlar ile ilişkisi ve dağılım karakteristikleri	18
2.4. Hava kirlleticilerine maruz kalım.....	18
2.5. Bireyin duyarlılığına bağlı olarak hava kirliliği ile ilişkili hastalığın şiddeti	19
2.6. Hava kirliliğinin olumsuz sağlık etkilerinin ortaya çıkma süreci	22
2.7. Hava kirliliği ile ilgili sağlık etkileri piramidi	24
2.8. Amaca göre epidemiyolojik çalışma düzenleri	26
2.9. Zamana göre gözlemsel epidemiyolojik çalışma düzenleri	29
2.10. Solunum fonksiyon parametrelerini gösteren spirogram grafikleri	38
2.11. Hava yolları inflamasyonu	39
2.12. İnsan vücudunda ölçülen Azot Monoksit miktarları.....	39
4.1. Tez süresince gerçekleştirilen çalışmaların şematik gösterimi	103
4.2. Eskişehir kentinde 2009 yılı için farklı yaş gruplarının toplam nüfus içindeki payı.....	106
4.3. Çalışma alanı.....	108
4.4. Pasif örnekleme çalışmaları için seçilen ilköğretim okulları ve ölçüm istasyonlarının dağılımı.....	111
4.5. Okullarda gerçekleştirilen pasif örnekleme çalışmaları.....	111
4.6. Eskişehir kentsel alanı için nüfus yoğunluğu haritası	115
4.7. Solunum fonksiyon testleri ve antropometrik ölçümler.....	119
4.8. Solunum fonksiyon testinin uygulanması ve kullanılan düzenek.....	121
4.9. Ekshale NO ölçümünün uygulanması ve kullanılan analiz cihazı	124
5.1. Yaz (a) ve kış (b) dönemlerinde O ₃ kirlilik dağılımı	136
5.2. Yaz (a) ve kış (b) dönemlerinde NO ₂ kirlilik dağılımı	137
5.3. Yaz (a) ve kış (b) dönemlerinde SO ₂ kirlilik dağılımı	138
5.4. Sınıflandırılmış NO ₂ ve SO ₂ derişimlerinin çalışma alanındaki coğrafi dağılımı ve her hava kirliliği sınıfında için maruz kalan kişi sayıları	142
5.5. Son 12 ayda allerjik hastalıkların birlikteliği	166

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

2.1. En sık karşılaşılan hava kirleticileri için uygulanan açık ortam hava kalitesi standartları.....	5
2.2. Kentsel ölçüm verilerine göre Dünya'nın farklı bölgelerinde yaygın hava kirleticileri için belirlenen derişim aralıkları	7
2.3. Hava kirleticilerine maruz kalımın değerlendirmesinde farklı yaklaşımlar..	16
2.4. Hava kirleticilerine karşı savunmasızlığa neden olan bileşenler, risk altındaki gruplar ve özellikleri	20
2. 5. Çocukların hava kirleticilerine karşı savunmasızlığını belirleyen faktörler .	21
2.6. Hava kirliliğinin sağlık etkileri	23
3.1. Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar	46
3.2. Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili akut etkilerinin incelendiği çalışmalar	55
3.3. Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik rinit ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar	64
3.4. Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik egzama ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar	72
3.5. Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar	80
3.6. Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına akut etkilerinin incelendiği çalışmalar	87
3.7. Hava kirliliğinin çocuklarda hava yolları inflamasyonu ve eNO seviyelerine etkilerinin incelendiği çalışmalar	96
4. 1. Solunum fonksiyon ölçüm cihazının özellikleri	123
4. 2. Ekshale NO ölçüm cihazının özellikleri	125
5. 1. Bölgelere göre haftalık ortalama kirletici derişimleri	135
5.2. Hava kirliliği ölçümleri için bağıntı matrisi.....	140
5.3. Yaz ve kış dönemi günlük ortalama PM derişimleri.....	141
5.4. Çalışmaya dâhil edilen çocukların genel özellikleri	145

5.5. Bölgelere göre astım ve benzeri semptomlar	146
5.6. Türkiye’de önceki çalışmalarda belirlenen çocukluk çağı astım ve benzeri . semptomların prevalansları	147
5.7. Hava kirleticilerinin astım ve benzeri semptomlara etkileri	149
5.8. Astım semptomlarından en az birinin varlığı için iki kirleticili çok değişkenli lojistik regresyon analizi.....	150
5.9. Astım ve benzeri semptomlar için çok değişkenli lojistik regresyon modelleri	152
5.10. Bölgelere göre allerjik rinit ve benzeri semptomlar.....	155
5.11. Türkiye’de önceki çalışmalarda belirlenen çocukluk çağı allerjik rinit ve benzeri semptomların prevalansları	156
5.12. Hava kirleticilerinin allerjik rinit ve benzeri semptomlara etkileri ^a	157
5.13. Allerjik rinit ve benzeri semptomlar için çok değişkenli lojistik regresyon modelleri	158
5.14. Bölgelere göre egzama ve benzeri semptomlar	160
5.15. Türkiye’de önceki çalışmalarda belirlenen çocukluk çağı allerjik egzam ve benzeri semptomların prevalansları	160
5.16. Hava kirleticilerinin allerjik egzama ve benzeri semptomlara etkileri	161
5.17. Allerjik egzama ve benzeri semptomlar için çok değişkenli lojistik regresyon modelleri	162
5.18. Bölgelere göre ölçülen solunum fonksiyon parametreleri	167
5.19. Solunum fonksiyon parametrelerinin zamansal değişimi	168
5.20. Bölgelere göre gözlenen solunum fonksiyon değerlerinin beklenen değerlere oranı	169
5.21. Bölgelere göre düşük solunum fonksiyonuna sahip çocukların sayıları ve oranı	171
5.22. Düşük solunum fonksiyonu için çok değişkenli lojistik regresyon modelleri	172
5.23. Hava kirleticilerinin düşük solunum fonksiyonuna etkileri	173
5.24. Yalnız kızlar için yaz döneminde hava kirleticilerinin düşük solunum fonksiyonuna etkisinin iki kirleticili çok değişkenli lojistik regresyon ile analiz	176

5.25. Ekshale NO ölçümü yapılan çocukların özellikleri	178
5.26. Önceki çalışmalarda ölçülen ekshale NO değerleri	180
5.27. Farklı özelliklere göre ölçülen ekshale NO değerleri	181
5.28. Akut solunum yolu rahatsızlıklarının ekshale NO seviyelerine etkileri	183
5.29. Kış döneminde ölçülen hava kirleticilerinin akut solunum yolu rahatsızlıklarına etkileri	184
5.30. Kış döneminde ölçülen hava kirleticilerinin ekshale NO seviyelerine etkileri.....	186

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler:

$\mu\text{g m}^{-3}$	: Mikrogram/metreküp
CH_4	: Metan
C_6H_6	: Benzen
C_mH_n	: Hidrokarbonlar
CO	: Karbon monoksit
FEF_{25-75}	: FVC'nin %25'i ile %75'i arasındaki zorlu ekspiratuar akım
FEV_1	: 1. saniyedeki zorlu ekspirasyon hacmi
H_2S	: Hidrojen sülfür
NH_3	: Amonyak
NO	: Azot monoksit
NO_2	: Azot dioksit
NO_3^-	: Nitrat
NO_x	: Azot oksitleri
O_3	: Ozon
Pb	: Kurşun
PM_1	: Aerodinamik çapı $\leq 1 \mu\text{m}$ olan partiküler maddeler
$\text{PM}_{2,5}$	: Aerodinamik çapı $\leq 2,5 \mu\text{m}$ olan partiküler maddeler
PM_{10}	: Aerodinamik çapı $\leq 10 \mu\text{m}$ olan partiküler maddeler
SO_2	: Kükürt dioksit
SO_3^{-2}	: Sülfür
SO_4^{-2}	: Sülfat
SO_x	: Kükürt oksitleri

Kısaltmalar:

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ATS	: Amerikan Toraks Derneği (American Thoracic Society)
BHR	: Bronşial hiperreaktivite (Bronchial HyperReactivity)
BS	: Siyah duman parçacıkları (Black Smoke)

CAA	: Amerikan Temiz Hava Kanunu (Clean Air Act)
CBS	: Coğrafi bilgi sistemleri
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü (WHO: World Health Organization)
eNO	: Ekshale Azot Monoksit (Exhaled Nitric Oxide)
EC	: Elementel karbon (Elementel Carbon)
EOSB	: Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi
EPA	: Amerikan Çevre Koruma Örgütü (Environmental Protection Agency)
FER	: Zorlu Ekspirasyon Oranı (Forced Expiratory Ratio)
FVC	: Zorlu vital kapasite (Forced Vital Capacity)
GA	: İstatistiksel güven aralığı (CI: Confidence Interval)
GEE	: Genelleştirilmiş tahmin denklemleri (Generalized Estimating Equations)
GLM	: Genelleştirilmiş doğrusal model (Generalized Linear Models)
ISAAC	: Uluslararası Çocukluk Çağı Astım ve Allerjik Hastalıklar Çalışması (International Study of Asthma and Allergies in Childhood)
IgE	: İmmünglobulin E
HKDYY	: Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği
KOAH	: Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı
KVS	: Kısa vadeli sınır değeri
LMM	: Doğrusal karma model (Linear Mixed Model)
NAAQS	: Amerika Ulusal Açık Ortam Hava Kalitesi Standartları (National Ambient Air Quality Standards)
NAS	: Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi (National Academy of Sciences)
NIOX	: Azot monoksit izleme sistemi (Nitric Oxide Monitoring System)
OC	: Organik karbon (Organic Carbon)
OO	: Odds oranı (OR: Odds Ratio)
ppb	: Milyarda bir parça (Parts Per Billion)
ppm	: Milyonda bir parça (Parts Per Million)
PARFAIT	: Prevalence and Risk Factors of Allergies in Turkey
PEF	: Maksimum ekspiratuar akım (Peak Expiratory Flow)
RK	: Rinokonjunktivit
RUPIOH	: Relationship between Ultrafine and fine Particulate matter in Indoor and Outdoor air and respiratory Health

SES	: Solunum-ekonomik seviye (Socio-economic Status)
SFT	: Solunum Fonksiyon Testi
SS	: Standart Sapma
TSP	: Toplam asılı partiküller (Total Suspended Particles)
UOB	: Uçucu Organik Bileşikler (VOC: Volatile Organic Compounds)
UVS	: Uzun vadeli sınır değeri
ÜSYE	: Üst solunum yolu enfeksiyonu

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Dış ortam havasında ve kapalı ortamlarda solunabilir partiküller (PM_{10} , $PM_{2.5}$, PM_1 vb.), ozon (O_3), azot oksitleri (NO_x), karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO_x), uçucu organik bileşikler (UOB'ler), metaller ve pestisitler gibi pek çok farklı kirletici bileşenler bulunmaktadır. Bu kirleticilerin büyük bir kısmının trafik, ısınma ve sanayi gibi çeşitli insan aktiviteleri ile ortaya çıktığı bilinmektedir. Hava kirleticileri soluma, sindirim ve cilt ile temas neticesinde insan vücudu ile etkileşime girmekte ve etkileşimin niteliğine bağlı olarak akut ya da kronik sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Özellikle de yoğun kirletici emisyonları ve zayıf dispersiyon koşulları nedeniyle kirletici seviyelerinin genelde yüksek olduğu kentsel yerleşimlerde bu etkiler çok daha fazladır.

Son 30 yılda dış ortam hava kirleticilerinin olumsuz sağlık etkilerinin ele alındığı birçok araştırma yayınlanmıştır. Bu çalışmaların önemli kısmı solunum yolu rahatsızlıkları üzerine ve hassas grup olmaları nedeniyle çocuklar üzerine odaklanmıştır. Mevcut çalışmaların genellikle Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Kanada, Avrupa ülkeleri ve diğer gelişmiş ülkelerde gerçekleştirildiği görülmektedir (Boezen ve ark. 1999; Dockery ve ark. 1996; Raizenne ve ark. 1996; Spengler ve ark. 1996). Hava kirliliğinin insan sağlığına etkileri ülkemizde yeni ve artan ilgiye sahip bir araştırma konusudur. Konu ile ilgili az sayıda çalışma (Keleş ve ark. 1999; Burgaz ve ark. 2002; Tecer ve ark. 2008; Gül ve ark. 2011) bulunması nedeni ile Türkiye’de yaşanan hava kirliliğinin yol açtığı sağlık sorunlarının boyutu henüz net olarak bilinmemektedir.

Bu tez çalışmasında, ülkemizde oldukça sınırlı sayıda olan hava kirliliğinin olumsuz sağlık etkileri ile ilgili çalışmaların Eskişehir’de yürütülmesi ve Türkiye koşullarında hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin açıklanmasına katkıda bulunulması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, Eskişehir’de yaşayan çocukların hava kirliliğinden etkilenme düzeylerini belirlemek üzere kesitsel bir epidemiyolojik çalışma tasarlanmıştır. Çalışma alanı hava kirliliği açısından farklı özelliklere sahip üç bölgeye (yarı kentsel, kentsel, kentsel-trafik) ayrılmış ve bu bölgelerde yaşayan çocukların sağlık durumları seçilen bazı parametreler açısından karşılaştırılmıştır. Çalışma 16 adet ilköğretim

okulunda okuyan 9 ile 13 yaşları arasındaki 1.880 çocuğu kapsamaktadır. Çocuklarda en sık karşılaşılan allerjik hastalıklar olan astım, rinit ve egzamaya ilişkin semptomların prevalansları Eskişehir’de ilk defa uygulanan Uluslararası Çocukluk Çağı Astım ve Allerjik Hastalıklar Çalışması (ISAAC) anketi ile belirlenmiştir. Ayrıca, her çocuğa yaz ve kış dönemlerinde olmak üzere iki defa solunum fonksiyon testleri uygulanmıştır. Bu çalışmalarda ek olarak, kış döneminde 643 çocuktan oluşan bir alt grup üzerinde ekshale NO ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada hava kirliliğinin etkileri ozon (O₃), azot dioksit (NO₂) ve kükürt dioksit (SO₂) kirleticileri açısından ele alınmıştır. Bu çalışmanın spesifik amaçları Eskişehir’de hava kirliliği düzeyinin farklı olduğu üç bölgede yaşayan çocuklarda hava kirliliğinin

- (i) astım ve semptomlarının prevalanslarına,
- (ii) allerjik rinit ve semptomlarının prevalanslarına,
- (iii) allerjik egzama ve semptomlarının prevalanslarına,
- (iv) çocukların solunum fonksiyonlarına ve

(v) çocuklarda hava yolları inflamasyonu ve ekshale NO seviyelerine etkilerinin tespit edilmesi olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirilen çok değişkenli analizlerle hava kirliliğinin yanı sıra sigara dumanına maruz kalım, evde küf bulunması, evcil hayvan sahipliği ve sosyoekonomik durum gibi diğer bazı risk faktörlerinin incelenen sağlık çıktılarına etkileri de incelenmiştir. Gerçekleştirilen epidemiyolojik çalışmanın tamamlayıcısı olması amacı ile Eskişehir halkının hava kirliliğine maruz kalımını değerlendirmek üzere coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak maruz kalım haritalarının oluşturulması çalışması da gerçekleştirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Hava Kirliliği ve Geleneksel Hava Kirleticileri

Dünyamızı saran atmosfer tabakasında bulunan havanın bileşimi, bilinen diğer gezegenlerin tersine, gezegenimizde canlı yaşamının varlığını mümkün kılmaktadır. Soluduğumuz havanın kalitesi ise, yaşam kalitemizi ve sağlığımızı etkilemektedir. Hava kirlenmesi, genel tanımıyla “herhangi bir maddenin çevre (insanlar, hayvanlar, bitki örtüsü ve yapı materyalleri vb.) için arzu edilmeyen bir etki oluşturacak derişimde atmosferde bulunması” olarak kabul edilmektedir. Hava kirliliğini meydana getiren kirleticiler ise, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY)’nde (2008) “insan kaynaklı faaliyetler sonucunda doğrudan veya dolaylı olarak dış ortam havasına verilen ve çevre ve/veya insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri olabilecek herhangi bir madde” olarak tanımlamaktadır. Daha genel bir söylemle, hava kirleticilerini, ister insan kaynaklı ister doğal kaynaklı olsun atmosfere karıştığında havanın doğal bileşimini değiştiren, is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki kimyasal maddeler olarak ifade etmek mümkündür. Hava kirleticileri oluştukları ortama (kirleticisi kaynaktan veya atmosferde), kaynaklarına ve kimyasal yapılarına göre çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler.

Kirleticisi maddelerin bazıları doğrudan doğruya kirleticisi kaynaktan atıldıkları şekilde havada bulunurlar. Bunlar *birincil kirleticiler* olarak isimlendirilir. Diğer bir kısım kirleticiler ise, havaya karışan bu birincil maddelerin, atmosferde mevcut diğer bazı kirleticilerle reaksiyona girmesiyle oluşan *ikincil kirleticilerdir*. Örneğin, bacalardan atılan kükürt dioksit (SO_2) ya da bataklıklardan yükselen hidrojen sülfür (H_2S) gazı birincil; sülfid (SO_3^{-2}) ve sülfat (SO_4^{-2}) partikülleri ile sülfürik asit sisi ise ikincil kirleticilerdir. Kentsel bölgelerde karşılaşılan en önemli ikincil hava kirleticisi bileşen, güneş ışığının varlığında azot oksitler ile uçucu organik bileşikler arasındaki atmosferik tepkimeler sonucu oluşan ozondur.

Kaynaklarına göre incelendiğinde, hava kirleticilerinin doğal olaylar veya insan faaliyetleri neticesinde oluştuğu görülür. Örneğin, çiçek tozu zerreleri,

mantar sporları, tuz spreyleri, orman yangını dumanları, volkanik olaylarda ortaya çıkan çok küçük tanecik boyutuna sahip partiküller, kükürt ihtiva eden aminoasitlerin bakteri faaliyetleri ile ayrışması sonucu meydana gelen H_2S , NO_x ve metan (CH_4) gibi gazlar *doğal kaynaklardan* meydana gelen kirleticilerdir. Coğunlukla fosil kökenli yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan PM , SO_2 , CO , NO_x , kurşun (Pb) ve hidrokarbonlar (C_mH_n) ise *yapay (antropojenik) kaynaklardan oluşan* kirleticilere örnek verilebilir. Doğal kaynakların dünya çapında genellikle eşit olarak dağılmasına rağmen, yapay kaynaklar nüfusun yoğun olduğu alanlarda yoğunlaşmaktadır. Kimyasal yapılarına bakıldığında da, hava kirletici gazların, anorganik (NO_x , CO , SO_2 ve florür, klorür, amonyak vb.) veya organik (hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, benzen vb.) yapıda olabildikleri görülür (Karpuzcu 1994; Wark ve ark. 1998; Müezzinoğlu 2000).

Amerikan Çevre Koruma Örgütü (EPA), Temiz Hava Kanunu (CAA) kapsamında Ulusal Açık Ortam Hava Kalitesi Standartlarının (NAAQS) oluşturulması için en yaygın hava kirleticilerini belirlemiştir. EPA'nın 1990 yılında hava kirliliğinin teşhisi için belirteç olarak tayin ettiği bu “kritik hava kirleticileri” O_3 , CO , NO_x , SO_2 , Pb ve partikül maddelerdir. Bu 6 kirleticiye ek olarak, EPA, “kritik hava kirleticileri” için oluşturduğu düzenlemelerinde, ozon oluşumunda önemli rol oynamaları nedeni ile UOB emisyonlarına da yer vermektedir (Anonim 2013a). Ülkemizde ise, hava kalitesi yönetimine ilişkin usul ve esaslar Avrupa Birliği (AB) çevre mevzuatıyla tam uyumlu olan ve 2008 yılında yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği ile belirlenmiştir. Bu Yönetmelik ile temel olarak 13 kirleticiye dair, insan sağlığı ve çevrenin korunabilmesi için sağlanması gerekli olan sınır değerler belirlenmiştir. Nihai olarak AB ülkelerindeki hava kalitesi değerlerine ulaşılması hedeflenen bu yönetmelikte; 2014 yılına kadar mevcut hava kalitesi sınır değerlerinin kademeli olarak azaltılması; 2014 yılından itibaren de tedbir alma yükümlülükleriyle beraber yine kademeli olarak ana hedefin yakalanması öngörülmektedir. Çizelge 2.1’de kentsel bölgelerde en sık karşılaşılan kirleticiler için Türkiye’de, Avrupa Birliği’nde (AB), ABD’nde uygulanan ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından önerilen hava kalitesi standartları verilmiştir.

Çizelge 2.1. En sık karşılaşılan hava kirleticileri için uygulanan açık ortam hava kalitesi standartları (DSÖ 2006,HKDYY 2008, Anonim 2013a, Anonim 2013b)

Kirletici	Ortalama süre	AB	Türkiye (HKDYY) ⁽¹⁾				ABD (NAAQS) ⁽³⁾	DSÖ
		Standart ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Aşma sayısı	2008 ve öncesi standart ($\mu\text{g m}^{-3}$)	2013 standart ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Türkiye için AB standartlarının geçerli olacağı tarih	Standart	Standart ($\mu\text{g m}^{-3}$)
PM ₁₀	24 saat	50	35 kez/yıl	300 (KVS)	100	1 Ocak 2019	150 $\mu\text{g m}^{-3}$	50
	Kış dönemi	-	-	200	90	1 Ocak 2019	-	-
	Yıllık	40	-	150 (UVS)	60	1 Ocak 2019	-	20
PM _{2,5}	24 saat	-	-	-	-	-	35 $\mu\text{g m}^{-3}$	25
	Yıllık	25	-	-	-	-	12 $\mu\text{g m}^{-3}$ (insan sağlığı)	10
							15 $\mu\text{g m}^{-3}$ (ekosistem)	-
NO ₂	1 saat	200	18 kez/yıl	-	-	1 Ocak 2024	0,1 ppm (188 $\mu\text{g.m}^{-3}$)	-
	24 saat	-	-	300 (KVS)	300	1 Ocak 2024	-	-
	Yıllık	40	-	100 (UVS)	60	1 Ocak 2024	0,053 ppm (100 $\mu\text{g.m}^{-3}$)	40
SO ₂	1 saat	350	24 kez/yıl	900	900	1 Ocak 2019	0,075 ppm (196 $\mu\text{g.m}^{-3}$)	-
	3 saat	-	-	-	-	-	0,50 ppm (1.300 $\mu\text{g.m}^{-3}$)	-
	24 saat	125	3 kez/yıl	400 (KVS)	250	1 Ocak 2019	0, 14 ppm (365 $\mu\text{g.m}^{-3}$)	20
	Kış dönemi	20	-	250	125	1 Ocak 2019	-	-
		(ekosistem)						
	Yıllık	20	-	150 (insan sağlığı)(UVS)	150	1 Ocak 2019	0,03 ppm (80 $\mu\text{g.m}^{-3}$)	-
		(ekosistem)		60 (ekosistem)(UVS)	20	1 Ocak 2014		

Çizelge 2.1. (Devam) En sık karşılaşılan hava kirleticileri için uygulanan açık ortam hava kalitesi standartları (DSÖ 2006,HKDYY 2008, Anonim 2013a, Anonim 2013b)

Kirletici	Ortalama süre	AB		Türkiye (HKDYY) ⁽¹⁾			ABD (NAAQS) ⁽³⁾	DSÖ
		Standart ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Aşma sayısı	2008 ve öncesi standart ($\mu\text{g m}^{-3}$)	2013 standart ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Türkiye için AB standartlarının geçerli olacağı tarih	Standart	Standart ($\mu\text{g m}^{-3}$)
CO	1 saat	-	-	-	-	-	35 ppm(40.000 $\mu\text{g m}^{-3}$)	-
	8 saat	10.000	-	-	-	1 Ocak 2017	9 ppm (10.000 $\mu\text{g m}^{-3}$)	10.000
	24 saat	-	-	30.000	10.000	1 Ocak 2017	-	-
	Yıllık	-	-	10.000	10.000	1 Ocak 2017	-	-
O ₃	1 saat	180 (bilgi eşiği)	-	-	-	-	0,12 ppm (235 $\mu\text{g m}^{-3}$)	-
		240 (uyarı eşiği)	-	-	-	-	-	-
	8 saat	120(hedef değer)	25 gün/yıl	120 (2022 için hedef değer)		1 Ocak 2022	0,075 ppm (147 $\mu\text{g m}^{-3}$)	100

1) Uzun Vadeli Sınır Değerleri (UVS), aşılmaması gereken, bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değerlerdir. Kısa Vadeli Sınır Değerleri (KVS) ise, maksimum günlük ortalama değerler veya istatistik olarak bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde, ölçüm sonuçlarının %95'ini aşmaması gereken değerlerdir. UVS ve KVS değerler için öngörülen süreler genellikle 1 yıllık periyodları kapsar. **(2)** KVS sütunundaki parantez içindeki rakamlar referans maksimum saatlik sınır değerlerdir. **(3)** ABD standartları için parantez içinde verilen değerler ise yaklaşık eşdeğer derişim değerlerini göstermektedir.

PM, SO_x ve CO gibi bazı geleneksel hava kirleticilerin seviyelerinin gelişmiş ülkelerde uygulanan emisyon kontrollerine bağlı olarak önemli azalma gösterdiği bilinmektedir. Buna rağmen, özellikle gelişmekte olan ülkelerde bulunan Pekin, Şangay, Bombay, Karaçi, Kahire, Sao Paulo, Mexico City vb. yüksek nüfuslu şehirlerde halen ciddi hava kalitesi problemleri yaşanmaktadır. Dünya genelinde değerlendirildiğinde, hava kirliliği probleminin gelişmiş ülkelerde dahi henüz tam olarak çözülmemiştir görülmektedir. Çizelge 2.2’de farklı ülkelere seçilen bazı şehirlerde yapılan ölçümlere dayalı olarak Dünya’nın farklı bölgelerinde en yaygın dört hava kirleticinin tipik derişim aralıkları verilmektedir. Partikül maddeler ve SO₂ gibi klasik kirleticilerin en yüksek derişimleri Afrika, Asya ve Latin Amerika ülkelerinde ölçülürken; gelişmiş ülkelerde bu kirleticilerin seviyelerinin önemli oranda azaldığı dikkati çekmektedir. Ozon gibi ikincil kirleticiler ve NO₂’nin seviyelerinde Dünya genelinde bir azalma gözlenmemektedir. Aksine, ozonun troposferdeki arka plan seviyelerinin artmakta olduğu bilinmektedir. Bu kirleticilerin en yüksek derişimleri Latin Amerika ve bazı gelişmiş ülkelerdeki kentsel bölgelerde görülmektedir. Kuzey Amerika ve Avrupa’da da ozon seviyeleri giderek artmakta; Latin Amerika, Afrika, Avustralya gibi bölgelerde son yıllarda sınır değerlerin üzerinde seviyelerin rapor edildiği bilinmektedir (DSÖ 2006).

Çizelge 2.2. Kentsel ölçüm verilerine göre Dünya’nın farklı bölgelerinde yaygın hava kirleticileri için belirlenen derişim aralıkları (DSÖ 2006)

Bölge	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	O ₃
	Yıllık ortalama derişim (µg.m ⁻³)			(1-saatlik maksimum derişim) (µg.m ⁻³)
Afrika	40-150	35-65	10-100	120-300
Asya	35-220	20-75	6-65	100-250
Avustralya/Yeni Zelanda	28-127	11-28	3-17	120-310
ABD/Kanada	20-60	35-70	9-35	150-380
Avrupa	20-70	18-57	8-36	150-350
Latin Amerika	30-129	30-82	40-70	200-600

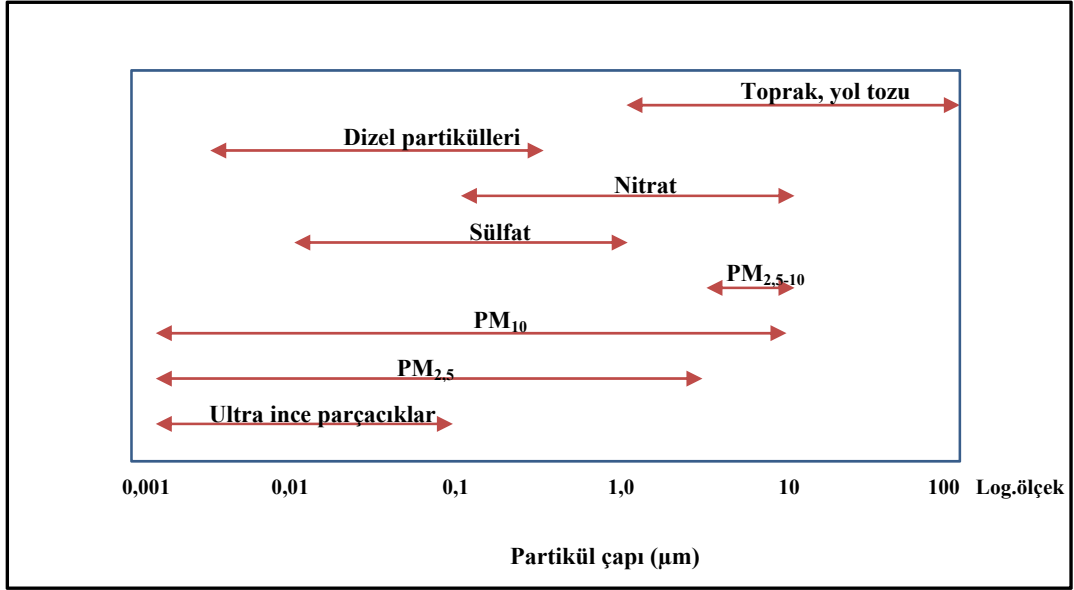
Kent atmosferinde en sık karşılaşılan hava kirleticileri olması nedeniyle, aşağıdaki bölümlerde kısaca PM, NO_x, SO₂, CO, UOB ve O₃ kirleticilerinin genel özelliklerinden ve önemli kaynaklarından bahsedilmiştir.

2.1.1. Partikül maddeler

Ortalama gaz molekül büyüklüğünden (0,0002-0,0003 µm) iri olan ve havada bir süre askıda kalabilen katı (toz, kül, kurşun vb.) ya da sıvı (sis, duman, yağ, asitler vb.) maddeler partikül sınıfına girer. Partikül maddelerin (PM) boyutları genellikle 0,002 ile 100 µm arasında değişir. Parçacık çapı 2,5 µm'den küçük ya da eşit olan parçacıklar ince partiküller (PM_{2,5}) ve çapı 2,5-10 µm arası olanlar ise kaba partiküller olarak bilinirler. PM₁₀ terimi parçacık çapı 10 µm'den küçük veya eşit olan tüm partikülleri ifade ederken, tanımda belirtildiği gibi 0,002 ile 100 µm arasındaki parçacıklar da toplam asılı partiküller (TSP) olarak adlandırılmaktadır.

Partikül maddeler bileşimlerinde yanmamış karbon parçacıkları, metal oksitleri, kül parçacıkları, yüksek molekül ağırlıklı yoğunlaşmış hidrokarbonlar, çeşitli inorganik iyonlar (SO₄⁻² ve NO₃⁻ asitleri, Cl⁻, Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ vb.) ve toprak ya da su yüzeylerinde buharlaşarak parçacıklar üzerine adsorbsiyon/absorbsiyon gibi çeşitli kuvvetlerle tutunmuş kimyasallar (PAH'lar, PCB'ler, pestisitler vb.) içerirler (Bkz. Şekil 2.1). Partiküllerin kimyasal ve fiziksel bileşimleri zamansal ve bölgesel olarak farklılık göstermektedir.

Partikül maddeler kaynağından direkt olarak atılabildiği gibi, atmosferdeki birtakım kimyasal reaksiyonlar sonucunda da oluşabilmektedir. Doğal partikül madde kaynakları; deniz aerosoller, rüzgar tarafından oluşturulan mineral tozlar, biyogenik aerosoller (sporlar, polenler, bitkisel parçalar vb.), volkanlar, çöller ve yangınlar olarak sıralanabilir. Yapay kaynaklar ise, ulaşım araçları, elektrik santralleri, yakma tesisleri (kömür yakma, katı atık yakma, evsel ocaklar, odun sobaları vb.), malzeme işleme, ezme ve öğütme işlemleri, endüstriyel prosesler (metal ve çimento endüstrisi vb.), tarımsal atıkların yakılması ve NH₃, SO₂, NO_x ve UOB gibi gazların havadaki diğer bileşenlerle etkileşimi olarak sıralanabilir (Karpuzcu 1994; Wark ve ark. 1998; Müezzionoğlu 2000).



Şekil 2.1. Atmosferik partiküllerin boyut aralıkları ve temel bileşenleri (DSÖ 2006)

Partiküllerin büyüklüğü, kirleticilerin kaynaklarının belirlenmesi, sağlık etkilerinin, iklim üzerindeki etkilerinin, atmosferdeki kalış sürelerinin ve atmosferden süpürme mekanizmalarının anlaşılması yönünden çok önemlidir. Kaba partiküller daha çok rüzgârla savrulan tozlar, asfaltsız yollardaki ulaşım ve malzeme işleme, ezme ve öğütmeden kaynaklanırken, ince partiküllerin çoğunluğu yanma kaynaklı ya da ikincil partiküllerdir. Kaba partiküllerin havada kalma süreleri dakikalar ya da saatler mertebesinde ve taşınım mesafesi de <1 km ile 10 km arasında değişir. İnce partiküller ise hem köken hem de kimya açısından kaba partiküllerden farklıdır. İnce partiküllerin havada kalma süreleri günler ya da haftalar mertebesinde ve taşınım mesafesi de 100 km ile >1.000 km arasında değişir. Çapı 10 µm'nin üzerindeki partiküller toplam emisyonlar içinde önemli bir yer tutmalarına rağmen, hızlı bir şekilde çökerek havadan uzaklaştıkları ve burundan kolayca geçemedikleri için insan sağlığına doğrudan etkileri göreceli olarak önemsizdir (DSÖ 2006).

2.1.2. Azot oksitler

Azot gazı atmosferde en fazla bulunan gazdır. Azot atomları oksijen atomları ile birleşerek azot oksitleri (NO_x) oluştururlar. Bunlardan azot monoksit

(NO) ve azot dioksit (NO₂) derişimleri atmosferde fark edilebilir büyüklükte bulunur. Bu gazlardan en zararlı olanı NO₂'dir ve NO daha çok NO₂'nin oluşumunda rol oynadığı için önem taşır. Yanma kaynaklı NO_x emisyonlarının büyük bir kısmı (yaklaşık %95'i) NO, geri kalanı da NO₂ olarak atmosfere verilir. Atmosferde NO hızla NO₂'ye dönüştüğünden azot oksit emisyonları NO₂ cinsinden hesaplanır. Her iki gaz da doğal azot çevriminin birer parçasıdır. Azot oksitlerin havada kalma süreleri saatler mertebesinde

Doğal NO_x kaynakları şimşek ile topraktaki biyolojik ve biyolojik olmayan proseslerdir. Azot oksitlerin önemli yapay kaynakları ise, elektrik üretimi, yüksek sıcaklıkta meydana gelen endüstriyel yakma işlemleri, ulaşım ve evsel ısınmadır. İç ortam kaynakları olarak da sigara kullanımı ile elektrikli veya gaz yakıtların kullanıldığı ısınma ya da yemek pişirme için kullanılan ekipmanlar ön plana çıkmaktadır. Kentsel bölgelerde NO_x emisyonlarının oluşumunda ulaşım en önemli kaynak olarak görülmektedir. Fosil yakıtların yakılması sırasında azot oksitleri iki şekilde oluşmaktadır; biri yüksek sıcaklıkta yanma havası içindeki moleküler azotun oksidasyonu ki buna "Termal NO_x" oluşumu adı verilmektedir, diğeri de yakıt bünyesindeki azotlu bileşiklerin oksidasyonudur ve buna da "Yakıt NO_x'i" adı verilmektedir. Termal NO_x oluşumunda yüksek sıcaklık NO oluşumunu teşvik etmektedir. Yakıt azotundan kaynaklanan NO_x oluşumu ise yakıt/hava oranından önemli ölçüde etkilenmektedir. Azot oksitler asit yağışlarına katkılarının yanı sıra ikincil formdaki inorganik partiküllerin ve fotokimyasal sisin oluşumunda da başlıca etkenlerden sayılırlar (Karpuzcu 1994; Wark ve ark. 1998; Müezzinoğlu 2000).

2.1.3. Kükürt dioksit

Hava kirleticileri arasında en çok bilinen birincil kirleticilerin başında gelen kükürt oksitler (SO_x), SO₂ ve SO₃'ten oluşur, ancak çoğunluğu SO₂ olarak havaya atılır. Kükürt oksitler çoğunlukla durağan kaynaklarda fosil yakıtların ve biokütlenin yakılması sırasında meydana gelir. En önemli doğal SO_x emisyon kaynağı ise, volkan patlamalarıdır. Yaklaşık % 0,5-% 6 arasında kükürt içeren petrol ve kömür gibi fosil yakıtların yakılması sonucu kükürt, çoğunlukla

SO₂ şeklinde atmosfere taşınır. Atmosferde kükürtün yoğunlaşma fazındaki şekli ise SO₄⁻² dir. Kükürt dioksit moleküllerinin troposferde kalma süresi birkaç gün mertebesinde iken bu süre stratosferde birkaç haftaya ulaşır (DSÖ 2006).

En yüksek SO₂ derişimlerine endüstriyel tesislerin (elektrik santralleri, metal ergitme, kimya sanayi, petrol ve türevlerini işleme prosesleri vb.) yakınlarında rastlanır. Bununla birlikte, evsel ısınma amaçlı kömür tüketimi nedeniyle kış aylarında şehirlerde SO₂ emisyonlarına bağlı ciddi hava kirliliği problemlerinin yaşandığı da bilinmektedir (Karpuzcu 1994; Müezzinoğlu 2000).

2.1.4. Karbon monoksit

Karbon monoksit (CO), karbonlu maddelerin eksik yanması sonucu oluşan ve kaynaklandığı nokta etrafında iyi dağılmayan bir gazdır. Gelişmiş ülkelerde taşıt emisyonları karbon monoksit için önemli kaynaklardır. Şehirlerde toplam CO emisyonlarının yarısından fazlası motorlu karayolu taşıtlarından ve özellikle benzinli otomobillerden kaynaklanabilir. Diğer önemli CO kaynakları, endüstriyel prosesler, konut ısıtılması amaçlı ve endüstriyel yakıt yakılması ve yangınlardır. En yüksek CO derişimlerine genellikle otomobil emisyonlarının daha fazla olduğu ve gece inversiyon koşullarının daha sık görüldüğü kış aylarında rastlanır (Wark ve ark. 1998; Müezzinoğlu 2000).

2.1.5. Uçucu organik bileşikler

Karbon ve hidrojen içeren bileşikler (hidrokarbonlar) ve bunların türevleri olarak tanımlanabilen organik bileşiklerden uçucu olanları (UOB), diğer organik bileşiklere kıyasla, daha düşük kaynama noktaları ve daha yüksek buhar basınçlarına sahip olan katı, sıvı veya standart koşullarda gaz/buhar fazındaki maddeleri temsil eder. Uçucu organik bileşikler sınıfına giren binlerce organik kirleticisi vardır. Bu kirleticiler uçuculuk özellikleri, reaktiviteleri, çözünürlük ve toksisiteleri açısından farklı özelliklere sahiptir. Kütle emisyonları olarak atmosfere en fazla salınan UOB'ler arasında benzen (C₆H₆), toluen, etil benzen, ksilen, formaldehit, metilen klorür ve metil kloroform sayılabilir .

UOB emisyonları, büyük oranda insan faaliyetlerine bağlı olarak meydana gelir. Karayolu ulaşımı ve çözücü kullanımı önemli UOB emisyon kaynaklarındandır. Birçok UOB derişimi kapalı ortamda, açık ortamdan daha fazladır ve bu kirleticilerin bina ve işyeri gibi kapalı alanlarda doğrudan etkisi çok daha önemli olabilir. Bazı uçucu organik bileşikler güneş ışığı varlığında troposfer seviyesinde çok reaktiftir. Ekosferde UOB'lerin bulunmasının en önemli etkisi, troposferik ozon oluşumunda rol alması ve fotokimyasal reaksiyonlara sebep olmasıdır. Atmosferdeki birincil UOB'ler, güneş ışığı etkisi altında NO_x'lerle tepkimeye girerek 100'den fazla ikincil hava kirleticisi içeren bir karışım (fotokimyasal duman-sis) oluştururlar (Atasoy 2001).

2.1.6. Ozon

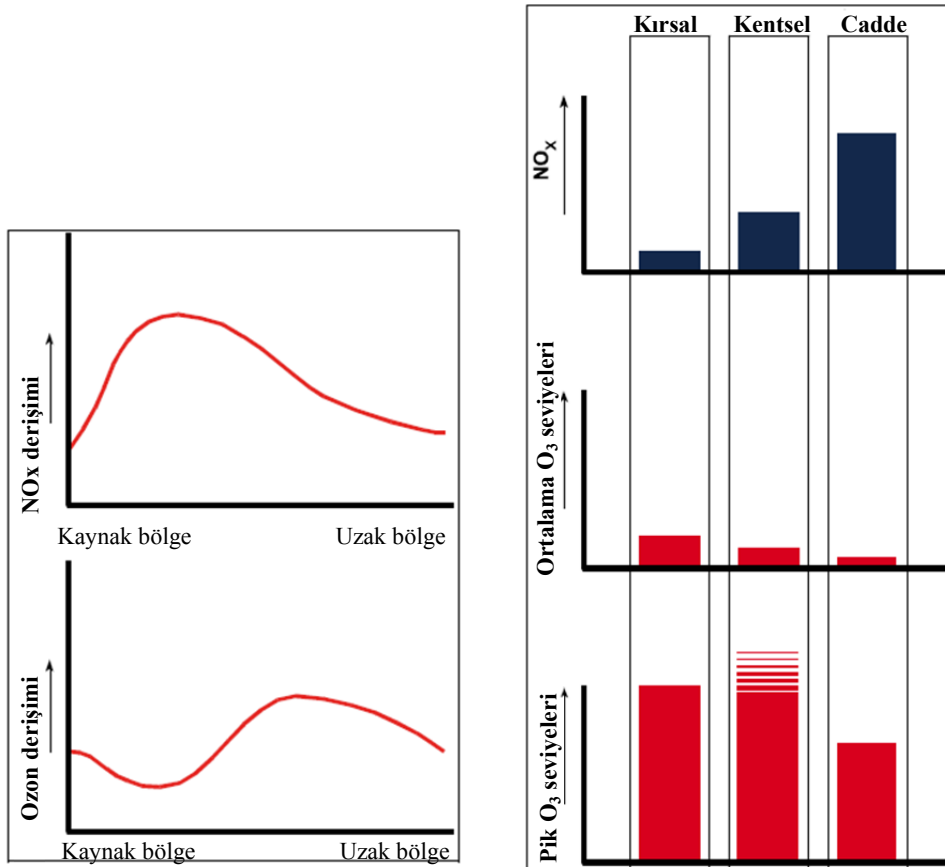
Atmosferin stratosfer tabakasında bulunan ozon, iyi huylu ozon olarak bilinir ve yeryüzünü güneşten gelen ultraviyole ışınlarla karşı korur. Yeryüzüne yakın olan troposfer tabakasında bulunan ozon ise önemli bir hava kirleticisidir. Troposferik ozon, güneş ışığının varlığında azot oksitler ile uçucu organik bileşikler arasındaki atmosferik tepkimeler sonucu oluşan ikincil bir hava kirleticidir. Diğer bir deyişle, ozon gazı baca, egzoz, endüstri, doğa vb. kaynaklardan atmosfere salınan bir bileşen değildir.

Ozonun mekânsal dağılımı, ikincil bir kirletici olması nedeniyle diğer kentsel hava kirleticilerden çok farklıdır. Hatta bu dağılım çoğunlukla diğer kirleticilerle tam ters yönde eğilim gösterecek şekilde olmaktadır. Yani emisyon kaynaklarının yoğun olduğu kent merkezlerinde ozon seviyeleri düşükken, bu emisyonların zamanla hava hareketleri ile taşınması sırasında meydana gelen tepkimelerin ozonu oluşturması nedeniyle, şehir merkezlerinden uzaklaştıkça ozon seviyeleri de genellikle yükselir. Şehir merkezinde gözlenen düşük ozon seviyeleri, bu noktalardaki yüksek NO₂ seviyeleri ile ilişkilidir (Bkz. Şekil 2.2).

En önemli fotokimyasal kirletici sayılan ozonu diğer hava kirleticilerinden ayıran bir başka özelliği de, çoğunlukla kışın görülen SO₂ benzeri kirlilik türlerinden farklı olarak, bahar-yaz aylarında yüksek seviyelerin gözlenmesidir. Bunun nedeni, ozon oluşumuna neden olan tepkimeler serisinde yer alan pek çok

tepkime için gerekli enerjinin güneş ışığı tarafından sağlanmasıdır. Bu nedenle, ozon oluşumuna neden olan tepkimeler, güneş ışığının çok daha etkin olduğu yaz aylarında daha çok sayıda ve hızlı olarak gerçekleşmektedir. Nisan-Eylül ayları arası “ozon mevsimi” olarak adlandırılmaktadır ve dolayısıyla bu aylar arasında ozon seviyelerinde yüksek oranlarda artış gözlenmektedir. Ozonun oluşumu yüksek sıcaklık ve kuvvetli güneş ışığı gerektirdiğinden, bu kirleticinin troposferdeki oluşumu oluşumu günün saatleri boyunca da değişkenlik gösterir.

Ozon gazının havada kalma süresi günler ve hatta haftalar mertebesinde ve taşınım mesafesi binlerce kilometreye ulaşabilmektedir. Bu durum, bu kirleticinin bölgesel ölçekte taşınabilmesini mümkün kılar (DSÖ 2006a). Ozon, biyolojik materyallerle reaksiyona girebildiğinden ağaçlar ve ekinler de dâhil olmak üzere bitki örtüsüne zarar verebilir. Boyalar, elastomerler, kauçuk ve kumaş gibi bazı maddelerin bozulmasına yol açar. Asit yağmurlarının oluşumuna neden olur ve atmosferde sera gazı olarak hareket eder.



Şekil 2.2. Ozon ve NOx seviyelerinin farklı özellikteki bölgelerde değişimi (Anonim 1999)

2.2. Hava Kirleticilerine Maruz Kalım

“Maruz kalım” ya da “Maruziyet” kavramını tanım olarak, “alıcı için toksik olduğu bilinen ya da şüphelenilen bir ajan madde ile bir alıcının sınırı arasındaki temas” olarak ifade etmek mümkündür. Hava kirleticilerinin sağlığa olumsuz etkileri, insanların bu kirleticilere maruz kalması neticesinde ortaya çıkar. Hava kirletici maddelere maruz kalım soluma, sindirim ve cilt tarafından absorblanma gibi farklı yollarla gerçekleşebilmektedir. Hava kirleticilerine maruz kalım en basit şekliyle insanların zaman geçirdikleri farklı ortamlarda (mikro ortam) bulunan hava kirleticilerinin derişimleri ve bu ortamlarda geçirilen zaman parametrelerinin çarpımı olarak değerlendirilebilir. Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi (NAS) (1991), bir ajan madde için solunum yolu ile maruz kalımın tahmin edilmesinde aşağıdaki modeli önermektedir;

$$E_i = \sum_{j=1}^n E_{ij} = \sum_{j=1}^n f_{ij} C_{ij} \quad (4.1)$$

Burada,

E_i : i kişinin hava kirleticisine soluma yolu ile günlük maruz kalımı

E_{ij} : i kişinin j mikroortamındaki hava kirleticisine soluma yolu ile maruz kalımı

C_{ij} : hava kirleticisinin i kişinin o mikro ortamda bulunduğu süre boyunca j mikro ortamındaki ortalama derişimi

f_{jk} : i kişinin j mikro ortamında harcadığı zamanın oranını ifade etmektedir.

Yukarıdaki eşitlikten anlaşıldığı gibi, maruz kalım hesaplamalarında önemli iki parametre maruz kalımı temsil eden ajan maddenin ölçüsü (derişim) ve bu maddeye maruz kalınan süredir. Bununla birlikte, “maruz kalım” terimi kavramsal olarak “derişim” teriminden farklıdır ve bir ortamda yüksek derişimlerin ölçülmesi o ortamda maruz kalımın da fazla olmasını zorunlu kılmaz. Küresel ölçekte bakıldığında, insanların zamanlarının büyük kısmını kapalı

ortamlarda geçirmeleri dolayısıyla, hava kirleticilerine maruz kalımın önemli kısmı da kapalı ortamlarda gerçekleşmektedir. Diğer yandan, hava kirleticilerinin sağlık etkilerinin belirlenmesinde “toplam maruz kalım” ın değerlendirilmesi önerilmektedir. Toplam maruz kalım, kirletici maddelerin dış ortam ve farklı iç ortam derişimleri ile bu ortamlarda geçirilen süreleri dikkate almaktadır. Aşağıda yer alan toplam maruz kalım modeli, farklı mikro ortamlarda (dış ortamlardaki, ev ortamındaki, iş ortamındaki ve ulaşım araçları vb.) bulunan kirleticilere solunum yolu ile gerçekleşen toplam maruz kalımı değerlendirirken kullanılmalıdır. Derişimler modele dâhil edilen zaman periyodu içinde sabit varsayılmaz ise, yukarıdaki eşitliğin zamana bağlı integralini almak mümkündür. Ayrıca, mikro ortam derişimleri ölçüm yolu ile belirlenebildiği gibi modelleme ile de tahmin edilebilir.

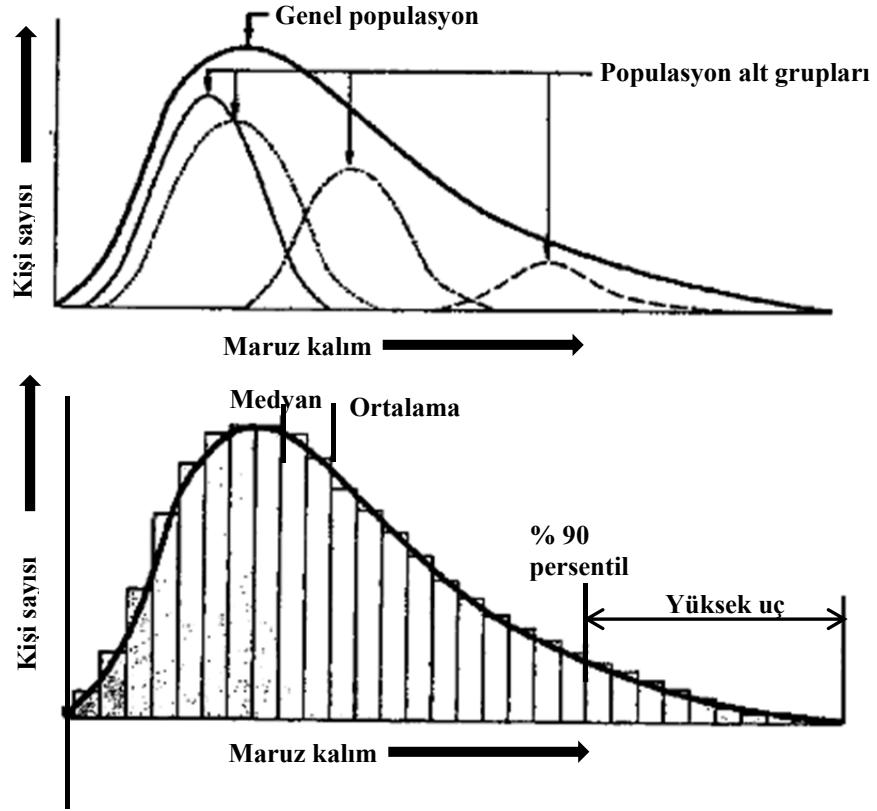
Maruz kalım değerlendirmesi, hava kirleticilerinin sağlık etkilerinin değerlendirilmesinde ve toplum sağlığı açısından alınması gereken önlemlerin belirlendiği risk yönetimi uygulamalarında çok önemlidir. Günümüzde, bu amaç doğrultusunda uygulanmakta olan ve aralarında niteliksel değerlendirmeleri de içeren bir dizi maruz kalım değerlendirme yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler doğruluk, hassasiyet, maliyet ve uygulanabilirlik gibi farklı ölçüler açısından oldukça fazla değişkenlik göstermektedir. Çizelge 2.3’de listelenen yöntemler incelendiğinde, yukarıdan aşağıya doğru indikçe maruz kalım değerlendirmesi yönteminin doğruluğunun, hassasiyet ve maliyetinin giderek arttığı ve uygulanabilirliğinin ise giderek azaldığı görülmektedir. Hava kirleticilerinin sağlık etkilerinin değerlendirilmesinde en sık kullanılan maruz kalım ölçüleri sabit istasyonlarda yapılan açık ortam hava kalitesi ölçümleri, hava kirleticilerinin derişimlerinin modelleme yöntemi ile tahmini ve kişisel maruz kalım ölçümleridir.

Çizelge 2.3. Hava kirleticilerine maruz kalımın değerlendirmesinde farklı yaklaşımlar (DSÖ 2006)

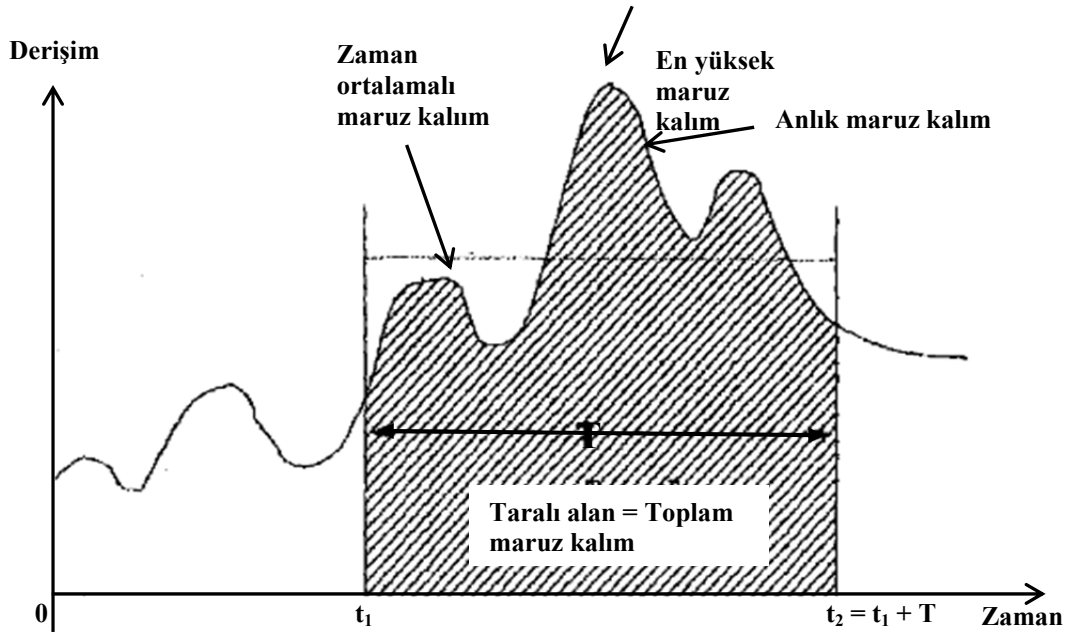
Ölçü	Üretilen maruz kalım çıktısı	Model için örnek veri girdileri
Niteliksel tahminler	Trafiğe yakınlık	- Anayollara yakınlık - Trafiğin bileşimi ve akışı - Enerji tüketimi
Kaynağa özel tahminler	Maruz kalımın kirletici kaynak bazında tahmini	- Kaynak reseptör modelleri - Dağılım modelleri
Sabit istasyonlarda ölçülmüş açık ortam derişimleri	Maruz kalımın kent bazında tahmini Maruz kalımın zamansal tahmini	Hava kirleticilerinin günlük ortalama derişimleri, meteorolojik veriler
Modellenen açık ortam derişimleri	Maruz kalımın coğrafi dağılım tahmini	Coğrafi bilgi sistemleri ile birleştirilmiş emisyon verileri, dağılım modelleri ve trafik desenleri
Dolaylı kişisel ölçümler	Toplum maruz kalımı Kişisel maruz kalımın tahmini Uzun süreli kişisel maruz kalımın tahmini	- Maruz kalım verilerinin değişkenliğini inceleyen - olasılıksal modeller - Farklı mikro ortamlara göre zaman-kullanım desenleri - Kişisel aktivite profilleri ile tarihsel hava kirliliği verilerinin birleştirilmesi
Doğrudan kişisel ölçümler	Kişisel maruz kalımın tahmini	- Kişisel örnekleyiciler kullanılarak sürekli ölçüm - Zaman ortalama ölçümler - Kesikli ölçümler
Biyoundikatörler ile doğrudan kişisel doz tahminleri	Biyoundikatörlerin ölçümü	- Kanda kurşun seviyeleri - Karbon monoksit belirteci olarak kanda karboksihemoglobin seviyeleri

Zaman kullanım profillerinin farklı olması nedeni ile, toplumun farklı alt grupları genel maruz kalım özellikleri açısından farklılık gösterebilir (Bkz. Şekil 2.3). Maruz kalım değerlendirmesinde genel toplum maruz kalımının yanı sıra hassas popülasyonların maruz kalımı da özellikle dikkatle incelenmelidir. Bir bütün olarak değerlendirildiğinde, maruz kalım değerlendirmesi hangi kaynaktan atılan emisyonların toplumun genelini ya da hassas alt grupları daha fazla etkilediğini anlamada da yardımcı olabilir. Maruz kalım değerlendirmesi bazı durumlarda epidemiyolojik çalışmalarda kullanılırken bazı durumlarda da politika belirleme ve planlama süreçlerinde (hava kalitesi standartlarının belirlenmesi, kirlilik kontrol yöntemlerinin seçilmesi vs.) karar vermeye yardımcı olması amacı ile de kullanılabilir. Maruz kalım değerlendirmesinde kullanılacak yöntem çalışmanın amacına uygun olmalıdır. Amaca göre maruz kalımın coğrafi dağılımının ve zamansal değişiminin dikkate alınması da çok önemlidir.

Kişisel maruz kalım profillerinin çıkarılması, detaylı zaman-aktivite günlükleri ile elde edilen zaman kullanım bilgilerinin farklı mikro ortamlarda ölçülen hava kirliliği derişimleri ile birlikte değerlendirilmesini gerektirir (Bkz. Şekil 2.4). Kişilerin maruz kalımları için en önemli mikro ortamlar genelde en çok zaman geçirilen ya da en yüksek derişimlere sahip olanlardır. Bu ortamlar ev, iş, okul ya da ulaşım araçları olabilir. Zaman-aktivite desenlerine ait bilgi toplam maruz kalımın değerlendirilmesinde ve maruz kalımın azaltılmasına yönelik önlemlerin belirlenmesinde de önemlidir. Ayrıca, belirli ortamlardaki potansiyel pik maruz kalıma yönelik bilgi de zaman kullanım verilerinden sağlanabilir. Kısa süreli pik maruz kalım ya da uzun sürede düşük derişimlere maruz kalımın bağlı önemi dikkate alınan kirleticinin özelliklerine ve incelenmek istenen sağlık etkisine göre de önem arz edebilir. Bu nedenle, maruz kalım değerlendirmelerinde en uygun zaman ortalamalarının alınması gereklidir. Örneğin, kurşun gibi bir ağır metalin etkileri incelenmek isteniyorsa, dikkate alınması gereken uzun süreli maruz kalımdır. Diğer yandan, sağlık etkisi incelenmek istenen kirletici SO₂ ise, bu defa da dakika ya da saat mertebesinde kısa süreli maruz kalım en uygun zaman ortalamasıdır (DSÖ 2006).



Şekil 2.3. Toplum maruz kalımını dağılımının alt popülasyonlar ile ilişkisi ve dağılım karakteristikleri (Moschandreas ve Saksena 2002)

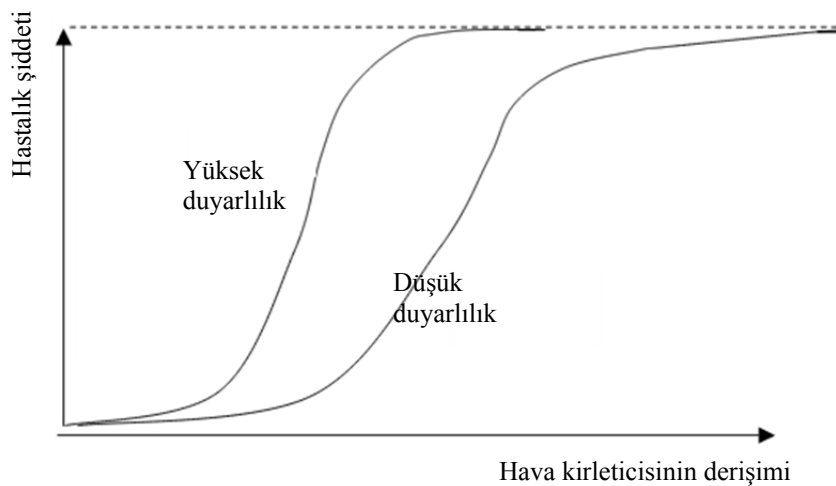


Şekil 2.4. Hava kirleticilerine maruz kalım (Moschandreas ve Saksena 2002)

2.3. Hava Kirleticilerine Duyarlılık ve Savunmasızlık

Hava kirliliğine aynı miktarda maruz kalınmasına karşın, vücut tarafından verilen yanıtın gruplar arasında farklılık göstermesi duyarlılık (*susceptibility*) terimi ile ifade edilir (Bkz. Şekil 2.5). Hava kirleticilerine karşı savunmasızlık (*vulnerability*) ise, hava kirliliğine karşı daha duyarlı olma, çeşitli nedenlerle hava kirliliğine daha fazla maruz kalma ya da sosyal nedenlerle (risk algısı, sağlık hizmetlerinden faydalanamama vb.) bazı grupların hava kirleticilerinden diğer kişilere göre daha fazla zarar görmesi olarak açıklanabilir (Bkz. Çizelge 2.4).

Bazı duyarlı grupların hava kirliliğinden diğerlerine göre daha kolay etkilendiği bilinmektedir. Hava kirliliğine karşı artan duyarlılık yaş, allerji, kronik hastalıkların varlığı, genetik yapı, beslenme vb. birçok faktör ile ilişkilidir. Hava kirliliği tüm yaş gruplarına dâhil bireylerde olumsuz sağlık etkilerine neden olmakla birlikte, önceki çalışmalar bebekler, çocuklar ve yaşlıların hava kirliliğinin akut ve kronik etkilerine karşı daha hassas olduklarını göstermiştir (Gauderman ve ark. 2000; Schwartz 2004; DSÖ 2005; Bateson ve Schwartz 2008; Silverman ve Ito 2010). Ayrıca, bahsedilen etkiler astım hastaları, allerjisi olan ya da kimyasallara karşı hassas bireyler, KOAH hastaları, kalp ve inme hastaları, diyabetik hastaları ve hamileler gibi diğer alt grupların durumlarında da özellikle önemli hale gelmektedir.



Şekil 2.5. Bireyin duyarlılığına bağlı olarak hava kirliliği ile ilişkili hastalığın şiddeti (DSÖ 2000)

Çizelge 2.4. Hava kirleticilerine karşı savunmasızlığa neden olan bileşenler, risk altındaki gruplar ve özellikleri (Makri ve Stilianakis, 2008)

Savunmasızlık bileşeni	Popülasyon özellikleri ve bu özelliklere bağlı olarak savunmasızlığa katkı sağlayan faktörler				
	Yaş	Hastalık ve diğer sağlık problemleri	Cinsiyet	Zaman-aktivite desenleri	Sosyoekonomik koşullar
Duyarlılık	-Fizyolojik gelişmemişlik -Yaşlanmanın fizyolojik etkileri -Önceden var olan hastalıklar -Beslenme	-Organların fonksiyonlarının bozulması	-Fizyolojik farklılıklar -Gebelik		-Sağlık ve diğer hizmetler -Beslenme -İş -Sigara kullanımı
Maruz kalım	-Hareketlilik -Boy -Dışarıda oynama vb. davranışlar -Kapalı ortam aktiviteleri	-	-Açık hava ve kapalı ortam aktiviteleri -Ev işleri -İş	-Açık hava ve kapalı ortam aktiviteleri -Ulaşım -Evin konumu -Ev içi koşullar -İş	-Ulaşım -Evin konumu -Ev içi koşullar -İş -Sigara kullanımı
Sosyal nedenler	-İzolasyon -Bakıcılara bağlı olma	-	-Risk algısı -Sağlık yönetimi uygulamaları		-Risk yönetimi seçenekleri -Sağlık ve diğer hizmetler -Halkın bilgilendirilmesi, farkındalık ve sağlık eğitimi -Sosyal ağlar -Risk azaltma teknikleri
Alt gruplar	-Çocuklar -Bebekler -Anne karnındaki bebekler -Ergenler -Yaşlılar	-Yaşlılar -Çocuklar -Genç yetişkinler -Sosyoekonomik olarak yoksun bireyler	-Hamile kadınlar -Genç kadınlar	-Seyahat edenler -Ana yolların yakınında yaşayanlar -Çocuklar -Genç yetişkinler -Fiziksel olarak dışarıda aktif kimseler -İşçiler (trafikte çalışan, mavi yaka vb.)	-Yoksul ve düşük gelirli bireyler -Eğitim düzeyi düşük bireyler -Yaşlılar ve sosyal olarak izole edilmiş diğer bireyler -İrksal ve etnik azınlıklar

Çocukların hava kirliliğine karşı yetişkinlerden daha hassas ve savunmasız olmalarının başlıca nedenleri Çizelge 2.5’de gruplanarak listelenmiştir. Çocuklar ve yetişkinler arasındaki en önemli farklılık çocukların büyüyor ve gelişiyor olmasıdır. Solunum sistemi ve bağışıklık sistemi çocuklarda gelişimini henüz tamamlamamıştır. Ayrıca, çocuklar yetişkinlere göre daha fazla solunum yolu enfeksiyonlarına yakalandıklarından hava kirleticilerinin olumsuz etkilerinden daha kolay etkilenirler. Birim vücut ağırlığı dikkate alındığında çocuklar yetişkinlere oranla daha fazla hacimde havayı soluma sırasında bünyelerine alır ve bu nedenle oransal olarak daha yüksek dozda hava kirleticisine maruz kalırlar. Örneğin, futbol oynayan ya da spor yapan bir çocuk, benzer aktiviteyi gerçekleştiren bir yetişkinden %20-50 oranında daha fazla havayı solur. Çocuklar açık ortamlarda yetişkinlerden daha çok zaman geçirmekte ve genellikle fiziksel olarak daha aktif olmaktadır. Tipik bir yetişkin bir günün yaklaşık %85 - %95’ini kapalı ortamlarda geçirirken, bu değer çocuklar için %80 civarındadır. Ayrıca, çocuklar dışarıda oyun oynarken fiziksel olarak daha aktif olduklarından oksijen ihtiyaçları ve solunum hızları daha fazla olmaktadır.

Çizelge 2. 5. Çocukların hava kirleticilerine karşı savunmasızlığını belirleyen faktörler (DSÖ 2005)

Kategori	Faktörler
Fizyolojik faktörler	▪ Yetişkinlere kıyasla, birim vücut ağırlığı başına daha fazla oranda hava soluma kapasitesi
Akciğer gelişimi ve solunum fonksiyonları ile ilgili faktörler	▪ Akciğerlere ve hava yollarının küçük olma ▪ Gelişmekle olan havayolları ve alveollerin savunmasızlığı ▪ Bağışıklık sisteminin tam gelişmemiş olması
Zaman-aktivite paternleri ile ilgili faktörler	▪ Dışarıda harcanan zaman ▪ Oyun oynama ve egzersiz sırasında artan ventilasyon hızı
Kronik hastalıklar ile ilgili faktörler	▪ Daha yüksek astım prevalansı ▪ Artan kistik fibroz prevalansı
Akut hastalıklar ile ilgili faktörler	▪ Akut solunum yolu enfeksiyonlarının daha sık gözlenmesi

2.4. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri

Çeşitli kaynaklardan salınan kirletici emisyonları atmosferde dağılarak ve değişikliğe uğrayarak farklı mikro ortamlarda farklı derişimlerde bulunurlar. Bu derişimlere farklı süreler boyunca maruz kalan bireylerde kirleticilerin spesifik özelliklerine göre değişik şekillerde vücudun içine alınması neticesinde biyolojik yanıt olarak olumsuz sağlık etkileri ortaya çıkar (Bkz. Şekil 2.6). Biyolojik mekanizmaları tam olarak açıklanamamasına rağmen, hava kirleticilerinin insan vücudunun bazı alt sistemlerini bozarak bu sistemlerle ilgili çeşitli hastalıklara (morbidite) ve ölüme (mortalite) neden olduğu yıllardır bilinen bir gerçektir. Çok sayıda epidemiyolojik çalışma hava kirleticilerine maruz kalımın çeşitli hastalıkların şiddet ve sıklık (prevalans) düzeylerini artırarak halk sağlığı açısından tehdit oluşturduğunu belgelemiştir (Kunzli ve ark. 2000; Brunekreef ve Holtage 2002; Pope ve Dockery 2006). PM_{10} ya da $PM_{2,5}$, NO_x , SO_x , CO, ve O_3 gibi yaygın hava kirleticilerinin solunum ve kalp/damar (kardiyovasküler) sistemlerine etkileri bilinmektedir. Dış ortam hava kirleticilerinin insan sağlığına etkileri etkilenen organ sistemine bağlı olarak 8 ana sınıfta gruplandırılmaktadır;

- 1.) Solunum sistemine etkiler
- 2.) Kalp ve damar sistemine etkiler
- 3.) Kanser
- 4.) Üreme ve gelişim etkileri
- 5.) Sinir sistemine etkiler
- 6.) Ölüm (mortalite)
- 7.) Enfeksiyon ve
- 8.) Diğer sağlık etkileri (Curtis ve ark. 2006).



Şekil 2.6. Hava kirliliğinin olumsuz sağlık etkilerinin ortaya çıkma süreci

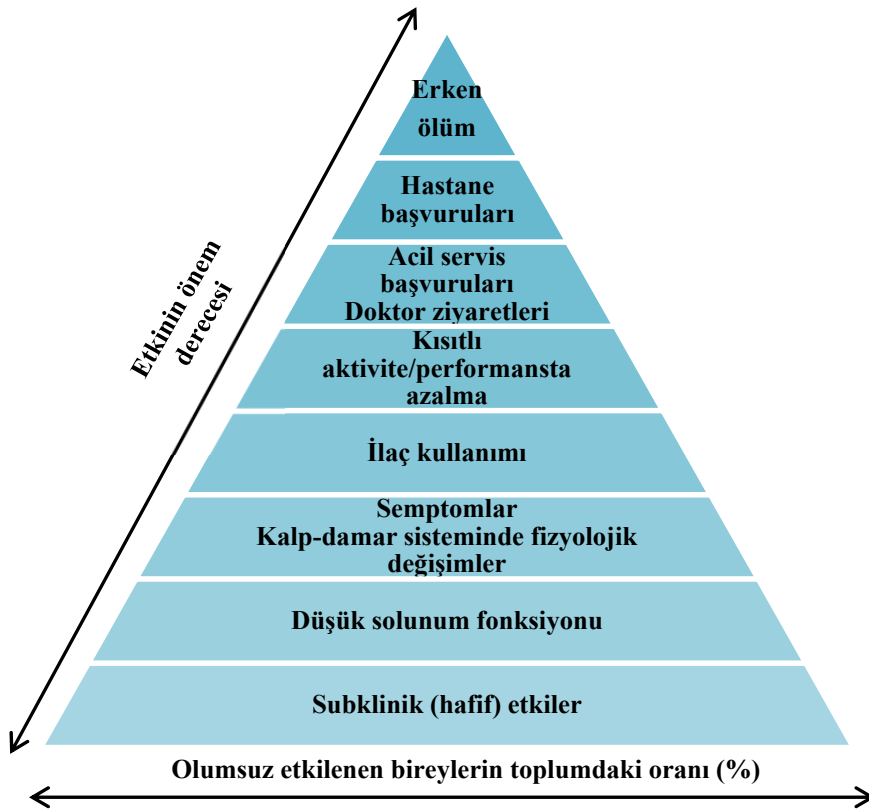
Son 30 yılda dış ortam hava kirleticilerinin olumsuz sağlık etkilerinin ele alındığı birçok araştırma yayınlanmıştır. Bu çalışmaların önemli kısmı solunum yolu rahatsızlıklarına ve hassas grup olmaları nedeniyle çocuklar üzerine odaklanmıştır (Bates 1995; Pope ve Dockery 1999; Kunzli ve ark. 2000; Brunekreef ve Holtage 2002; Englert 2004; Maynard 2004; Schwartz 2004; Curtis ve ark. 2006; Bateson ve Schwartz 2008). Mevcut çalışmalarda hava kirliliği ile çeşitli sağlık sorunları arasındaki ilişkiyi araştırmak üzere çoğunlukla hastalık insidansı ve prevalansı, hastane yatış/doluluk oranları, acil servis başvuruları ve mortalite oranları vb. sağlıkla ilgili parametreler ile bölgeye özel kısa ve/veya uzun vadeli hava kirletici ölçüm verilerinden oluşan maruz kalım değişkenlerinin kullanıldığı görülmüştür. Çizelge 2.6’da kirleticilerin derişim seviyeleri ve maruz kalma süreleriyle ilişkili olarak ortaya çıkan hava kirliliğinin kronik ve akut sağlık etkileri listelenmektedir.

Çizelge 2.6. Hava kirliliğinin sağlık etkileri (DSÖ 2005)

Kısa süreli maruz kalım ile ilişkili etkiler
• Günlük mortalite • Solunum ve kalp-damar rahatsızlıklarına bağlı hastane başvuruları • Solunum ve kalp-damar rahatsızlıklarına bağlı acil servis ziyaretleri • Solunum ve kalp-damar rahatsızlıklarına bağlı birinci basamak sağlık bakımı • Kısıtlı aktivite günleri • İşe ve okula devamsızlık • Solunum ve kalp-damar rahatsızlıklarına bağlı ilaç kullanımı • Akut semptomlar (vizing, öksürük, balgam oluşumu, solunum yolu enfeksiyonları) • Fizyolojik değişimler (solunum fonksiyonu vb.)
Uzun süreli maruz kalım ile ilişkili etkiler
• Solunum ve kalp-damar rahatsızlıklarına bağlı mortalite • Kronik solunum yolu hastalıklarının insidansı ve prevalansında artış (astım KOAH vb.) • Fizyolojik fonksiyonlarda kronik değişimler • Akciğer kanseri • Kronik kalp-damar sistemi hastalıkları • Anne karnında büyümenin kısıtlanması (düşük doğum kilosu, gelişimin yavaşlaması, kısa gebelik dönemi)

Hava kirliliğinin sağlık etkileri hafif semptomlardan ölüme kadar geniş bir yelpazede gözlenmektedir. Halk sağlığı penceresinden bakıldığında, hava kirliliğinin etkilerinin genellikle subklinik etkiler, düşük solunum fonksiyonu ve semptomlar gibi göreceli olarak daha düşük öneme sahip etkiler tarafından baskılandığı görülmektedir (Bkz. Şekil 2.7). Bu sağlık çıktılarından etkilenen bireylerin toplumdaki oranı hastane başvuruları ya da ölçüm gibi ciddi sonuçlardan etkilenen bireylere göre çok daha fazladır. Bununla birlikte, epidemiyolojik çalışmaların çoğunun erken ölüm ve hastane başvuruları gibi ciddi sağlık etkilerine yoğunlaştığı dikkati çekmektedir (DSÖ 2006).

Bazı epidemiyolojik çalışmalar hava kirleticileri ile olumsuz sağlık etkileri arasında doğrusal ilişki bulunduğunu ve arka plan değişimlerinin altında dahi etkilerin gözlenebildiğini bildirmiştir. Doğrusal bir ilişkide, artan maruz kalım olumsuz sağlık etkilerinde artış ile orantılıdır. Düşük kirletici seviyelerinde dahi olumsuz sağlık etkilerinin meydana gelmesi, önem düzeyi düşük sağlık etkilerinin toplumun büyük kesiminde yaygın olarak görülmesini açıklamaktadır.



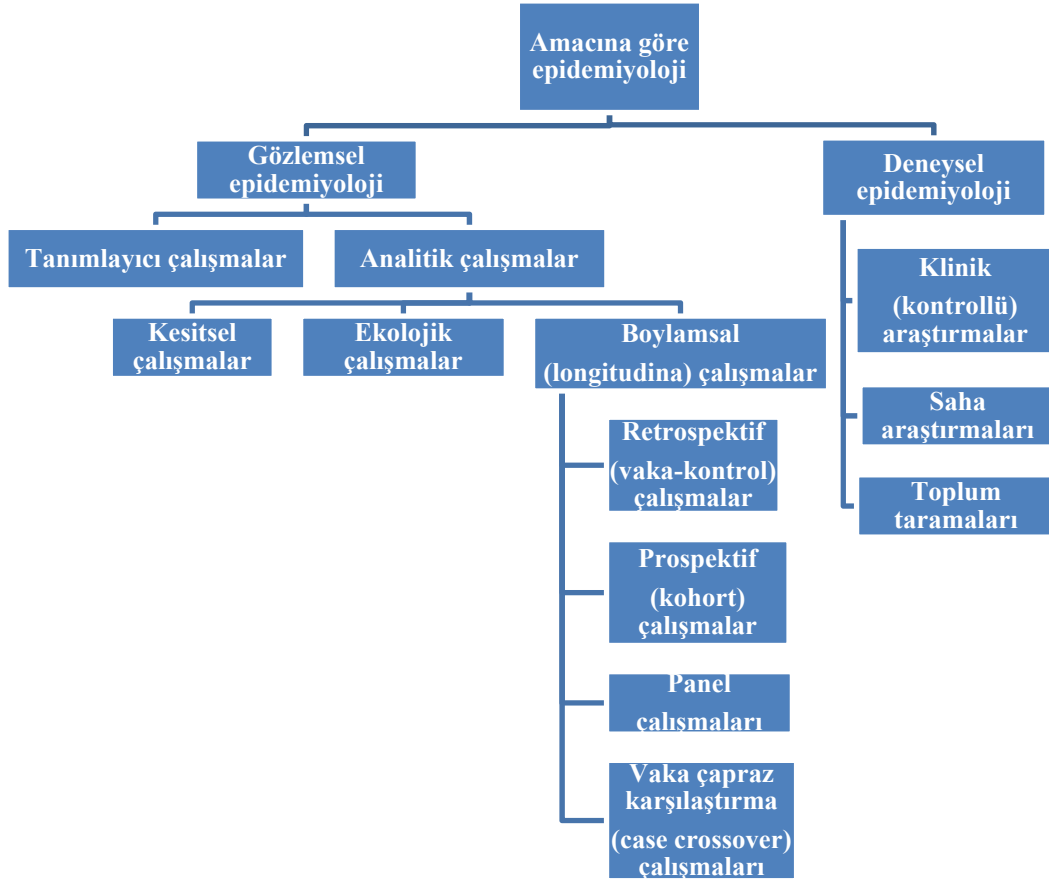
Şekil 2.7. Hava kirliliği ile ilgili sağlık etkileri piramidi (DSÖ 2006)

Mevcut çalışmaların sonuçlarına göre, hava kirleticilerini olumsuz sağlık etkilerini meydana gelmesi için eşik değerlerin varlığı henüz ortaya konamamıştır. Etkinin görülmediği seviyenin ya da etkilerin gözlenemediği bir sınır değer olmaması, derişimlere sürekli maruz kalmanın ileride kronik etkilere neden olabileceğini de göstermektedir. Olumsuz sağlık etkilerinin ortaya çıkması için eşik değerlerin olmaması, insan sağlığının korunması için kabul edilen hava kalitesi sınır değerlerinin belirlenmesinde “güvenli” seviye yerine “kabul edilebilir” kirlilik seviyesi varsayımını gündeme getirmektedir. Kabul edilebilir kirlilik düzeyi kavramı sosyal normlar ve risk algısı doğrultusunda ülkeler arasında değişkenlik gösterebilir (DSÖ 2006).

Hava kirleticilerinin sağlık etkileri kirleticilerin spesifik özelliklerine göre farklılık gösterebilir. Partiküllerin sağlık etkileri tanecik boyutları ve kimyasal bileşimleri ile yakından ilişkilidir. Büyük partiküller insan vücudunun doğal savunma mekanizması tarafından uzaklaştırılırken, daha küçük partiküller (<10 µm) akciğerlerin derinliklerine nüfuz ederek tahriş ve tıkaçıcı etkilere sebep olabilirler. Özellikle ince partiküller akciğerlerde gaz alışverişinin gerçekleştiği alveollere kadar ulaşabilir ve orada birikebilirler. Ayrıca, solunabilir partiküllerin üzerlerinde taşıdıkları ağır metaller gibi zararlı maddelerin insan bünyesine geçmesine neden oldukları ve bu maddelerden çözünebilir karakterde olanlarının kana karıştığı da unutulmamalıdır. Ozon, NO₂ ve SO₂ gibi gaz halindeki kirleticiler ise, yükseltgeme, suda ve dolayısıyla kanda çözünme özellikleri nedeniyle, insanlar üzerinde özellikle solunum sisteminde olumsuz etkiler gösterirler. Bunun en büyük etkisi üst solunum yollarının cidarlarını zedelemesi, göğüs ağrısı, öksürük ve hapsirme, göz, burun ve boğaz tahrişi olarak sıralanabilir. Yükseltgeyici gaz kirleticiler akciğer dokusuna zarar verir ve solunum fonksiyonlarını azaltabilirler. Azot oksitler, akciğerdeki nemle birleşerek düşük derişimde nitrik asit oluşturabilirler. Kanın alyuvarlarındaki hemoglobin, karbon monoksitle tercihi olarak karboksihemoglobin kompleksini oluşturduğundan, çok yüksek seviyelerde karbon monoksit maruz kalım dokulara oksijen iletimini engelleyerek ani ölümlere neden olabilir. Toksik olarak nitelendirilen bazı uçucu organik bileşikler ise kanserojenik olan veya olmayan etkilere sahip olabilirler (DSÖ 2006).

2.5. Hava Kirliliği ile İlgili Epidemiyolojik Araştırmalarda Kullanılan Çalışma Düzenleri

Epidemiyolojik çalışma türlerini amaca, zamana ve araştırma yapılan topluma göre farklı şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Epidemiyolojik çalışmalar amaçlarına göre gözlemsel ve deneysel olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir (Bkz. Şekil 2.8). Gözlemsel çalışmalar genellikle hastalıkla ilgili neden, sıklık ve risk etkenleri gibi nitelikleri belirlemeye yararken; deneysel (ya da klinik) çalışmalar tanı ve tedavi ile ilgili yöntemlerin denendiği çalışmalardır. Gözlemsel çalışmaların tanımlayıcı, kesitsel, ekolojik, retrospektif, prospektif, panel ve vaka-çapraz karşılaştırma olmak üzere farklı türleri bulunmaktadır. Epidemiyolojik çalışmaları zamansal olarak birbirinden ayıran ise, çalışmanın süresi ve deneklerde araştırılan konunun çalışmanın başlangıç zamanından önce, aynı anda ya da sonra olduğudur.



Şekil 2.8. Amaca göre epidemiyolojik çalışma düzenleri

Aşağıda hava kirliliği ile ilgili epidemiyolojik çalışmalarda sık kullanılan çalışma düzenleri açıklanmaktadır;

Tanımlayıcı çalışmalar. Bu çalışmalar vaka raporları ya da seri vakalar olarak da isimlendirilir. Tanımlayıcı çalışmalarda genellikle küçük bir grup hastada göze çarpan, ilginç bulgular rapor edilir. Hastaların izlem süresi kısadır ve kontrol grubu yoktur. Bu çalışmalarda baştan planlanmış bir çalışma düzeni yoktur ve genellikle istatistiksel analiz de yer almaz. Tanımlayıcı çalışmalarda bildirilen ilginç bulgular, daha sonra prospektif çalışmaların planlanmasını destekleyebilir. Bu nedenle, bu tür çalışmaları epidemiyolojik araştırmaların ilk basamağı olarak kabul etmek gerekir. Benzenle temas eden beş kişide lösemi ortaya çıktığının bildirilmesi tanımlayıcı çalışmaya bir örnektir (Özdemir 2006).

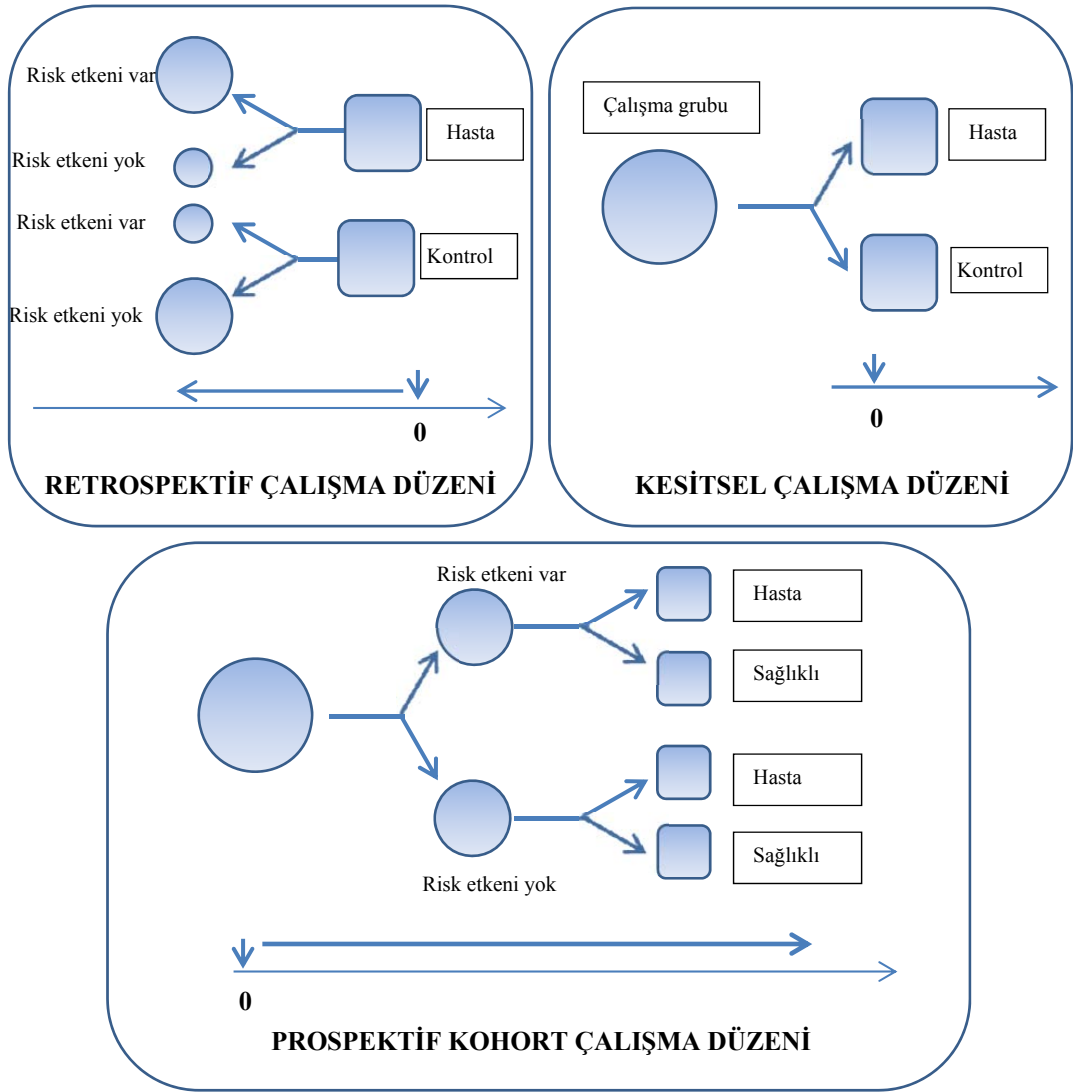
Kesitsel çalışmalar. Prevalans çalışmaları adı da verilen kesitsel (*cross-sectional*) çalışmalarda toplumun bir kesimi anlık olarak gözlenir (Bkz. Şekil 2.9). Bu çalışma düzeninde denekler ya hiç izlenmezler ya da çok kısa bir süre izlenirler. Hastalık ve risk etkeni (maruz kalım) bilgisi aynı zamanda toplanır. Genellikle hastalık görülme sıklığı (*prevalansı*), dağılımı, hastalık mekanizmaları ve tanısall sorunları çözmeyi amaçlayan çalışmalardır. Veri kaynağı olarak anketleri rutin sağlık kayıtları, fizik ve laboratuvar muayene sonuçları vb. kullanılabilir. Geçmişe yönelik bilgiler alınıyorsa hatırlama sorunu (*recall bias*) bu çalışmalarda da etkilidir (Merrill 2008).

Ekolojik çalışmalar Korelasyon çalışmaları, ilişki çalışmaları ya da grup bazlı çalışmalar olarak da isimlendirilen ekolojik çalışmalar, genellikle geniş kitleleri ve yüksek risk altındaki popülasyonları incelerler. Farklı gruplar arasında hastalık ve ilişkili etkenlerin genel düzeylerinin karşılaştırıldığı bu çalışma düzeninde araştırma birimi toplumdur. Örnek olarak, farklı şehirlerde ölçülen ortalama partikül madde seviyeleri ile çocuklardaki ortalama astım prevalansı oranlarının genel olarak değerlendirilmesi verilebilir. Veriler kişi bazında toplanmadığından ve ortalama değerler üzerinden karşılaştırma yapıldığından, bu tür çalışmaların sonuçları yorumlanırken dikkatli olunmalıdır. Bu çalışmalarda karıştırıcı (*confounding*) faktörleri kontrol altına almak zordur. Yine de, bu çalışma türü gelecek çalışmalara yönelik hipotezlerin oluşturulması açısından önemlidir.

Retrospektif çalışmalar. Retrospektif düzende (*case-control study*) hasta olan (*case*) ve olmayan (*control*) gruplar ele alınarak, bu deneklerin geçmişlerinde hastalığa neden olabilecek risk etkenleri araştırılır (Bkz. Şekil 2.9). Retrospektif çalışma, genellikle anlaşıldığı gibi hastaların dosyalarının ya da poliklinik kayıtlarının değerlendirildiği çalışmalar değildir. Bu çalışmalar nadir görülen hastalıkları araştırmak için oldukça uygundur. Ayrıca, kısa zamanda sonuçlanması ve daha ucuza mal olması gibi nedenlerle sıklıkla kullanılmaktadır. Retrospektif çalışma düzeninin en önemli zorluğu ya da sakıncası geçmişteki olayların tanımlanması ile güçlüklerdir. Örneğin, “benzenle temas” olup olmadığının kesin olarak belirlenmesi kolay olmayabilir. Benzenle temas olmadığını söyleyen bir kişinin kendisinin de fark etmediği ya da önem vermediği için sonradan unuttuğu (*recall bias*) bir temas öyküsü olabilir (Özdemir 2006).

Prospektif çalışmalar. Prospektif (ya da kohort) çalışma düzeninde, retrospektif çalışma düzeninin tersine, çalışmaya alınan tüm denekler başlangıçta sağlıklıdır. Bu denekler araştırmanın konusu olan hastalığın olası risk etkenlerine sahip olup olmamalarına göre iki grup halinde belli bir süre izlenirler. Sürenin sonunda risk etkenine sahip olan ve olmayan deneklerde hastalığın ortaya çıkma sıklıkları (*insidans*) karşılaştırılarak, olası risk etkeninin gerçekten de önemli olup olmadığı anlaşılır (Bkz. Şekil 2.9). Örneğin, daha önceki vaka raporları ve retrospektif çalışmalardan, benzen ile lösemi arasında ilişki olduğunun sonucu çıkıyor ise, bunu daha kesin anlamanın yolu prospektif düzende bir çalışma yapmaktır. Prospektif çalışmaların araştırılan soruya net yanıt bulmak gibi önemli bir avantajı yanında, düzenli denek izlemi ve uzun izlem süresi nedeniyle geç sonuçlanması gibi sakıncaları vardır. Ayrıca, nadir görülen hastalıklarda prospektif çalışmaların süresi, hastalığın ortaya çıkması için yeterli olmayabilir

Retrospektif çalışmalarda hastalıklı grupta geriye dönük olarak risk etkenleri araştırılırken, prospektif çalışmalarda risk etkeni taşıyan sağlıklı bireylerde belirli bir süre hastalığın ortaya çıkma sıklığı araştırılır. İyi düzenlenmiş prospektif çalışmalarda, retrospektif çalışmalara göre daha doğru bilgi edinilir. Çünkü retrospektif çalışmalarda ilgilenilen risk etkenleri dışında da gözden kaçan ya da kontrol edilmeyen etkenler olabilir (Özdemir 2006; Merrill 2008).



Şekil 2.9. Zamana göre gözlemsel epidemiyolojik çalışma düzenleri (Özdemir 2006)

Panel çalışmaları. Panel çalışmaları kesitsel ve kohort çalışma yöntemlerini birleştiren modifiye edilmiş boylamsal (longitudinal) bir tasarım ile akut sağlık etkilerini inceler. Araştırmacı aynı kişiler ya da çalışma örneğinde bir dizi kesitsel çalışmalar uygular. Küçük gruplar ya da paneller kısa süreli periyotlarda izlenir ve sağlık çıktıları, maruz kalım ve potansiyel karıştırıcı faktörler her kişi için dikkate alınır. Panel çalışmaları katılımcıların daha iyi karakterize edilmesini sağlar (örneğin çalışmaya özel solunum ya da kalp hastalıkları, yaş, cinsiyet vs.). Bununla birlikte, panel çalışmalarında örnek boyutu kısıtlıdır ve ekstrem yaş ve ciddi hastalıkları bulunanlar çalışmaya katılamayabilirler.

Vaka-çapraz karşılaştırma çalışmaları. Vaka-çapraz karşılaştırma ya da vaka geçişli (case-crossover) çalışmalarında her vaka aynı zamanda kendi kontrolü olarak değerlendirilir. Vaka bileşeni hastalığın gelişmesinden hemen önceki risk dönemi ve kontrol dönemi de risk dönemi dışında kalan dönemdir. Maruz kalım hastalık arasındaki zaman dilimi dardır. Bu çalışmalarda elde edilen veriler genellikle zaman serileri (time-series) analizi kullanılarak değerlendirilir. Örneğin hastane yatışları ile günlük hava kirliliği seviyeleri arasındaki ilişki bu tür çalışmalar ile incelenebilir (Merrill 2008).

Deneyisel çalışmalar. Hava kirleticilerinin sağlık etkilerinin incelenmesinde, gözlemsel araştırmaların yanı sıra klinik insan çalışmaları, hayvan maruz kalım çalışmaları ya da in vitro (vücut dışı) ortamda gerçekleştirilen deneyisel çalışmalar da kullanılmaktadır (Gong 1992; Bayram 2007). Klinik insan çalışmaları çoğunlukla örnek sayısının sınırlı olduğu, kısa süreli maruz kalıma dayalı akut etkilerinin incelendiği çalışmalardır. Bu çalışmalarda maruz kalım ve atmosfer koşulları dikkatle kontrol edilmelidir. Bu tür çalışmalarda özellikle duyarlı gruplarda güvenli şartlarda çalışmak zordur. Hayvan maruz kalım çalışmaları ise, daha uzun süreli maruz kalım koşullarının ve doz-yanıt karakterizasyonunun incelenmesi için uygundur. Hava kirliliğinin astım, KOAH, hipertansiyon, diyabet vb. etkilerinin incelenmesinde hayvan çalışmaları kullanılmaktadır. Hayvanlarda araştırılan sağlık sonuçlarının insanlara uyarlanabilirliği bu çalışmanın önemli kısıtlılıklarındandır. Ayrıca, hayvan deneylerinin etik açıdan uygunluğu halen tartışmalı bir konudur.

Mevcut kanıtların ışığında, hava kirleticilerine hem uzun hem de kısa süreli maruz kalımın sağlık etkileri ile ilişkili olduğunu günümüzde kabul edilen bir gerçektir. Bununla birlikte, uygulanan epidemiyolojik çalışma düzeninin özellikleri, farklı açılardan bilgiler sağlamakta ve bu durum da olumsuz sağlık etkilerinin oluşmasında etkili olan biyolojik mekanizmalar ve nedensellik ilişkisinin daha iyi ortaya konmasında yardımcı olmaktadır. Hava kirleticilerine uzun süreli maruz kalım daha büyük bağıl risk oranlarının tespit edildiği önemli etkiler oluşturmaktadır. Örneğin, bugüne kadar gerçekleştirilen zaman serileri çalışmalarının çoğunda bir önceki gün ölçülen hava kirletici seviyelerindeki 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ 'lük artış için ölüm oranlarında %1'den daha az bir artış oranı saptanırken, kohort çalışmalar hava kirleticilerinin seviyelerindeki aynı miktar artış için %4-10 seviyesinde artış bildirmiştir. Diğer yandan, zaman serileri analizi ve kohort çalışmalar hava kirliliğinin insan sağlığına etkilerini farklı açılardan incelemektedir. İncelenen sağlık çıktısı olarak mortalite alınırsa, zaman serileri çalışmaları sadece kısa süreli maruz kalım ile tetiklenen ölümleri dikkate alırken kohort çalışmalarda uzun süreli hava kirliliği maruz kalımının etkisi gözlenmeye çalışılmaktadır.

Sonuç olarak, hava kirliliği ile ilgili sağlık çalışmalarında her amaca uygun çalışma düzenleri farklılık gösterebilir. Bununla birlikte, bazen de eldeki olanaklar nedeniyle amaca tam uygun olmayan bir çalışma düzeni seçilmek zorunda kalınabilir.

2.6. Allerjik Hastalıklara Genel Bakış

Allerji, en basit tanımıyla “insanların çoğunluğu için zararlı olmayan bir maddenin bazı kişilerde oluşturduğu olumsuz bir reaksiyon” olarak nitelendirilmektedir (Çokuğraş, 2008). Allerjik rahatsızlıkların prevalansı ve insidansı son yüz yıldan bu yana sürekli artmaktadır. Örneğin, bu hastalıklardan kolaylıkla teşhis edilebilenlerinden biri olan saman nezlesi 200 yıl önce Avrupa'da ve Kuzey Amerika'da bilinmezken günümüzün en yaygın hastalıkları arasında yer almaktadır (von Mutius 2000). Küresel ölçekte gerçekleştirilen son çalışmalar birçok gelişmiş ülkede allerjik hastalıkların prevalansındaki artışın durması ve

hatta gerilemesine karşın gelişmekte olan ülkelerdeki artışın henüz yeni başladığını belirtmektedir (Asher ve ark. 2006; Pearce ve ark. 2007). Bu bulgular astım gibi yaygın kronik allerjik hastalıklar için ülkeler arasındaki prevalans farkları azalırken hastalığın küresel yükünün artmaya devam ettiğini göstermektedir (Pearce ve ark. 2007).

Allerjik hastalıkların oluşmasına neden olan mekanizmalar henüz tam olarak anlaşılamamış olmakla birlikte genetik ve çevresel faktörlerin önem taşıdığı bilinmektedir (DSÖ 2005). Allerjik hastalıkların oluşmasında rol oynayan önemli genetik faktörler ırk, ailede allerjik hastalık hikâyesinin bulunması ve cinsiyet olarak sıralanabilir. Soğuk hava, sigara dumanına maruz kalım, ağaç ve çiçek polenleri, küfler ve hayvan tüyleri vb. çevresel faktörler de allerjik hastalıkların oluşumunda rol almaktadır. Allerjik rahatsızlıkların prevalansının sosyoekonomik olarak gelişmiş batılı toplumlarda daha yüksek olması bu hastalıkların oluşumunda dış ortam hava kirliliği ve doğal olmayan beslenmenin de etkili olabileceğini düşündürmektedir (von Mutius 2000).

2.6.1. Astım

Astım, solunum yollarının süregelen bir iltihap sonucu aşırı derecede duyarlı olmasına ve çeşitli uyarıcıların etkisiyle geçici olarak daralmasına neden olan solunum sisteminin kronik bir hastalığıdır (DSÖ 2005). Hastalığın temel semptomları arasında vizing, öksürük, nefes darlığı, göğüs sıkışması ve artan mukozal üretimi bulunmaktadır. Astımlı hastalarda bu belirtilerin aniden ortaya çıkmasına “astım atağı” ya da “astım krizi” adı verilmektedir. Bu belirtilerin yanında, astımlı hastalarda solunum fonksiyon ölçümleri (FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅ vb.) de daha düşüktür (DSÖ 2005). Astım hastalığı sıklıkla bir allerjiye bağlı olmakla birlikte allerji olmadan da astım oluşabilir. Astım mortaliteye neden olabilen ve kontrol altına alınamadığında günlük aktiviteleri önemli ölçüde kısıtlayabilen bir hastalıktır. Bu hastalık toplumda yaygın görülmesi, sosyal/ekonomik yükünün fazla olması ve mortaliteye yol açması nedeni ile önem taşımaktadır (DSÖ 2005).

Allerjik astım çocuklarda en yaygın görülen kronik hastalık olarak karşımıza çıkmaktadır (Asher ve ark. 2006). Gelişen ilaçlar ve yeni tedavi yöntemlerine rağmen, astım prevalansı ve insidansı 1970'li yıllardan bu yana küresel ölçekte sürekli artmaktadır (Delfino 2002; Trasande ve Thurston 2005). Çocukluk çağı astımı prevalansının ISAAC yöntemine göre belirlenen Dünya ortalaması %6,7 olarak tahmin edilmektedir. Bu değer kıtalar/ülkeler arasında ya da aynı ülkenin içindeki bölgeler arasında dahi büyük değişkenlik gösterebilmektedir. Çocukluk çağı astımı prevalansı farklı ülkelerde %3-40 arasındadır (Asher ve ark. 2006). Ülkemizde ise bölgeden bölgeye değişmekle birlikte %3-10 olarak ifade edilmektedir (Kurt ve ark. 2007).

Astım oluşumunda, diğer allerjik rahatsızlıklarda olduğu gibi, genetik faktörlerin yanında çok sayıda çevresel faktör rol oynamaktadır. Soğuk hava, sigara dumanına maruz kalım, viral solunum yolu enfeksiyonları, ağaç ve çiçek polenleri, hayvan tüyleri gibi çevresel faktörler astım semptomlarının artmasında etkili olmakta ve astım ataklarını tetiklemektedir. Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar diğer potansiyel çevresel faktörleri arasında yer alan hava kirliliğinin çocukluk çağı astımı ile ilgili hem akut hem de kronik etkileri hakkında artan kanıtlar sunmaktadır.

2.6.2. Allerjik rinit

Allerjik rinit alerjenlerin burun mukozasına yapışarak iltihabi reaksiyonları başlatması ile ortaya çıkan üst solunum yollarının immünglobulin E (IgE) aracılı kronik inflamatuvar hastalığı olarak tanımlanmaktadır. Burun mukozasının yanında boğaz, sinüsler, gözler ve kulaklar hastalıktan etkilenen diğer organlardır. Hastalığın temel semptomları arasında hapşıırma, burunda ve gözlerde kaşıntı, burun akıntısı/tıkanıklığı ve mukus artışı bulunmaktadır. Allerjik rinit alerjene maruz kalınan ve semptomların ortaya çıktığı varsayılan zaman periyodu göz önüne alınarak mevsimsel, yıl boyu (perennial) ve mesleksel olarak alt gruplara ayrılmıştır. Allerjik rinit mortaliteye neden olmamakla birlikte hastaların uyku düzenini, sosyal yaşamını, okul ve iş performanslarını olumsuz etkileyerek yaşam

kalitelerini düşürmektedir. Toplumda yaygın görülen bir hastalık olması nedeni ile sosyal yükünün yanında ekonomik yükü de fazladır (Öğretmenoğlu 2010).

Allerjik rinit hastalığı iki yüz yıl önce bilinmezken, günümüzde en sık rastlanan solunum sistemi hastalıkları arasında yer almaktadır ve prevalansı son yıllarda giderek artmaktadır (von Mutius 2000). Rinit prevalansı 1950’li yıllarda %5 düzeylerinde bildirilirken, 1990’lı yıllarda bu oran %12’ye, 2000 yılında ise %15’e yükselmiştir (Öztürk ve Bayram 2011). Allerjik rinitin çocukluk çağındaki prevalansı tüm dünyada bölgeye ve yaşa göre değişmekle birlikte günümüzde %2-40 arasındadır. Ülkemizde farklı şehirlerde okul çağı çocuklarında yaşam boyu rinit semptomları prevalansının %10-44 arasında, doktor tanılı allerjik rinit prevalansının ise %2,9-37,7 arasında değiştiği görülmektedir (Kuyucu 2010).

Allerjik rinitin diğer allerjik hastalıklarda da olduğu gibi genetik geçişi vardır ve çevresel alerjenlere maruz kalımdan etkilenmektedir. Yıl boyu süren allerjik rinitlerin genellikle ev tozu akarları, küfler, böcekler ve evcil hayvanlar vb. ev içi alerjenlerle, mevsimsel allerjik rinitlerin ise belli periyodlarla ortaya çıkan polen ve küfler ve ev dışı alerjenlerle ortaya çıktığı kabul edilir (Öğretmenoğlu 2010). Ayrıca, hava kirliliği, sigara dumanına maruz kalım, ilk bir yaşta antibiyotik kullanımı, besin allerjisi varlığı ve geçmişte geçirilen solunum yolu enfeksiyonlarının da allerjik rinitin ortaya çıkmasında rol oynadığı bilinmektedir (Kuyucu 2010).

2.6.3. Allerjik egzama

Allerjik egzama tekrarlayan, pembe renkli, yüzeyi pütürlü olan ve bazen sulantılı olabilen kaşıntılı döküntüler ile karakterize edilen ve çocuklarda en sık görülen kronik cilt rahatsızlığıdır. Hastalığın temel semptomları arasında kabuklanma, pullanma, kızarıklık ve kaşıntı bulunmaktadır. Belirtiler genellikle dirsek çukuru, diz arkası, el bileğinin iç kısmı, ayak üzeri, kulak kenarları, boyun ve göz çevresinde görülür. Allerjik egzamanın etkilediği vücut bölgeleri yaşa göre değişebilmektedir. Allerjik egzama mortaliteye neden olmamakla birlikte hastalarda deri irritasyonuna ve ikincil enfeksiyonlara neden olabilmekte ve hastaların uyku düzenlerini olumsuz etkileyerek yaşam kalitelerini düşürmektedir.

Allerjik egzama hastalığı “atopik dermatit” olarak da bilinmektedir. Atopik kelimesi, hastaların önemli bir kısmında allerji öyküsü olması nedeniyle kullanılmaktadır. Egzama hastalarının çoğunun kan dolaşımında IgE düzeyi yüksektir. Egzamanın çocuklarda atopik rahatsızlıkların ilk adımı olduğunu söylemek mümkündür. Allerjik egzama hastası çocukların yaklaşık üçte birinde daha sonra astım ve allerjik rinit ortaya çıktığı bilinmektedir (Myers ve ark. 2009). Allerjik egzaması olan çocukların %50’den fazlasında şikâyetler yaşamın ilk yılında ve %90’dan fazlasında da 5 yaşından önce ortaya çıkmaktadır. Hastaların yaklaşık 2/3 ünde çocuk büyüdükçe (ergenlik dönemine doğru) şikâyetler kendiliğinden kaybolmaktadır (Öztürkcan ve Bayraktar 2006).

Allerjik egzamanın prevalansı da diğer allerjik hastalıklarda olduğu gibi son yıllarda Dünya genelinde artmıştır. Bu hastalığın görülme sıklığı ülkeler arasında büyük değişkenlik göstermekte ve endüstriyel ve sosyoekonomik gelişmişlikle artmaktadır. Son yıllarda gerçekleştirilen uluslararası geniş ölçekli ISAAC çalışması verilerine göre egzama prevalansı (son 12 ayda kaşıntılı döküntü) 6-7 yaşındaki çocuklarda %0,9 ile %22,5 arasında ve 13-14 yaş grubunda ise %0,2 ile %24,6 arasında değişmektedir (Odhiambo ve ark. 2009). Avrupa ülkelerinde çocuklarda egzama prevalansı genel olarak %10’un üzerindedir (Diepgen 2001; Asher ve ark. 2006). Ülkemizde ise allerjik egzama prevalansı ile ilgili sağlıklı veriler bulunmamakla birlikte, yapılan değişik çalışmalarda %0,9 ile %7 arasında değişen oranlar tespit edilmiştir (Kurt ve ark. 2007).

Allerjik egzamanın oluşum nedenleri tam olarak bilinmemektedir. Egzama hastalarının yarısından fazlasında ailesel astım, allerjik rinit ya da egzama öyküsü vardır. Genetik faktörlerin yanı sıra çevresel faktörler, beslenme (gıda katkı maddelerinin daha sık kullanılması, yiyecek allerjileri vb.) ve stres de hastalığın oluşumunda etkili olmaktadır. İklim değişiklikleri, ter, rutubet, hava kirliliği, alerjenlerle ve iritan maddelerle temas (hayvan tüyü, polen vb.), kapalı ortamlarda geçirilen sürenin artması, enfeksiyonlar ve yaşamın ilk yıllarında maruz kalınan diğer faktörler allerjik hastalıkların artışına neden olarak gösterilmektedir (Diepgen 2001).

2.7. Solunum fonksiyonları

Doğum öncesinde başlayan akciğer gelişimi yetişkinlik dönemine kadar hızla artarak devam etmektedir. Pik solunum fonksiyonları kadınlarda 18-20 ve erkeklerde 22-25 yaşlarında gerçekleşmektedir. Solunum fonksiyonları artan yaş ile birlikte yavaşça azalmaya başlamadan önce yaklaşık 10 yıl boyunca pik değerlerde sabit kalmaktadır (DSÖ 2006). Solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesinde soluk verme sırasındaki hava akım hızının ve akciğer hacminin ölçüldüğü spirometri adı verilen testler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu testler astım gibi hava yollarında daralmaya yol açan (obstrüktif) solunum hastalıklarının tanısında, hastalığın ağırlığını değerlendirmede, tedavi planını belirlemede ve düzenli aralıklarda yapıldığında astımın izleminde ve tedaviye uzun dönem yanıtın değerlendirilmesinde oldukça faydalıdır (Karaman 2006). Solunum fonksiyonlarının belirlenmesi için günümüzde standart ölçüm teknikleri ile ilgili rehber ve öneriler yayınlanmıştır (ATS 1995).

Spirometri testleri sırasında kaydedilen parametrelerden önemlileri arasında birinci saniyedeki zorlu ekspirasyon hacmi (FEV_1), zorlu vital kapasite (FVC), zirve ekspiratuvar akım hızı (PEF), ekspiryum ortası hava akımı (FEF_{25-75}) ve zorlu ekspirasyon oranı (FEV_1/FVC) sıralanabilir. Bu hacim ve akım hızı parametrelerinden bazıları genel olarak büyük hava yolları ile ilgili iken bazıları da küçük hava yolları ile ilgili solunum fonksiyonlarını yansıtmaktadır (DSÖ 2005). Şekil 2.10'da önemli solunum fonksiyon parametreleri spirogram grafikleri üzerinde gösterilmiştir. Bu parametreler aşağıda kısaca açıklanmaktadır;

FEV_1 (Birinci Saniyedeki Zorlu Ekspirasyon Hacmi- Forced Expiratory Volume in 1 s): Maksimum bir inspirasyondan (soluk alma) sonra yapılan maksimum bir ekspirasyonun (soluk verme) ilk bir saniyesinde çıkarılan hava hacmidir. Litre ya da mL cinsinden ifade edilir Akciğerin ne kadar hızlı boşalabildiğini gösteren bir ölçümdür. Bu parametrenin büyük olması büyük havayollarını yansıtır. FEV_1 parametresi işbirliği ve efora bağlıdır. FEV_1 parametresi daha ziyade ileri yaş hastalığı olarak kabul edilen ve çocuklarda sık görülmeyen Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH)'nın şiddetini ve seyrini göstermedeki en yararlı solunum fonksiyon testi parametresidir.

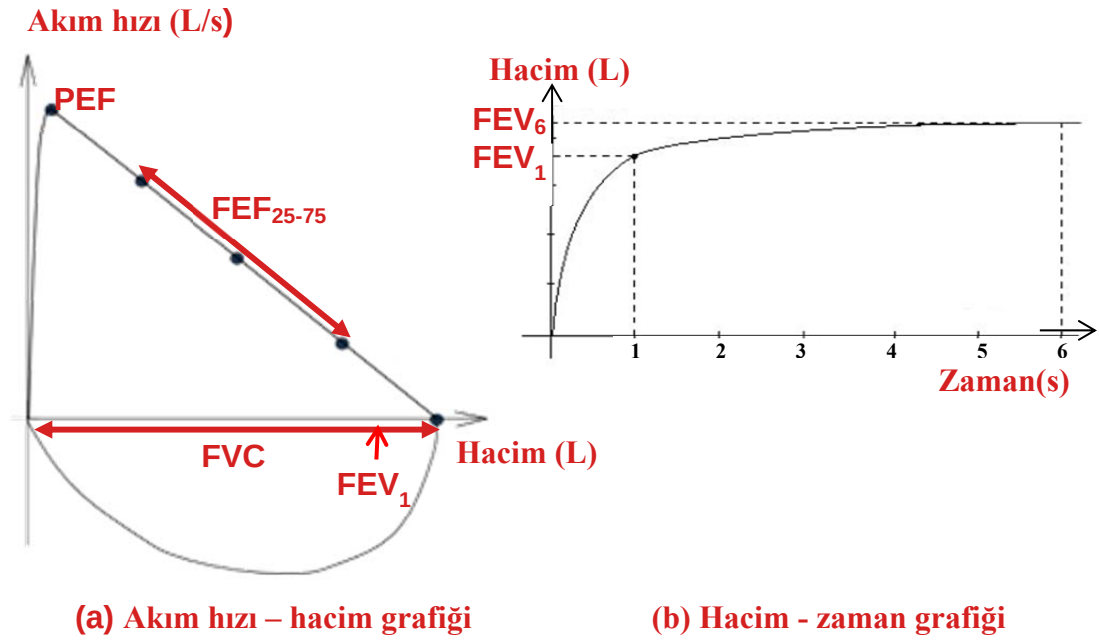
FVC (Zorlu Vital Kapasite-Forced Vital Capacity): Derin bir inspirasyondan sonra, zorlu ekspirasyonla çıkartılabilen maksimum hava hacmidir. FVC’de azalma kronik bronşit, astım gibi rahatsızlıklara bağlıdır.

PEF (Zirve ekspiratuar akım hızı - Peak Expiratory Flow): Zorlu ekspirasyonda ölçülen en yüksek akım hızını verir. Astım tanısında kullanılan bu parametre genellikle FEV_1 ile iyi bağıntı gösterir.

FEF_{25-75} (Ekspiryum ortası hava akımı - Forced Expiratory Flow between 25 and 75% expired volumes): Zorlu ekspirasyon sırasında akciğerdeki hava hacminin (FVC) %25-75’inin atıldığı periyoddaki ortalama akım hızıdır. Orta ve küçük havayollarından gelen akımı yansıtan bu parametre FVC ölçümünün doğruluğuna ve efora bağlıdır.

FER (Zorlu Ekspirasyon Oranı - Forced Expiratory Ratio): FEV_1 ve FVC değerlerinin oranı (FEV_1/FVC) bize FER değerini vermektedir. Genel olarak volümlerin %80’i ilk saniyede atılır. Farklı uzmanların görüşüne göre çocuklarda FEV_1/FVC oranı %75-90’dan düşük olması hava akımındaki azalmanın ya da engellenmenin göstergesidir (Götschi, 2008; Karaman, 2006). Bu çalışmada kritik değer olarak %85 esas alınmıştır. Obstruktif ve restriktif patolojilerin ayırımında kullanılır. Oranın <%70 olması havayolları obstruktifi anlamına gelir, restriktif patolojilerde ise oran korunur.

Solunum fonksiyonlarının doğum öncesi, bebeklik, çocukluk ve ergenlik dönemlerinde gelişimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında genetik faktörler (cinsiyet, ırk vb.), antropometrik faktörler (boy, kilo vb.), erken doğum, viral enfeksiyonlar, beslenme ve sigara kullanımı ile birlikte aralarında hava kirliliğinin de bulunduğu birçok çevresel faktör sıralanabilir. Hava kirliliğine bağlı olarak çocukların solunum fonksiyonlarında geçici ya da sürekli bozulmaların meydana geldiği günümüzde kabul edilmektedir. Konu ile ilgili ilk bulgularda tutarsızlıklar bulunmakla birlikte, son on yılda gerçekleştirilen çalışmaların tümüne yakını özellikle kentsel bölgelerde dış ortam havasında bulunan kirlleticilerinin hem astımlı hem de sağlıklı çocukların solunum fonksiyonları ile ilgili akut ve kronik olumsuz etkiler gösterdiğini bildirmektedir (Fischer ve ark. 2002; Gauderman ve ark. 2002, 2004).



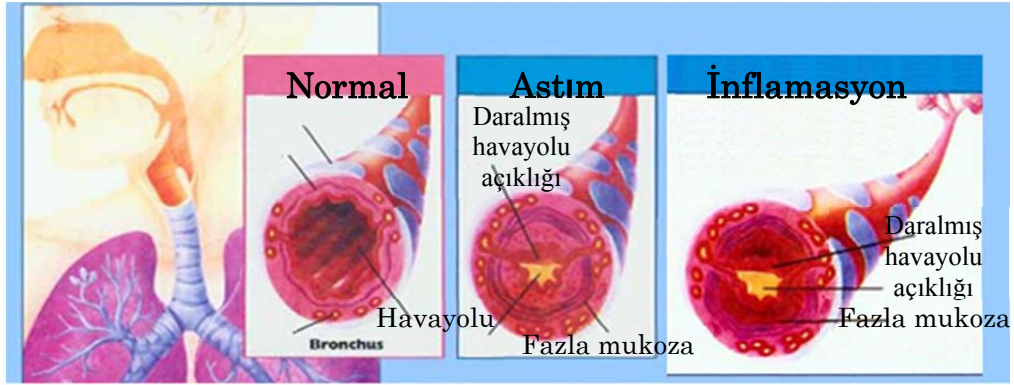
Şekil 2.10. Solunum fonksiyon parametrelerini gösteren spirogram grafikleri

2.8. Solunum Yolları İnflamasyonu ve Ekshale NO Ölçümleri

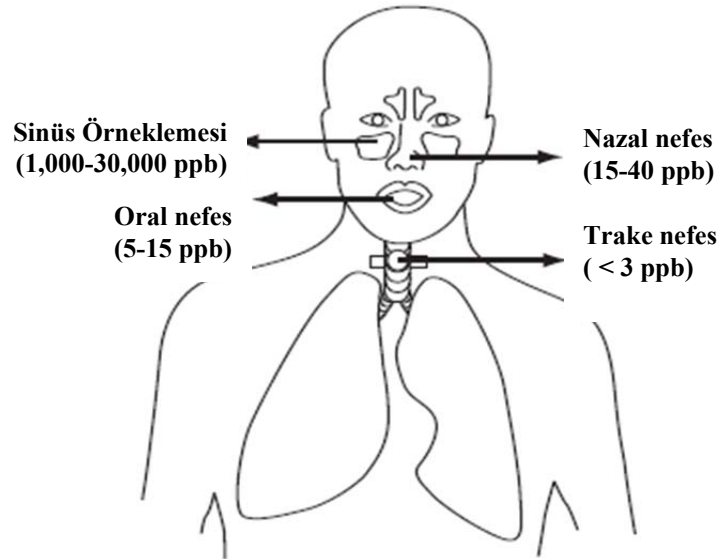
İnsan vücudunda akciğerlerdeki hücrelerde bazı enzimlerin aracılığı ile L-arginine'den sentezlenen Azot Monoksit (NO) solunum yolları sisteminde de mevcuttur. Solunum yolları epitelinde üretilen NO'nun bir kısmı ekspirasyon havası ile dışarı atılır. Ekspirasyon havasında NO'nun varlığının ilk defa 1991 yılında belirlenmesi ile NO ölçümüne ilgi artmış ve günümüzde ekspirasyon havasında en çok çalışılan gaz bileşen haline gelmiştir (Gustafsson ve ark. 1991; Oğuzülgen 2000, 2002; Yurdakul 2002; ATS/ERS 2005). 1993'te astımlı hastalarda ekspirasyon havasında NO düzeyinin (eNO) artmış bulunduğunun yayınlanması ile bu basit noninvaziv yöntemin astım değerlendirilmesinde kullanılabileceği görüşü gündeme gelmiştir. Çeşitli gözlemlerle ekspirasyon havasında ölçülen yüksek NO seviyelerinin solunum yolu inflamasyonu (iltihaplanma ve yanma) yakından ilişkili olduğu gösterilmiştir (Bkz. Şekil 2.11). Ekshale NO düzeyi ve dolayısıyla inflamasyon ölçümünün astım ve KOAH gibi çeşitli akciğer hastalıklarında tanı ya da tedaviye yanıtın izlenmesinde aktivite belirteci olarak kullanılabileceğini gösteren birçok çalışma mevcuttur (Murata ve

ark. 2007). Ekshale NO seviyelerinin belirlenmesi için günümüzde standart ölçüm teknikleri ile ilgili rehber ve öneriler yayınlanmıştır (ATS/ERS 2005).

Ekspirasyon havasında ölçülen NO seviyeleri sağlıklı bireylerde ortalama 5-15 ppb (milyarda bir birim) oranında saptanır (Bkz. Şekil 2.12) (Anonim 2007). Ekshale NO seviyelerini etkileyen faktörler arasında demografik faktörler, iç ortam ve dış ortam hava kirliliği, sigara dumanına maruz kalım, iç ortam ve dış ortam alerjenleri, soğuk algınlığı gibi akut solunum yolu rahatsızlıkları ve astım gibi kronik solunum rahatsızlıklarının varlığı ön sıralardadır (Steerenberg ve ark.1999).



Şekil 2.11. Hava yolları inflamasyonu



Şekil 2.12. İnsan vücudunda ölçülen Azot Monoksit miktarları (Anonim 2007)

3. KONU İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dış ortam hava kirliliğinin insan sağlığına etkilerinin ele alındığı bu tez çalışmasında, hassas grup olmaları nedeni ile çocuklar üzerine yoğunlaşmıştır. Bu tez kapsamında hava kirleticilerinin çocukluk döneminde görülen allerjik hastalıklara (astım, rinit ve egzama), solunum fonksiyonlarına ve hava yolları inflamasyonuna etkileri incelendiğinden, hava kirleticilerinin söz konusu sağlık çıktıları ile ilgili etkilerine yönelik olarak bir literatür araştırmaları gerçekleştirilmiş ve sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

3.1. Hava Kirliliğinin Çocukluk Çağındaki Allerjik Hastalıklar ile İlgili Etkileri

Allerjik hastalıklar için potansiyel bir risk faktörü olan hava kirliliğinin etkilerini inceleyen çalışmaların sayısı son yıllarda önemli miktarda artmıştır. Konu ile ilgili epidemiyolojik çalışmalar hava kirleticilerinin allerjik hastalıklar ile ilişkisini;

(a) hava kirliliğinin allerjik hastalıkların prevalans ve insidansına etkisi (kronik etkiler) ve

(b) hava kirliliğinin mevcut allerjik hastalıkların seyrindeki kötüleşmelere etkisi (akut etkiler)

olmak üzere iki ana kategoride ele almaktadır.

Hava kirleticilerine uzun süreli maruz kalım sonucu ortaya çıkan kronik etkileri inceleyen çalışmalar çoğunlukla prevalans verilerinin ele alındığı kesitsel (cross-sectional) çalışmalar ya da allerjik hastalıkların insidansındaki değişimi inceleyen prospektif kohort çalışmalardır (DSÖ 2005). Doktor tanısı ve semptomların ankete dayalı olarak tespit edilmesi allerjik hastalıkların prevalansının ve insidansının belirlenmesinde en sık kullanılan yöntemlerdir. Örneğin, allerjik rahatsızlıklar konusunda yapılmış ve yapılmakta olan en kapsamlı ve küresel ölçekli çalışma olan Uluslararası Çocukluk Çağı Astım ve Allerjik Hastalıklar Çalışması (ISAAC) anketi bu amaçla yaygın olarak kullanılmaktadır (Beasley ve ark. 1998; Asher ve ark. 2006; Anderson ve ark.

2010). Hava kirliliğine kısa süreli maruz kalımın sonucu ortaya çıkan akut etkiler ise hava kirleticilerinin seviyelerinin arttığı dönemlerde allerjik hastalıkları olan kişilerin bu hastalık ile ilgili şikâyetlerinde (hastane yatışları, acil başvuruları, ilaç kullanımı, okul devamsızlıkları) geçici artış ile ilgilidir (Maynard 2004; Curtis ve ark. 2006). Ülkemizde de hava kirliliğinin çocuklarda görülen allerjik hastalıklar ile ilgili etkilerini inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır (Keleş ve Ilıcalı 1998; Keleş ve ark. 1999a; Keleş ve ark. 1999b; Tomaç ve ark. 2005; Tecer ve ark. 2008; Gül ve ark. 2011).

Hava kirliliğinin allerjik hastalıklar ile ilgili etkilerini inceleyen mevcut çalışmalarda bazı yöntemsel sıkıntılar yaşanmaya devam etmektedir. Bu sıkıntılar çalışma tasarımının türü, incelenen kirleticiler ve bu kirleticilerin ölçüm yöntemleri, kirleticilerin birbirleri arasındaki ilişkiler, semptomların ya da hastalıkların kısa ya da uzun vadede tespiti ile ilgili yöntem, incelenen popülasyon, potansiyel karıştırıcı/etki değiştirici faktörler, iklimsel, coğrafik ve sosyoekonomik değişkenler ve kullanılan istatistiksel modeller ile ilgilidir (Arnedo-Pena ve ark. 2009). Diğer yandan, yeterince uzun süreli takiplerin yapıldığı prospektif kohort çalışmaların sayısı henüz sınırlıdır (Myers ve ark. 2009; Gehring ve ark. 2010).

Bazı çalışmalar gelişmiş ülkelerde çocuk popülasyonunda allerjik rahatsızlıkların sıklığının artışı hava kirliliğine bağlamakta, bazıları ise bu etkiyi önemsiz bulmaktadır. Hava kirliliğinin allerjik rahatsızlıklarla ilişkisini ortaya koyan çalışmaların sayısı her geçen gün artmakla birlikte hava kirliliği çocuklarda görülen allerjik hastalıkların oluşumunda ve semptomlarının artışında rol oynayan ana faktörler arasında gösterilmemektedir (Schwartz 2004). Çocuklarda sık görülen allerjik rahatsızlıklar arasında en önemlilerinin astım, rinit ve egzama olması nedeniyle, bu üç allerjik hastalık ve hava kirliliği ile ilişkisini inceleyen çalışmalar aşağıda sırası ile özetlenmiştir.

3.1.1. Çocukluk çağında astım ve hava kirliliği

Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar diğer potansiyel çevresel faktörleri arasında yer alan hava kirliliğinin çocukluk çağı astımı ile ilgili hem akut hem de

kronik etkileri hakkında artan kanıtlar sunmaktadır. Çizelge 3.1’de farklı ülkelerde yaşları 0 ile 18 arasında değişen çocuklar ile gerçekleştirilen, yaygın hava kirleticilerinin çocukluk çağı astımına kronik/akut etkilerinin incelendiği ve son 20 yılda yapılmış olan önemli gözlemsel epidemiyolojik çalışmalar listelenmiştir.

3.1.1.1. Kronik etkiler

Küresel astım prevalansı paternleri hava kirliliğinin astım oluşumunda ana risk faktörleri arasında yer almadığını göstermektedir. Çin ve Doğu Avrupa gibi partikül madde/SO₂ kirleticilerinin seviyelerinin en yüksek olduğu ülkelerde genel olarak düşük astım prevalansları görülmektedir. ABD ve Avrupa gibi NO₂/O₃ kirleticilerinin seviyelerinin yüksek olduğu ülkelerde ise astım prevalansları orta seviyelerdedir. Diğer yandan, Yeni Zelanda gibi hava kirliliğinin en az olduğu ülkelerde küresel ölçekte en yüksek astım prevalansları belirlenmiştir (Beasley ve ark. 1998; Maynard 2004).

Hava kirliliğinin çocukluk çağı astımının prevalans ve insidansına etkileri ile ilgili çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (von Mutius 2000; DSÖ 2005). Bazı epidemiyolojik çalışmalar hava kirleticilerine maruz kalımın çocuklarda astımın gelişmesi ile ilişkili olduğunu bildirirken (Studnicka ve ark. 1997; van Vliet ve ark. 1997; Guo ve ark. 1999; Wang ve ark. 1999; Ramadour ve ark. 2000; McConnell ve ark. 2002; Shima ve ark. 2003; Zmirou ve ark. 2004; Gauderman ve ark. 2005; Penard-Morand ve ark. 2005, 2010; Hwang ve ark. 2005; Brauer ve ark. 2007; Clark ve ark. 2010; Gehring ve ark. 2010), bazı çalışmalar böyle bir ilişki saptayamamıştır (Dockery ve ark. 1989; Wjst ve ark. 1993; Braun-Fahrlander ve ark. 1997; Peters ve ark. 1999; Oftedal ve ark. 2009; Anderson ve ark. 2012; Hoek ve ark. 2012). Mevcut çalışmaların sonuçlarındaki çelişkili durumlar astım ile ilgili sağlık çıktılarının anket yöntemi ile bireylerin kendileri tarafından rapor edilmesi ve çalışmalar arasındaki diğer yöntemsel farklılıklar (kullanılan anketin türü, maruz kalımın değerlendirilmesi ile ilgili farklılıklar vb.) ile açıklanabilir. Özellikle konu ile ilgili olarak gerçekleştirilen ilk çalışmalarda verilen çelişkili sonuçların hava kirliliği maruz kalım bilgilerinin sabit

istasyonlardan elde edilen ölçümlere dayanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer yandan, son yıllarda yeterince uzun süreli izlemlerin yapıldığı ve kişisel maruz kalımın daha iyi temsil edilebildiği prospektif kohort çalışmalarının sayısı artmıştır. Günümüzde giderek artan sayıda çalışma hava kirliliğinin astım oluşumunda rol oynayabileceğini belirtmektedir ve astım gelişiminin hava kirliliği ile ilişkisi olduğuna dair inanış her geçen gün yaygınlaşmaktadır (Brunekreef ve Holtage 2002; D'Amato ve ark. 2005; Gehring ve ark. 2010).

Çeşitli hava kirleticilerinin astım prevalansına etkisini inceleyen çalışmalarda ozon ile ilgili bulgular dikkat çekicidir (Peters ve ark. 1999; Wang ve ark. 1999; Ramadour ve ark. 2000; McConnell ve ark. 2002; Penard-Morand ve ark. 2005). Güney Kaliforniya'da 12 farklı bölgede yaşayan ve astım öyküsü bulunmayan 9-16 yaş arasındaki 3.535 çocuk ile gerçekleştirilen prospektif kohort çalışmada 5 yıl süren izlemlerde yüksek ozon derişimlerinin (dört yıllık ortalama $112-138 \mu\text{g m}^{-3}$ arasında) ölçüldüğü bölgede yaşayan ve üç ya da daha çok spor çeşidi ile ilgilenen çocuklarda astım gelişme riskinin herhangi bir spor dalı ile uğraşmayan çocuklara göre önemli oranda fazla (bağıl risk 3,3 (1,9-5,8)) olduğu görülmüştür. Bu ilişki düşük ozon seviyelerinin ölçüldüğü bölgede gözlenmemiştir. Bu çalışmanın bulguları egzersiz yapmanın ventilasyon hızını önemli ölçüde arttırabileceğini ve ozonun akciğerlerde daha içlere kadar taşınmasını sağlayabileceğini göstermiştir. Egzersizin bu etki değıştirici özelliği söz konusu çalışmada incelenen diğer klasik hava kirleticileri için gözlenmemiştir. Bu çalışmanın kohort tasarımı gereği çocukların uzun süre takip edilmesi, 5 yıl süreli izlem boyunca izi kaybedilen popülasyonun oranının düşük olması ve hava kirliliği ölçümlerinin kalitesi çalışmanın sonuçlarını güçlendirmiştir (McConnell ve ark. 2002). Diğer yandan, aynı proje kapsamında gerçekleştirilen bir kesitsel çalışmada Güney Kaliforniya'da incelenen 12 bölgede astım prevalansı ile ozon düzeyleri arasında ilişki bulunamamıştır (Peters ve ark. 1999). Tayvan'da gerçekleştirilen bir ISAAC çalışmasında ise incelenen 24 bölgede 11-16 yaş arasındaki 165.173 lise öğrencisinde son 12 aydaki astım prevalansı ile yıllık ortalama O_3 düzeyleri arasında ilişki bulunduğu rapor edilmiştir (Wang ve ark. 1999). Fransa'da gerçekleştirilen bir ISAAC çalışmasında da incelenen 7 bölgede

en az üç yıldır yaşayan 13-14 yaşındaki 2.445 çocuk için astım prevalansının yıllık ortalama O₃ düzeyleri ile arttığı, birey bazında analiz gerçekleştirildiğinde (sosyo-ekonomik seviye ve aile hikâyesi dikkate alındığında) bu ilişkinin yok olduğu belirtilmiştir (Ramadour ve ark. 2000).

Trafik kaynaklı hava kirliliğinin de astım oluşumu ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Delfino 2002). Konu ile ilgili ilk çalışmalarda maruz kalım ölçütü trafik yoğunluğu ve ana yollara yakın yaşamak vb. basit ölçüler kullanılmış ve genellikle kesitsel olarak tasarlanan bu çalışmaların çoğunda hava kirliliği ile astım oluşumu arasında ilişki gözlenememiştir (Wjst ve ark. 1993; English ve ark. 1999; Ciccone ve ark. 1998). Bununla birlikte, Hollanda’da gerçekleştirilen bir kesitsel çalışmada özellikle kamyon trafiği olmak üzere yoğun trafiğe sahip anayolların yakınındaki okullarda okuyan çocuklarda daha yüksek oranlarda astım bildirilmiştir (van Vliet ve ark. 1997). Trafik kaynaklı hava kirliliğine maruz kalımın ilgili kirleticilerin seviyelerini ölçme ya da modelleme yaklaşımı ile daha doğru olarak belirlendiği sonraki çalışmaların bazıları yüksek seviyelerde trafik kaynaklı hava kirliliğine maruz kalan çocuklarda astım insidansında ya da semptomlarında artış olduğunu belirtmiştir (Brauer ve ark. 2002; Nicolai ve ark. 2003; Kim ve ark. 2004; Gauderman ve ark. 2005; McConnell ve ark. 2006). Bu çalışmaların çoğu NO₂’yi trafik kaynaklı hava kirliliğine maruz kalımın ölçütü olarak kabul etmiştir. Diğer yandan, trafik emisyonları astım oluşumunda NO₂’den daha etkili olan geçiş metalleri ve organik aerosoller gibi diğer kirleticileri de içermektedir (Lin ve ark. 2003). Avusturya’da trafik kaynaklı hava kirliliğinin belirteci olarak dış ortam NO₂ ölçümlerinin kullanıldığı kesitsel çalışmanın sonuçları oldukça ilgi çekicidir. Yerel endüstriyel hava kirliliği kaynaklarının bulunmadığı bir bölgede yaşayan 843 çocuğun incelendiği çalışmada 3 yıllık ortalama dış ortam NO₂ seviyeleri ile çocuklarda astım prevalansı arasında kuvvetli ilişki bulmuştur. Bu çalışmada NO₂ seviyelerinin en yüksek ve en düşük olduğu bölgeler için Odds Oranı 5.81 (%95 Güven Aralığı 1,27-26,5) gibi oldukça yüksek bir oran olarak bildirilmiştir. (Studnicka ve ark. 1997). Trafik kaynaklı kirleticilerden olan nano ölçekli (ultra ince) dizel egzoz partiküllerinin (DEP) de çeşitli alerjenleri yüzeylerine bağlanmasını sağlayarak alerjenlerin solunum yollarına ulaşmasında taşıyıcı rol oynadığına inanılmaktadır

(Keleş 2010; Öztürk ve Bayram 2011). Konu ile ilgili bazı deneysel çalışmalar da DEP'e maruz kalımın immünglobulin E (IgE) oluşumunu, allerjik hava yolu inflamasyonunu ve astım ataklarını arttırabileceğini göstermiştir (Knox ve ark. 1997; Bayram ve ark. 1998; Diaz-Sanchez ve ark. 2000; Riedl ve Diaz-Sanchez 2005; Riedl 2008).

Penard-Morand ve arkadaşları (2005) Fransa'da arka plan hava kirliliğine uzun süreli maruz kalım ile çocuklardaki allerjik rahatsızlıkların ilişkisini incelemek üzere çocukların okuduğu okullara yakın ölçüm istasyonlarına ait üç yıllık ortalama NO₂, SO₂, PM₁₀ ve O₃ değerlerini kullanarak kesitsel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Artan PM₁₀, O₃ ve SO₂ seviyeleri ile artan oranlarda astım prevalansı arasında anlamlı ilişki bulunurken, bu ilişki NO₂ için tespit edilememiştir. Aynı grubun daha sonra gerçekleştirdiği başka bir çalışmada ise astım prevalansı (kümülatif ve son 12 ayda) ile PM₁₀, SO₂, NO_x, CO ve benzen (C₆H₆) seviyeleri arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (Penard-Morand ve ark. 2010).

Clark ve arkadaşlarının (2010) Kanada'da hastane kayıtlarını geriye dönük olarak inceledikleri bir retrospektif çalışmada, anne karnında ve yaşamının ilk yılında hava kirleticilerine (CO, NO, NO₂, PM₁₀, SO₂ ve siyah karbon ve nokta kaynaklara yakınlık) maruz kalan çocuklarda 3-4 yaşına kadar astım gelişme riskinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada en büyük etki trafik kaynaklı kirleticiler (CO, NO, NO₂,) için gözlenmiştir.

Ülkemizde, hava kirliliğinin çocukluk çağı astımı ile ilgili kronik etkilerinin incelendiği çalışmaların sayısı sınırlıdır (Tomaç ve ark. 2005; Gül ve ark. 2011). Zonguldak'ta yaşayan 6-16 yaşındaki 1.500 çocuğa uygulanan ISAAC anketinde semptomatik astımlı çocuk sayısı ile dış ortam SO₂ ve toplam partikül madde derişimleri arasında güçlü pozitif bağıntının bulunduğu bildirilmiştir. Daha sonra Eskişehir'de gerçekleştirilen bir çalışmada da hava kirleticilerinin seviyelerinin daha yüksek olduğu endüstriyel bölgede yaşayan lise çağındaki çocuklarda son 12 aydaki astım semptomlarının prevalansının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Gül ve ark. 2011).

Çizelge 3.1. Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	İstatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
A-KESİTSEL ÇALIŞMALAR									
Kümülatif astım prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=6.537, 9-11 yaş	Trafik yoğunluğu: 7.000-125.000 araç/gün	-	-	-	-	X (trafik yoğunluğu)	Wjst ve ark. 1993
Astım ve vizing prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	ABD n=13.369, 8-12 yaş	Yıllık ort. PM ₁₀ :23,8±5,0 µg m ⁻³ PM _{2,5} :14,5±4,2 µg m ⁻³ SO ₂ :4,8±3,5 ppb O ₃ (24s):27,8±5,1 ppb	X (asit aerosolleri, PM ₁₀ , PM _{2,5})	-	X	X	X gaz asitleri	Dockery ve ark. 1996
Vizing prevalansı ve diğer astım semptomları	Çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n=291, 0-15 yaş	Trafik yoğunluğu: 7.000-125.000 araç/gün	-	-	-	-	✓ (trafik yoğunluğu)	Oosterlee ve ark. 1996
Doktor tanıli astım ve vizing prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	İsviçre n=4.470, 6-15 yaş	-	X (PM ₁₀)	X (NO ₂)	X	X	-	Braun-Fahrlander ve ark. 1997
Doktor tanıli astım prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	Avusturya n=843, 7 yaş	3 yıllık ort. NO ₂ : 6-17 ppb SO ₂ : 6-12 ppb O ₃ : 16-38 ppb	-	✓ (NO ₂)	-	-	-	Studnicka ve ark. 1997
Doktor tanıli astım prevalansı ve astım semptomları (kız çocukları için)	Çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n=1.068, 7-12 yaş	Siyah duman: 5,1-28µg.m ⁻³ NO ₂ : 9,2-30,0 µg m ⁻³	X (siyah duman)	X (NO ₂)	-	-	✓ (anayola yakın oturmak)	Van Vliet ve ark. 1997

Çizelge 3.1. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	İstatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
Kümülatif doktor tanılı astım prevalansı ve ankete dayalı astım prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	Tayvan (Çin) n=331.686, 13-15 yaş	Yıllık ort. PM ₁₀ : 69,2±17,8 µg.m ⁻³ NO _x : 35,1±13,4 ppb SO _x : 7,57±4,1 ppb O ₃ : 21,3±4,5 ppb CO: 853±277ppb	X (PM ₁₀)	✓ (NO _x)	X	X	✓ (CO)	Guo ve ark. 1999
Doktor tanılı astım prevalansı, son 12 ayda vizing ve öksürük prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	ABD n=3.676, 9-16 yaş	PM ₁₀ (24s): 13,0-70,7 µg m ⁻³ NO ₂ : 2,7-42,6 ppb O ₃ (24s): 20-65ppb Asit: 1,0-50 ppb	X (PM _{2.5} , PM ₁₀)	✓ (NO ₂)	-	X	✓ inorganik asit buharı (HNO ₃ + HCl)	Peters ve ark. 1999
Son 12 ayda astım prevalansı ve astım semptomları	Çok değişkenli lojistik regresyon	Tayvan (Çin) n=165.173, 11-16 yaş	Yıllık medyan TSP: 181 µg m ⁻³ NO ₂ : 0,028 ppm O ₃ : 0,022 ppm CO: 0,80 ppm	✓ (TSP)	✓ (NO ₂)	-	✓	✓ (CO)	Wang ve ark. 1999
Son 12 ayda astım prevalansı ve astım semptomları	Çok değişkenli regresyon	Fransa n=2.445, 13-14 yaş	NO ₂ (24s): 20,3-51,3 µg.m ⁻³ SO ₂ (24s): 17,3-57,4 µg.m ⁻³ O ₃ (8s): 30,2-52,1 µg.m ⁻³	-	X (NO ₂)	X	✓	-	Ramadour ve ark. 2000
Son 12 ayda astım, vizing ve öksürük prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=7.509, 5-7 yaş ve 9-11 yaş	Yıllık ort (model) İs: 8-10,73 µg.m ⁻³ NO ₂ : 42,87-57,44 µg.m ⁻³ C ₆ H ₆ : 4,74-7,27 µg.m ⁻³ Trafik yoğunluğu: 2.600-148.000 araç/gün	✓ (is)	✓ (NO ₂)	-	-	✓ (C ₆ H ₆) ✓ (trafik yoğunluğu)	Nicolai ve ark. 2003

Çizelge 3.1. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	İstatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
Son 12 ayda astım prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	ABD n=1.109, 8-11 yaş	Yaz ort. + kış ort. PM ₁₀ : 30 µg.m ⁻³ PM _{2,5} : 12 µg.m ⁻³ Siyah duman: 0,8 µg.m ⁻³ NO ₂ : 23 ppb	X (PM ₁₀ , PM _{2,5} , siyah duman)	✓ (NO ₂)	-	-	-	Kim ve ark. 2004
Kümülatif doktor tanıli astım prevalansı, son 12 ayda vizing prevalansı, son 12 ayda astım ilacı kullanımı	Çok değişkenli lojistik regresyon	ABD N=208, 10 yaş	2 hafta yaz + 2 hafta kış NO ₂ : 12,9 (en düşük bölge)-51,5 ppb (en yüksek bölge)	-	✓ (NO ₂)	-	-	✓ (anayola yakın oturmak, trafik yoğunluğu)	Gauderman ve ark. 2005
Kümülatif astım prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	Fransa n=6.672, 9-11 yaş	3 yıllık ort. (model) PM ₁₀ : 10-29,5 µg.m ⁻³ NO ₂ : 16,3-48,3 µg.m ⁻³ SO ₂ : 1,3-13,7 µg. m ⁻³ O ₃ : 30,0-63,7 µg. m ⁻³	✓ (PM ₁₀)	X (NO ₂)	✓	✓	-	Penard-Morand ve ark. 2005
Kümülatif ve son 12 ayda astım prevalansı	Çok değişkenli marjinal (hiyerarşik doğrusal) model, lojistik regresyon	Fransa n=6.683, 9-11 yaş	3 yıllık ort. (model) NO ₂ : ölçüm noktalarının %64'ü >40 µg. m ⁻³ PM ₁₀ : ölçüm noktalarının %64'ü >20 µg. m ⁻³	✓ (PM ₁₀)	✓ (NO _x)	✓	-	✓ (CO) ✓ C ₆ H ₆	Penard-Morand ve ark. 2010
Son 12 ayda astım semptomları	Çok değişkenli lojistik regresyon	Türkiye n=667, 15-18 yaş	Haftalık ort. (1 ay süre) NO ₂ : 8-36 µg. m ⁻³ O ₃ : 22-89 µg. m ⁻³	-	✓ (NO ₂)	-	✓	✓ Endüstriyel bölgede yaşamak	Gül ve ark. 2011
Kümülatif astım prevalansı ve son 12 ayda vizing prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	Uluslararası >45.000 çocuk	Yıllık ort. PM ₁₀ değerleri 10-90 µg. m ⁻³ arasında	X (PM ₁₀)	-	-	-	-	Hoek ve ark. 2012

Çizelge 3.1. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	İstatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
B-RESTROSPEKTİF (VAKA-KONTROL) ÇALIŞMALAR									
Son 12 ayda astım prevalansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	İtalya n=39.275, 6-7 yaş ve 13-14 yaş	Trafik yoğunluğu: niteliksel değerlendirme (yok, düşük, orta, yüksek)	-	-	-	-	X (kamyon trafiği yoğunluğu)	Ciccone ve ark. 1998
Astım ile ilgili yıllık hastane ziyaretleri sayısı	Çok değişkenli lojistik regresyon	ABD n=8.280, <14 yaş *5996 vaka + 2284 kontrol	Trafik yoğunluğu: 5,900-28,500 araç/gün (maksimum: 167.000 araç/gün)	-	-	-	-	X (trafik yoğunluğu)	English ve ark. 1999
3 yaşına kadar astım insidansı	Çok değişkenli koşullu lojistik regresyon	Fransa n=434, 4-14 yaş *217 vaka + 217 kontrol	Trafik yoğunluğu: Ort. 10-150 (araç/gün)/m	-	-	-	-	✓ (trafik yoğunluğu)	Zmirou ve ark. 2004
C-PROSPEKTİF (KOHORT) ÇALIŞMALAR									
Kümülatif doktor tanıli astım insidansı ve kümülatif vizing insidansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n~4.000,0-2 yaş	Yıllık ort. PM _{2,5} : 16,9 µg. m ⁻³ is: 1,72*10 ⁻⁵ .m ⁻¹ NO ₂ :25,6 µg. m ⁻³	✓ (is, PM _{2,5})	✓ (NO ₂)	-	-	-	Brauer ve ark. 2002
Doktor tanıli astım prevalansı ve astım insidansı	Çok değişkenli orantılı hazard modeli ve Akaike kriteri	ABD n=3.535, 9-16 yaş	PM _{2,5} :7,6-21,4mg.m ⁻³ PM ₁₀ :21,6-43,3mg.m ⁻³ NO ₂ :10,8-29,2 ppb O ₃ :25,1-38,5ppb Asit: 1,8-3,9 ppb	X (PM _{2,5} , PM ₁₀)	X (NO ₂)	-	✓	X inorganik asit buharı	McConnell ve ark. 2002
Kümülatif astım ve vizing insidansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	Japonya n=2.506, 6-9 yaş	Trafik yoğunluğu: 33.000-83.000 araç/12 saat, ana yola yakınlık < 50 metre	-	-	-	-	✓ (anayola yakın oturmak)	Shima ve ark. 2003

Çizelge 3.1. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	İstatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
Kümülatif doktor tanılı astım insidansı ve kümülatif vizing insidansı	Çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n~4.000, 0-4 yaş	Yıllık ort. PM _{2.5} : 16,9 µg.m ⁻³ is: 1,71*10 ⁻⁵ .m ⁻¹ NO ₂ :25,2 µg.m ⁻³	✓ (is, PM _{2.5})	✓ (NO ₂)	-	-	-	Brauer ve ark. 2007
Astım insidansı (zamana bağlı bir sonucu etkileyen - incident - astım olguları)	Çok düzeyli Cox modeli, (rastgele etkiler orantısız hazard modeli)	ABD n=217, 10-18 yaş	NO ₂ için; Yaz: 13,8-50,6 ppb Kış: 5,4-51,3 ppb Yıllık: 9,6-51,3 ppb	-	✓ (NO ₂)	-	-	-	Jerrett ve ark. 2008
Astım insidansı, astım prevalansı ve astım semptomlarının prevalansı	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n=3.863, 0-8 yaş	Yıllık ort. PM _{2.5} : 16,9 µg.m ⁻³ is: 1,72*10 ⁻⁵ .m ⁻¹ NO ₂ :25,4 µg.m ⁻³	✓ (PM _{2.5} ve is)	✓ (NO ₂)	-	-	-	Gehring ve ark. 2010
D-DİĞER TÜR ÇALIŞMALAR									
Kümülatif doktor tanılı astım prevalansı, son 12 ayda astım/vizing prevalansı	Topluma dayalı kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	ABD n= 5.341, 5-7 yaş	Ana yola yakın oturmak; <75m, 75-150,150-300,>300m	-	-	-	-	✓ (anayola yakın oturmak)	McConnell ve ark. 2006
Doktor tanılı astım insidansı, son 12 ayda vizing ve öksürük prevalansı	Topluma dayalı kesitsel çalışma, Cox regresyon modeli ve çok değişkenli lojistik regresyon	Norveç n= 2.871, 9-10 yaş *Kohort içinden seçilmiş popülasyon: 1.551, kohort-dışı popülasyon:1.320	NO ₂ (yaşamın ilk yılı):40,5 µg.m ⁻³ NO ₂ (önceki yıl): yaşamın 2. yılı):25,3 µg.m ⁻³ Anayola ort. mesafe: doğum adresinde 576,4 m, 10 yaşındaki evinde 629 m	-	X (NO ₂)	-	-	X (anayola yakın oturmak)	Oftedal ve ark. 2009

Çizelge 3.1. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	İstatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
Astım insidansı (zamana bağlı bir sonucu etkileyen -incident- astım olguları)	Topluma dayalı vaka-kontrol çalışması(retrospektif inceleme), çok değişkenli lojistik regresyon	Kanada n=37.401, 3-5 yaş *3.482 vaka + 33.919 kontrol	Anayola yakın oturmak: <50 m ve <150 m	✓ (PM ₁₀ ve siyah karbon)	✓ (NO ve NO ₂)	✓	-	✓ (CO) ✓ endüstriyel noktasal kaynaklara yakınlık X (anayola yakın oturmak)	Clark ve ark. 2010
Son 12 ayda şiddetli astım semptomları (en az 4 vizing atağı ya da en az 1 konuşmayı engelleyen vizing ya da haftada en az 1 uykudan uyandıran vizing)	Ekolojik çalışma, Çok düzeyli doğrusal regresyon model	Uluslararası (51 ülkeden 183 şehir) 6-7 yaş ve 13-14 yaş	Uydu fotoğraflarından Medyan PM _{2.5} (2001-2006):15,5 NO ₂ (2005): 0,89 Modellenen O ₃ (2005):53,5	X (PM _{2.5})	X (NO ₂)	-	X	-	Anderso n ve ark. 2012

^a Birim dönüşüm katsayıları (1 atm ve 25 °C için); NO için 1 ppb= 1,25 µg.m⁻³; NO₂ için 1 ppb= 1,88 µg.m⁻³; SO₂ için 1 ppb= 2,62 µg.m⁻³; O₃ için 1 ppb= 2,00 µg.m⁻³; CO için 1 ppb= 1,145 µg.m⁻³; Benzen için 1 ppb= 3,19 µg.m⁻³; 1 ppm= 1.000 ppb

^b ✓ işareti çalışmada incelenen hava kirliliği parametresi ile incelenen sağlık parametreleri arasında anlamlı ilişki saptandığını, X işareti anlamlı ilişki saptanmadığını ve – işareti hava kirliliği parametresinin çalışma kapsamında incelenmediğini göstermektedir.

3.1.1.2. Akut etkiler

Hava kirliliğine maruz kalmanın astım oluşumundaki rolü tartışmalı olmakla birlikte, akciğer gelişimini kötü yönde etkilediği ve mevcut astımı tetikleyerek hastalığın seyrinde akut kötüleşmelere neden olduğu kesindir (von Mutius 2000; Trasande ve Thurston, 2005). Ozon, SO₂ ve NO₂ gibi yaygın hava kirleticilerinin kuvvetli oksidasyon ve hava yollarını tahriş etme özellikleri düşünülürse bu etki beklenmeyecek bir durum değildir. Bahsi geçen akut kötüleşmeler hava kirliliğinin arttığı dönemlerde takip eden günlerde astım hastası olan kişilerin bu hastalık ile ilgili şikâyetlerinde (morbidite) ve ölüm oranlarındaki (mortalite) geçici artış ile ilgilidir (Maynard 2004; Curtis ve ark. 2006).

Hava kirliliğinin astım ile ilgili akut etkilerini ortaya koymak kronik etkilerine göre çok daha kolaydır. Diğer yandan, hava kirleticilerinin atmosferde kompleks bir karışım olarak bulunması ve kirleticilerin sinerjistik etkilere yol açabilmesi hava kirleticilerinin rolünü ayrı ayrı incelemeyi zorlaştırmaktadır (Trasande ve Thurston 2005). Dış ortam havasındaki partiküller, O₃, NO₂ ve SO₂ gibi yaygın hava kirleticilerinin seviyelerindeki kısa dönemli artışların çocuklarda mevcut astımı akut olarak kötüleştirdiği çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Curtis ve ark. 2006; Bateson ve Schwartz 2008; Tzivian 2011). Çizelge 3.2’de hava kirleticilerinin çocukluk çağı astımına akut etkilerinin incelendiği son 20 yılda gerçekleştirilmiş önemli gözlemsel epidemiyolojik çalışmalar listelenmiştir.

Çocukların diğer yaş gruplarındaki insanlara göre hava kirliliğinden daha fazla etkilendikleri bilinmekle birlikte, önceki epidemiyolojik çalışmalar özellikle astımlı ve diğer solunum rahatsızlıkları olan çocukların da sağlıklı çocuklara göre hava kirliliğinin akut etkilerine karşı daha hassas olduklarını göstermiştir (Dockery ve ark. 1989; McConnell ve ark. 1999; Gent ve ark. 2003; O'Connor ve ark. 2008). Hava kirleticilerinin seviyelerindeki artışla bağlantılı olarak astım ataklarının (astım alevlenmelerinin) sayısının arttığı bildirilmektedir (von Mutius 2000; Bateson ve Schwartz, 2008). Bazı çalışmalar bu artışların O₃, NO₂, partiküller vb. yaygın hava kirleticilerinin göreceli olarak düşük derişimlerinin (dış ortam sınır değerlerinin altında) dahi etkili olabildiğini göstermektedir. Örneğin, ABD’nde gerçekleştirilen bir çalışma izin verilen ulusal hava kalitesi

sınır değerlerin altında dahi 1-saatlik ortalama O_3 seviyelerindeki artışın astımlı çocuklarda görülen günlük semptomları ve ilaç kullanım miktarını önemli oranda arttırdığını bildirmiştir (Gent ve ark. 2003). ABD’nde gerçekleştirilen bir diğer çalışma da ulusal hava kalitesi sınır değerlerinin altındaki NO_2 ve $PM_{2.5}$ seviyelerindeki artışın astımlı çocuklarda atak sayısını ve okula gidilmeyen gün sayısını arttırdığını göstermiştir (O'Connor ve ark. 2008). Bu bulgular, mevcut kısa dönem hava kalitesi sınır değerlerinin çocuklar gibi hava kirliliğinin etkilerine karşı daha hassas olan alt popülasyonların sağlığını korumak için yeterli olmadığını ortaya koymuştur (McCunney 2005).

Hava kirliliğinin arttığı dönemlerde astım semptomlarındaki artış ile ilişkili olarak hastaların daha yoğun bir şekilde hastanelere (acil servis) başvurduğu görülmektedir (Silverman ve Ito 2010). Çocuklarda astıma bağlı hastane başvuruları ve acil servis ziyaretleri önceki 3 güne kadar ölçülen PM_{10} seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir (Schwartz ve ark. 1993). Ülkemizde gerçekleştirilen bir çalışma günlük ortalama $PM_{2.5}$ seviyelerindeki artış ile Zonguldak’ta yaşayan 15 yaşından küçük çocukların astıma dayalı hastane başvuruları (astım ve astım+rinit birlikteliği için) arasında anlamlı ilişki olduğunu bildirmiştir (Tecer ve ark. 2008). Bu çalışmada özellikle ince boyuttaki partiküller için daha fazla etkinin gözlemlendiğini bildirmiştir. Özellikle ince partiküllerin büyük kısmının boyutları çok küçük olduğundan akciğerlerin derinlerine kadar ulaşabildiği bilinmektedir. Farklı boyutlardaki partiküllerin ($PM_{2.5}$, $PM_{2.5-10}$ ve PM_{10}) seviyeleri ile astımlı çocuklarda görülen akut kötüleşmeler arasında ilişkiyi inceleyen çalışmaların sonuçları dikkat çekicidir (Atkinson ve ark. 2001; Lin ve ark. 2002; Tecer ve ark. 2008; Ostro ve ark. 2009). Partikül emisyonlarının ait oldukları kirlenici kaynağın türüne göre içeriklerinde bulundurdıkları elementel karbon (EC), organik karbon (OC), nitrat (NO_3^-), sülfat (SO_4^{2-}) ve potasyum (K) gibi bileşenlerin de çocukluk çağı astımını kötüleştirdiği önceki çalışmalarda tespit edilmiştir (Ostro ve ark. 2009).

Birçok çalışma trafik kaynaklı hava kirliliğinin belirteci olarak ele alınan bir kirlenici olan NO_2 ’nin artan seviyelerinin çocukluk çağı astımındaki kötüleşmeler ile yakından ilişkili olduğunu göstermiştir (Fusco ve ark. 2001; Jalaludin ve ark. 2004; Barnett ve ark. 2005; Lee ve ark. 2006; Ko ve ark. 2007;

O'Connor ve ark. 2008; YoussefAgha ve ark. 2012). Ayrıca, viral solunum yolu enfeksiyonlarının çocuklardaki astım kötüleşmesi için en önemli faktör olarak verildiği bir çalışmada NO₂ seviyelerindeki artışın enfeksiyonlar ile birlikte sinerjistik bir etki yarattığı bildirilmiştir (Chauhan ve ark. 2003).

ABD'nde gerçekleştirilen birçok çalışma özellikle ozon seviyelerindeki kısa süreli artışlar ile çocukluk çağı astımı arasındaki akut kötüleşmeleri vurgulamaktadır (White ve ark. 1994; Tolbert ve ark. 2000; Friedman ve ark. 2001; Gent ve ark. 2003; YoussefAgha ve ark. 2012). 1996'daki Atlanta Olimpiyat oyunları boyunca gerçekleştirilen bir çalışmada bu etkinlik boyunca sabah trafiğinin %29 oranında azalmasına bağlı olarak pik O₃ seviyelerinin %28 oranında düştüğünü ve çocuklarda astım ile ilişkili doktor ziyaretlerinin bu sürede %40 oranında azaldığını bildirmiştir (Friedman ve ark. 2001). Yine Atlanta'da daha önce gerçekleştirilen bir çalışmada da 110 ppb (220 µg m⁻³)'nin üzerindeki ozon derişimleri ile çocuklarda astım ile ilişkili hastanelerin acil servislerine başvuruları arasında ilişki bulunmuş ancak ozonun bu etkisi 110 ppb'nin altında gözlenememiştir (White ve ark. 1994).

Bazı epidemiyolojik çalışmalar hava kirliliğinin arttığı dönemlerde artan astım şikâyetlerine ek olarak aynı zamanda bu hastalığa bağlı ölüm oranlarında da artış olduğunu göstermiştir. Hava kirliliği ile ilişkili ölüm riski yaşlılarda ve üst yaş gruplarında daha fazla olmakla birlikte birkaç çalışma bebeklik ve çocukluk çağında görülen astıma dayalı ölümlerin de hava kirliliğindeki geçici artışlar ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir (Loomis ve ark. 1999; Ha ve ark. 2003). Çelişkili sonuçlar nedeniyle bu konu ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Gouveia ve Fletcher 2000).

Çizelge 3.2. Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili akut etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
AKUT ETKİLER									
Astım ile ilgili günlük acil servis başvuruları	Topluma dayalı çalışma, zaman serileri, Poisson regresyon modeli	ABD <5 yaş ve 5-20 arası	Günlük ort. PM ₁₀ :29,6±18µg.m ⁻³ (6-103) SO ₂ :6,5±5 ppb (0-29)	✓ (PM ₁₀)	-	-	-	-	Schwartz ve ark. 1993
Astım ile ilgili günlük acil servis başvuruları	Topluma dayalı çalışma, zaman serileri	ABD 1-16 yaş *Çoğunlukla siyah çocuklar	6 günlük çalışma boyunca maksimum O ₃ >= 0,11 ppm	-	-	-	✓	-	White ve ark. 1994
Astım ile ilgili semptomlarda (öksürük, vizing, balgam, nefes darlığı) artış ve günlük acil servis başvuruları	Panel çalışması, Autoregressive lojistik regresyon modeli ve genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	Meksika n=71, 5-7 yaş *Astımlı çocuklar	1 yıl boyunca 24-s ort. PM ₁₀ :166,8±72,8µg.m ⁻³ PM _{2,5} : 85,7±30,2µg.m ⁻³ NO ₂ : 0,04±0,01 ppm SO ₂ :0,09±0,05 ppm O ₃ (1-s maks.):190±80 ppb	✓ (PM ₁₀)	-	-	✓	-	Romieu ve ark. 1996
Günlük solunum semptomları ve astım ilacı kullanımı	Panel çalışması, çoklu doğrusal regresyon modeli,	Uluslararası (Avrupa) n=2.010, 6-12 yaş	Şehir bazında 24-s ort. PM ₁₀ :11,2-98,8µg.m ⁻³ BS:4,5-109,2 µg.m ⁻³ NO ₂ :2,7-113,9 µg.m ⁻³ SO ₂ :8,9-74,9 µg.m ⁻³	X (PM ₁₀ , BS)	X (NO ₂)	X	-	-	Roemer ve ark. 1998
Astım ile ilgili günlük acil servis başvuruları	Topluma dayalı çalışma, zaman serileri, Poisson regresyon modeli	ABD 0-18 yaş	15 ay boyunca 24-s ort. PM ₁₀ :21,7±10µg.m ⁻³ NO ₂ :20,2±7,1 ppb SO ₂ :6,0±3,0 ppb O ₃ (8-s maks.): 30,4±14 ppb CO:1,6±0,5ppm	✓ (PM ₁₀)	X (NO ₂)	X	X	✓ (CO)	Norris ve ark. 1999

Çizelge 3.2. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili akut etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
Astım ile ilgili günlük acil servis başvuruları	Çok değişkenli lojistik regresyon, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE), Bayesian model	ABD 0-16 yaş	PM ₁₀ (24-s.ort.): 38,9±15,5µg.m ⁻³ NOx (1-s.ort.): 81,7±53,8 ppb O ₃ (8-s. maks.): 59,3±19,1 ppb	✓ (PM ₁₀)	-	-	✓	-	Tolbert ve ark. 2000
Astım ile ilgili günlük acil servis başvuruları	Genelleştirilmiş toplamsal model (GAM) Poisson regresyon modeli	Uluslararası (Avrupa) 0-14 yaş	2 yıl boyunca 24-s.ort.. PM ₁₀ : medyan (min-maks.) 13,6 (4,3-43,3) µg.m ⁻³ 53,3(17,1-131,7)µg.m ⁻³	✓ (PM ₁₀)	-	-	-	-	Atkinson ve ark. 2001
Astım ile ilgili günlük acil servis başvuruları	Ekolojik çalışma, zaman serileri, Poisson modeli, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	ABD 1-16 yaş	Günlük ort. PM ₁₀ :36,7µg.m ⁻³ NO ₂ :39,2 ppb O ₃ (1-s. maks): 81,3 ppb CO:1,54 ppm	✓ (PM ₁₀)	-	-	✓	-	Friedman ve ark. 2001
Astım ile ilgili günlük hastane başvuruları	Çapraz vaka karşılaştırma, zaman serileri analizi	Kanada 6-12 yaş	13 yıl süreli 24-s. ort. PM ₁₀ :30,16±13,6µg.m ⁻³ PM _{2,5} :17,99±8,49µg.m ⁻³ PM _{10-2,5} : 12,17±7,55µg.m ⁻³	✓ (PM _{2,5-10}) X (PM _{2,5} , PM ₁₀)	-	-	-	-	Lin ve ark. 2002
Günlük solunum semptomları (vizing ve göğüste sıkışma) ve astım ilacı kullanımı	Kohort çalışmadan seçilen popülasyon, çok değişkenli lojistik regresyon	ABD n=271, 2-12 yaş	PM _{2,5} (24-s. ort): 13,1±7,9µg.m ⁻³ O ₃ (1-s.ort.):58,6±19,6 ppb O ₃ (8-s.ort.):51,3±15,5 ppb	X (PM _{2,5})	-	-	✓	-	Gent ve ark. 2003

Çizelge 3.2. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili akut etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
Astım ile ilgili sempt. (öksürük) artış, günlük hastane başvuruları, astım ilacı kullanımı	Kohort çalışmadan seçilen popülasyon, çok değişkenli lojistik regresyon	Avustralya n=148, 8-10 yaş *vizing öyküsü olan çocuklar	1 yıl boyunca 24-s. ort. PM ₁₀ :22,8±13,8µg.m ⁻³ NO ₂ :15±6 ppb O ₃ :12±6,8 ppb	✓ (PM ₁₀)	✓ (NO ₂)	-	X	-	Jalaludin ve ark. 2004
Astım ile ilgili günlük hastane başvuruları	Çapraz vaka karşılaştırma, zaman serileri, meta-analiz	Avustralya ve Yeni Zelanda 5-14 yaş	4 yıl boyunca şehir bazında 24-s. ort. PM _{2,5} :8,1-11,0µg.m ⁻³ PM ₁₀ :16,5-20,6µg.m ⁻³ NO ₂ :7,0-11,5 ppb SO ₂ :0,9-4,3 ppb	✓ (PM _{2,5} , PM ₁₀)	✓ (NO ₂)	✓	-	-	Barnett ve ark. 2005
Astım ile ilgili günlük hastane başvuruları	Poisson regresyon modeli ve geliştirilmiş toplamsal model (GAM)	Hong-Kong (Çin) 0-18 yaş	24-s. ort. PM _{2,5} :45,3±16,2µg.m ⁻³ PM ₁₀ :56,1±24,2µg.m ⁻³ NO ₂ :64,7±20,9 µg.m ⁻³ SO ₂ :17,7±10,7 µg.m ⁻³ O ₃ (8-s.ort): 28,6±16,0 µg.m ⁻³	✓ (PM _{2,5} ve PM ₁₀)	✓ (NO ₂)	X	✓	-	Lee ve ark. 2006
Astım ile ilgili günlük acil servis başvuruları	Retrospektif ekolojik çalışma, Poisson dağılımlı geliştirilmiş toplamsal model (GAM)	Hong-Kong (Çin) 0-14 yaş	24-s. ort. PM _{2,5} :36,4±21,1µg.m ⁻³ PM ₁₀ :52,5±27,1µg.m ⁻³ NO ₂ :53,2±19,3 µg.m ⁻³ SO ₂ :18,8±13,1 µg.m ⁻³ O ₃ : 43,4±23,7 µg.m ⁻³	✓ (PM _{2,5} ve PM ₁₀)	✓ (NO ₂)	X	✓	-	Ko ve ark. 2007
Astım semptomları ve astıma dayalı okul devamsızlıkları	Gözlemsel panel çalışması, karma modeller	ABD n=861, 5-12 yaş *Astımlı çocuklar	Günlük ort. Değerlerin 10-90.persentil aralığı PM _{2,5} :13,2 µg.m ⁻³ NO ₂ :20,4 ppb; SO ₂ :12,4 ppb; O ₃ :26,7 ppb.	✓ PM _{2,5})	✓ (NO ₂)	-	-	-	O'Connor ve ark. 2008

Çizelge 3.2. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda astım ile ilgili akut etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
Astım ile ilgili günlük hastane başvuruları	Çapraz vaka karşılaştırma, Poisson regresyon modeli	ABD 0-18 yaş	4 yıl boyunca şehir bazında 24-s. ort. PM _{2.5} : 14,8-28,8 µg.m ⁻³	✓ (PM _{2.5})	-	-	-	-	Ostro ve ark. 2009
Astım ile ilgili günlük hastane başvuruları	Zaman serileri, Poisson dağılımlı genelleştirilmiş doğrusal model ve lojistik regresyon	Yunanistan n=3.602, 0-14 yaş	Günlük ort. Değerlerin için PM ₁₀ 10.persentil: 22,07 µg.m ⁻³ 90.persentil: 65,59 µg.m ⁻³	✓ (PM ₁₀)	-	-	-	-	Nastos ve ark. 2010
Astım ile ilgili günlük acil servis başvuruları	Zaman serileri, Poisson regresyon modeli	Yunanistan 0-14 yaş	PM ₁₀ (24-s ort.): 43,9 µg.m ⁻³ NO (1-s ort.): 84,8 µg.m ⁻³ SO ₂ (24-s ort.): 16,8 µg.m ⁻³ O ₃ (1-s ort.): 70,9 µg.m ⁻³	✓ (PM ₁₀)	-	✓	✓	-	Samoli ve ark. 2011
Günlük astım alevlenmeleri	Ekolojik çalışma, Poisson regresyon modeli	ABD n=168.825, 4-12 yaş	3 yıl boyunca 3 saatlik ort.değerlerin değişimi. PM _{2.5} : 11-14 µg.m ⁻³ PM ₁₀ : 16-22 µg.m ⁻³ NO ₂ : 7-14 ppb SO ₂ : 4-6 ppb O ₃ (24-s ort): 5-45 ppm CO: 0,2-0,3 ppm	✓ (PM _{2.5})	✓ (NO ₂ , NO _x)	✓	✓	✓ (CO)	YoussefAgha ve ark. 2012

^a Birim dönüşüm katsayıları (1 atm ve 25 °C için); NO için 1 ppb= 1,25 µg.m⁻³; NO₂ için 1 ppb= 1,88 µg.m⁻³; SO₂ için 1 ppb= 2,62 µg.m⁻³; O₃ için 1 ppb= 2,00 µg.m⁻³; CO için 1 ppb= 1,145 µg.m⁻³; Benzen için 1 ppb= 3,19 µg.m⁻³; 1 ppm= 1.000 ppb

^b ✓ işareti çalışmada incelenen hava kirliliği parametresi ile incelenen sağlık parametreleri arasında anlamlı ilişki saptandığını, X işareti anlamlı ilişki saptanmadığını ve – işareti hava kirliliği parametresinin çalışma kapsamında incelenmediğini göstermektedir.

3.1.2.Çocukluk çağında allerjik rinit ve hava kirliliği

Hava kirliliğinin çocuklarda görülen allerjik solunum yolu hastalıkları ile ilişkisini inceleyen epidemiyolojik çalışmalar allerjik rinit gibi üst solunum yolu morbiditelerinden daha çok astım gibi alt solunum yolu hastalıkları ile ilgilidir (Hajat ve ark. 2001; Keleş 2010). Diğer yandan, bu iki allerjik hastalık sıklıkla birlikte görüldüğü için literatürde çoğunlukla astım ve rinit hastalıklarını birlikte inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (Ramadour ve ark. 2000; Hajat ve ark. 2001; Penard-Morand ve ark. 2005, 2010; Hwang ve ark. 2006). Hava kirliliğinin çocuklarda üst solunum yolu rahatsızlıklarına etkilerini araştıran çalışmaların yaklaşık olarak son 20 yıldan bu yana yayınlandığı ve bu çalışmaların sayısının son yıllarda giderek arttığı görülmektedir. Çizelge 3.3’de hava kirliliğinin çocukluk çağında görülen allerjik rinit ile ilgili etkilerini incelendiği gözlemsel epidemiyolojik çalışmalar listelenmiştir.

Çocukluk çağında allerjik rinit ve hava kirliliği ilişkisini inceleyen ilk çalışmalar trafik kaynaklı hava kirliliğine odaklanmış ve maruz kalım parametreleri olarak ölçüme dayalı kirletici seviyelerinden daha çok gözleme dayalı trafik verilerini ele almıştır. Almanya’da gerçekleştirilen ilk çalışmalarda ankete dayalı olarak belirlenen trafik yoğunluğu verileri ile 12-15 yaş arasındaki çocuklarda yine ankete dayalı olarak belirlenen allerjik rinit morbiditesi arasında pozitif bağıntı olduğu belirtilmiştir (Weiland ve ark. 1994; Duhme ve ark. 1996). Bazı çalışmalar ise trafik kaynaklı hava kirliliğine maruz kalımın ölçütü olarak ana caddelere yakında yaşamının etkisini incelemiştir. Hollanda’da gerçekleştirilen bir çalışmada ana caddelere 100 m’den daha yakında yaşamak, havadaki siyah duman seviyeleri ve kamyon trafik yoğunluğu ile 7-12 yaş arasındaki çocuklarda kronik rinit prevalansı arasında pozitif ilişki bulmuştur (Van Vliet ve ark. 1997). Hollanda’da gerçekleştirilen bir başka çalışmada 7-12 yaş arasındaki çocuklarda bölgedeki kamyon trafiği, evin anayola olan mesafesi, PM_{2.5}, is ve NO₂ seviyeleri ile son 12 ayda konjunktivit prevalansı arasında ilişki bulunmuştur (Janssen ve ark. 2003). Daha sonra Almanya’da gerçekleştirilen bir kohort çalışma da doğumdan itibaren 6 yaşına kadar ortaya çıkan doktor tanıli saman nezlesi hastalığı ile ana caddelere 50 m’den daha yakında yaşamak ve uzun

dönem PM_{2.5} maruz kalımı arasında anlamlı ilişki bulunduğunu saptamıştır. (Morgenstern ve ark. 2008). Yaklaşık 4.000 çocuğun doğumdan itibaren 8 yıl süre ile izlendiği bir uluslararası kohort çalışmada ise yalnızca taşınmayan ve 8 yıl boyunca aynı bölgede yaşayan çocuklar için bazı trafik kaynaklı kirleticilerine (PM_{2.5}, NO₂ ve is) maruz kalım ve saman nezlesi prevalansı arasında da ilişki bulunmuştur (Gehring ve ark. 2010).

Allerjik rinit hastalığının prevalansının kentsel bölgelerde ve sanayileşmiş batı toplumlarında daha yüksek olması, hastalığın oluşumunun hava kirliliğine uzun süre maruz kalım ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Almanya'nın bölünmesi allerjik rinit hastalığının oluşmasında hava kirliliğinin etkisinin incelenebilmesi için bir fırsat olmuştur. Ülkenin iki bölgesinde yaşayan ve genetik olarak birbirinden farklı olmayan popülasyonlar yaklaşık 40 yıllık bir süre boyunca birbirinden oldukça farklı çevresel koşullara maruz kalmıştır. Doğudaki Eski Alman Demokratik Cumhuriyeti'nde endüstriyel bölgelerde kış aylarında yüksek SO₂ ve partikül madde derişimleri gözlenirken, Batı Almanya'daki şehirlerde yoğun otomobil trafiği nedeniyle yüksek NO₂ seviyeleri gözlenmiştir. Birleşmeden önce gerçekleştirilen bir çalışma saman nezlesi prevalansının Doğu Almanya'daki şehirlerde yaşayan çocuklarda Batı Almanya'dakilere göre anlamlı daha düşük olduğunu rapor etmiştir. Almanya'nın birleşmesinden sonra Doğu Almanya'da batılı yaşam tarzının yaygınlaşması ile ilgili hızlı değişim sonucunda atopik duyarlılık prevalansının da arttığı gözlenmiştir (von Mutius 1998). Batı Almanya'da az sayıda çocuk ile gerçekleştirilen bir başka çalışmada da trafik kaynaklı yüksek NO_x seviyeleri ile saman nezlesi ve allerjik rinit semptomları arasında pozitif ilişki saptanmıştır. Ancak, düşük NO₂ seviyelerinin bulunduğu kırsal bölgede yaşayan çocuklar analize dâhil edildiğinde bu ilişkinin kaybolduğu gözlenmiştir (Krämer ve ark. 2000).

Konu ile ilgili takip eden çalışmaların da genellikle Avrupa ülkelerinde gerçekleştirildiği dikkati çekmektedir (van Vliet ve ark. 1997; von Mutius 1998; Krämer ve ark. 2000; Hajat ve ark. 2001; Janssen ve ark. 2003; Penard-Morand ve ark. 2005; Annesi-Maesano ve ark. 2007; Morgenstern ve ark. 2008). Asya kıtasında çoğunlukla Tayvan'da gerçekleştirilen bir dizi epidemiyolojik çalışma da hava kirletici parametrelerdeki artışın allerjik rinit prevalansında ve

semptomların sıklığında artışa neden olabileceğini göstermektedir (Lee ve ark. 2003; Yu ve ark. 2005; Hwang ve ark. 2006; Zuraimi ve ark. 2011). Tayvan'da gerçekleştirilen büyük ölçekli bir çalışmada 55 hava kirliliği ölçüm istasyonunun 2 km yakınındaki okullarda okuyan 331.686 çocukta doktor tanılı allerjik rinit prevalansındaki artış istasyonlarda ölçülen yıllık ortalama CO, NO ve O₃ artışı ile ilişkili bulunurken, bu ilişki SO₂ ve PM₁₀ seviyeleri için gözlenmemiştir (Lee ve ark. 2003). Diğer yandan, Fransa da gerçekleştirilen bir çalışmada da artan PM₁₀, O₃ ve SO₂ seviyeleri ile artan oranlarda çocukluk çağı astımı ve allerjik rinit arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Penard-Morand ve ark. 2005). Tayvan'da 32.143 çocuğu kapsayan bir diğer kesitsel çalışmada allerjik rinit prevalansı SO₂, CO ve NO_x seviyeleri ile ilişkili bulunurken, diğer yandan bu ilişki O₃ ve PM₁₀ için gözlenmemiştir (Hwang ve ark. 2006).

Partikül maddelerin allerjik rinit üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmaların sonuçlarının tartışmalı olduğu görülmektedir. Literatür taramasında on beş adet çalışmanın partikül maddelerin allerjik rinit ile ilgili etkilerini incelediği görülmüştür. Bu çalışmaların altısı partikül seviyeleri ile rinit arasında anlamlı ilişki bulunduğunu belirtirken (van Vliet ve ark. 1997; Janssen ve ark. 2003; Penard-Morand ve ark. 2005, 2010; Morgenstern ve ark. 2008; Tecer ve ark. 2008) diğer dokuz çalışma ilişki bulunamadığını belirtmiştir (Hajat ve ark. 2001; Lee ve ark. 2003; Nicolai ve ark. 2003; Hwang ve ark. 2006; Annesi-Maesano ve ark. 2007 ve 2012; Asher ve ark. 2010; Anderson ve ark. 2010; Simoni ve ark. 2010). Açık ortam partikül madde seviyeleri ile çocukluk çağındaki astım, rinokonjunktivit ve egzama prevalanslarındaki değişkenlik arasındaki ilişkinin Dünya genelinde incelendiği çok merkezli çalışmada, farklı kıtalardaki 51 ülkeden 105 ISAAC merkezinde belirlenen prevalanslar ile şehir bazında ölçülen yıllık ortalama PM₁₀ seviyeleri birlikte değerlendirilmiş ve farklı değişkenler ile PM₁₀ arasında ancak zayıf bir ilişki tespit edilebilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre şehir bazındaki ölçümlere bağlı olarak modellenen partikül madde seviyeleri açık ortam hava kirleticilerine kişisel maruz kalımı tahmin etmede yetersiz ve kesin olmayan tahminler vermektedir. Çok merkezli çalışmaların sonuçları, kentsel arka plan PM₁₀ derişimlerinin çocukluk çağındaki allerjik rahatsızlıklar için ülkeler arası ve

ülke içindeki değişkenliği yansıtmada çok az ya da hiç ilişki vermediğini göstermiştir (Anderson ve ark. 2010).

Ülkemizde rinit ve hava kirliliği ilişkisini inceleyen çalışma sayısı sınırlıdır. Keleş ve arkadaşları 1990'lı yılların sonlarında İstanbul'da kirlilik düzeyleri ve allerjik rinit ve üst solunum yolu enfeksiyonlarını ilişkilendirmek üzere bir dizi çalışma gerçekleştirmiştir. İstanbul'da kirlilik düzeyinin farklı olduğu iki bölgede yaşayan lise öğrencilerinde üst solunum yolu hastalıklarının prevalansını araştıran çalışmada, yüksek hava kirliliği düzeyleri ile rinit semptom prevalansı arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğu ve allerjik rinit riskinin yaklaşık 2 kat arttığı saptanmıştır (Keleş ve Ilıcalı 1998). Allerjik rinit semptomlarının prevalansının İstanbul'un hava kirliliğinin yüksek olduğu bir bölgesinde kirliliğin düşük olduğu bir başka semte göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Keleş ve ark. 1999a). Ayrıca, rinit insidansının doğalgaz kullanımı öncesinde (1994) doğalgaz uygulamasının başlamasından iki yıl sonraki (1996) değerlere göre anlamlı şekilde daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Keleş ve ark. 1999b). Türkiye'de yapılan diğer bir çalışmada ise, Zonguldak'ta yaşayan çocuklarda PM_{2,5} seviyelerindeki 10 µg m⁻³ artış için astım ve astım+rinit birlikteliği için sırası ile 1,15 ve 1,21'lik odds oranı artışı bulunmuştur (Tecer ve ark. 2008).

Bazı çalışmalar hava kirliliğinin allerjik rinitin kümülatif prevalansının yanı sıra akut semptomlarını da arttırabileceği ortaya konmuştur. Örneğin, İngiltere'de gerçekleştiren bir çalışmada çocukların rinit nedeniyle hastane başvuruları ile hastaneye başvurmadan önceki 3 ya da 4 gün boyunca ölçülen günlük ortalama SO₂ ve O₃ seviyeleri arasında ilişkili bulunmuştur (Hajat ve ark. 2001). Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmaların da iç ortam hava kirliliğinin çocuklarda allerjik rinit ile ilgili etkilerine odaklandığı dikkati çekmektedir (Simoni ve ark. 2010; Annesi Maesano ve ark. 2012).

Hava kirleticilerinin allerjik çocuk hastalıkları üzerindeki etkileri ile ilgili derleme çalışmaları hava kirleticilerinin allerjisi olmayan kişilerde allerjik hastalıkları başlatmaktan daha ziyade alerjenlere karşı duyarlılığı olan çocuklarda alerjenlerin etkilerini arttırdığını belirtmektedir (Bartra et al. 2007; von Mutius 2000). Konu ile ilgili çalışmaların çoğu hava kirliliğine maruz kalım ile allerjik

rinit arasında ilişki olduğunu belirtirken, bazı çalışmalar da hava kirleticilerinin seviyeleri ile rinit arasında bir ilişki saptanmadığını belirtmiştir (Hirsch ve ark. 1999; Ramadour ve ark. 2000; Nicolai ve ark. 2003). Son epidemiyolojik çalışmalar hava kirliliğine sürekli maruz kalmanın allerjik rinit üzerindeki etkilerine dair delillerin hala yetersiz ve zayıf olduğunu bildirmektedir (Keleş 2010) Trafik kaynaklı hava kirliliği ile rinit ilişkisini inceleyen derlemeler de bu ilişkinin henüz tartışmalı olduğunu belirtmektedir (Heinrich ve Wichmann 2004). Hava kirliliği ve allerjik rinit ile ilgili daha fazla epidemiyolojik çalışmaya ihtiyaç vardır (Brunekreef and Sunyer 2003).

Çizelge 3.3. Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik rinit ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
A-KESİTSEL ÇALIŞMALAR									
Allerjik rinit prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=2.050, 12-15 yaş	Hafta içi günlerinde ağır vasıta trafiği yoğunluğu (az, orta, çok) ve yol türü (anayol, yan yol)	-	-	-	-	✓ (trafik yoğunluğu)	Weiland ve ark. 1994
Son 12 ayda allerjik rinit semptomlarının prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=3.703, 12-15 yaş	Haftaiçi günlerinde ağır vasıta trafiği yoğunluğu (az, orta, çok)	-	-	-	-	✓ (kamyon trafiği yoğunluğu)	Duhme ve ark. 1996
Son 12 ayda allerjik rinit prevalansı (kız çocukları için)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n=1.068, 7-12 yaş	Siyah duman: 5,1-28µg.m ⁻³ NO ₂ : 9,2-30,0µg.m ⁻³	✓ (siyah duman)	-	-	-	✓ (anayola yakın oturmak)	Van Vliet ve ark. 1997
Allerjik rinit insidansı *Genelde günde 1 saatten uzun süren rinit semptomları	Kesitsel çalışma, χ^2 testi	Türkiye n=400, 11.sınıf öğrencileri *1994’de 200 çocuk + 1996’da 200 çocuk	1 yıl boyunca 24-s. ort. TSP: 1994-89,7±49,2µg.m ⁻³ 1996-68,8±38,9µg.m ⁻³ SO ₂ : 1994-185,4±148,5µg.m ⁻³ 1996-100±54,3 µg.m ⁻³	-	-	-	-	✓ (doğalgaz öncesi-sonrası)	Keleş ve ark. 1999a
Kümülatif doktor tanıli saman nezlesi prevalansı ve son 12 ayda rinokonjunktivit prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=5.421, 5-7 yaş ve 9-11 yaş	Yıllık ort. NO ₂ :33,8µg.m ⁻³ SO ₂ :48,3 µg.m ⁻³ O ₃ : 46,0µg.m ⁻³ CO:0,69mg.m ⁻³ C ₆ H ₆ :4,0 µg.m ⁻³	-	X (NO ₂)	-	-	X (CO) X (C ₆ H ₆)	Hirsch ve ark. 1999
Kümülatif doktor tanıli saman nezlesi prevalansı ve allerjik rinit prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=317, 9 yaş	Trafik yoğunluğu <2,000-50,914 araç/gün Yıllık ort. NO ₂ 43,0-67,5 µg.m ⁻³	-	✓ (NO ₂)	-	-	-	Krämer ve ark. 2000

Çizelge 3.3. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik rinit ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
Kümülatif allerjik rinit prevalansı, son 12 ayda saman nezlesi, rinit ve rinokonjunktivit prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli regresyon	Fransa n=2.445, 13-14 yaş	NO ₂ (24s):20,3-51,3 µg.m ⁻³ SO ₂ (24s):17,3-57,4 µg.m ⁻³ O ₃ (8s): 30,2-52,1 µg.m ⁻³	-	X (NO ₂)	X	X	-	Ramadour ve ark. 2000
Kümülatif saman nezlesi prevalansı ve son 12 ayda konjunktivit prevalansı	Kesitsel çalışma, rastgele kesen terimli model	Hollanda n=2.509, 7-12 yaş *Anayola en fazla 400 metre mesafede oturan çocuklar	Trafik yoğunluğu 30,399-55,650 araç/gün Yıllık ortalama. PM _{2,5} :20,5±2,2µg.m ⁻³ İs:10,3±2,14µg.m ⁻³ NO ₂ :34,8±5,2 µg.m ⁻³	✓ (is ve PM _{2,5})	✓ (NO ₂)	-	-	✓ (kamyon trafiği ve anayola yakın oturmak)	Janssen ve ark., 2003
Doktor tanıli allerjik rinit prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Tayvan (Çin) n=331.686, 12-14 yaş *Sigara kullanmayan çocuklar	Yıllık ort. PM ₁₀ :69,2±17,8µg.m ⁻³ NOx:35,1±13,4 ppb SOx:7,57±4,1 ppb O ₃ : 21,3±4,5 ppb CO:853±277ppb	X (PM ₁₀)	✓ (NOx)	X	✓	✓ (CO)	Lee ve ark. 2003
Doktor tanıli saman nezlesi prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=7.509, 5-7 yaş ve 9-11 yaş	Yıllık ort (model) İs: 8-10,73 µg.m ⁻³ NO ₂ : 42,87-57,44 µg.m ⁻³ C ₆ H ₆ :4,74-7,27 µg.m ⁻³ Trafik yoğunluğu: 2.600-148.000 araç/gün	X (is)	X (NO ₂)	-	-	X C ₆ H ₆ X (trafik yoğunluğu)	Nicolai ve ark. 2003
Kümülatif allerjik rinit prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Fransa n=6.672, 9-11 yaş	3 yıllık ort. (model) PM ₁₀ : 10-29,5 µg.m ⁻³ NO ₂ : 16,3-48,3 µg.m ⁻³ SO ₂ : 1,3-13,7 µg.m ⁻³ O ₃ : 30,0-63,7 µg.m ⁻³	✓ (PM ₁₀)	X (NO ₂)	✓	✓	-	Penard-Morand ve ark. 2005

Çizelge 3.3. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik rinit ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
Allerjik rinit prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Tayvan (Çin) n=32.143, 6-15 yaş	Yıllık ort. PM ₁₀ :55,58±16,57µg.m ⁻³ NOx:27,64±8,38 ppb SOx:3,53±2,0 ppb O ₃ : 23,14±3,25 ppb CO:664±153ppb	X (PM ₁₀)	✓ (NOx)	✓	X	✓ (CO)	Hwang ve ark. 2006
Kümülatif allerjik rinit prevalansı ve son 12 ayda rinokonjunktivit prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Fransa n=5.338, 9-11 yaş	Yıllık ort. PM _{2,5} :1,6-54,5 µg.m ⁻³ arasında NO ₂ :8,1-73,2 µg.m ⁻³ arasında	X (PM _{2,5})	X (NO ₂)	-	-	-	Annesi Maesano ve ark. 2007
Son 12 ayda rinit ve rinokonjunktivit prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	İspanya n=20.000, 6-7 yaş	Yıllık ort. TSP:50,5±7,5µg.m ⁻³ NO ₂ :40,4±18,8 µg.m ⁻³ SO ₂ :12,4±4,6 µg.m ⁻³ O ₃ : 0,8±0,2 µg.m ⁻³	X (TSP)	✓ (NO ₂)	✓	-	✓ (CO)	Arnedo-Pena ve ark. 2009
Kümülatif rinit prevalansı ve son 12 ayda rinokonjunktivit prevalansı	Kesitsel çalışma, karma model, lojistik model	Fransa n=6.683, 9-11 yaş	3 yıllık ort. (model) NO ₂ : ölçüm noktalarının %64'ü >40 µg.m ⁻³ PM ₁₀ : ölçüm noktalarının %64'ü >20µg.m ⁻³	✓ (PM ₁₀)	X (NO ₂ , NO _x)	X	-	X C ₆ H ₆ , UOB X (CO)	Penard-Morand ve ark. 2010
Son 12 ayda rinit ve rinokonjunktivit prevalansı	Kesitsel çalışma, karma model, lojistik model	Uluslararası (Avrupa, 5 ülke, 6 şehir) n=654, 10 yaş	Okul içinde ölçülen 24-s. ort. PM _{2,5} :112±69µg.m ⁻³ (14-260 aralığında) CO ₂ :1467±683 ppm (525-3475 aralığında)	X (PM _{2,5} , iç ortam)	-	-	-	CO ₂ iç ortam	Simoni ve ark. 2010
Son 12 ayda rinit ve rinokonjunktivit prevalansı	Kesitsel çalışma, Modifiye Cox orantılı hazard regresyon modeli	Singapur n=2.994, 1,5-6 yaş	Trafik yoğunluğu (az, orta, çok)	-	-	-	-	✓ (trafik yoğunluğu)	Zuraimi ve ark. 2011

Çizelge 3.3. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik rinit ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
Son 12 ayda rinokonjunktivit prevalansı	Kesitsel çalışma, Karma model, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	Fransa n=6.590, 9-10 yaş	Sınıflarda ölçülen 5 günlük ortalama Orta seviyede kirlilik değerleri; PM _{2,5} :23,7-31,6µg.m ⁻³ NO ₂ :12,2-17,5 µg.m ⁻³ Formadehit:19,1-28,4µg.m ⁻³	X (PM _{2,5}) *iç ortam	X (NO ₂) *iç ortam	-	-	✓ Formaldehit X Asetaldehit ve akrolein *iç ortam	Annesi-Maesano ve ark. 2012
B-DİĞER TÜR ÇALIŞMALAR									
Allerjik rinit ile ilişkili günlük hastane başvurularının sayısı	Topluma dayalı çalışma, zaman serileri analizi	İngiltere 0 - 14 yaş	3 yıllık ort. PM ₁₀ :28,5±13,7µg.m ⁻³ BS:12,7±7,9 µg.m ⁻³ NO ₂ :33,6±10,5 ppb SOx:21,2±7,8 ppb O ₃ (8-s ort):17,5±11,3ppb CO:0,8±0,4ppm	X (PM ₁₀ , siyah duman)	X (NO ₂)	✓	✓	X (CO)	Hajat ve ark. 2001
Doktor tanıli saman nezlesi prevalansı	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=2.860, 4 yaş; n=3.061, 6 yaş	Yıllık ort. PM _{2,5} :11,1 µg.m ⁻³ NO ₂ :34,7 µg.m ⁻³ Anayola yakınlık (< 50m)	✓ (PM _{2,5})	X (NO ₂)	-	-	✓ (anayola yakın oturmak)	Morgenster n ve ark. 2008
Günlük hastane başvuruları (rinit ya da astım+rinit birlikteliği)	Çapraz vaka karşılaştırma, çok değişkenli lojistik regresyon	Türkiye (Zonguldak) 0-15 yaş	Yıllık ort. PM _{2,5} :29,1±26,1µg.m ⁻³ PM ₁₀ :24,3±20,8µg.m ⁻³ PM ₁₀ :533±45,8µg.m ⁻³	✓ (PM _{2,5} ve PM ₁₀)	-	-	-	-	Tecer ve ark. 2008
Kümülatif doktor tanıli saman nezlesi prevalansı ve son 12 ayda rinokonjunktivit prevalansı	Ekolojik çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Uluslararası (51 ülkeden 183 şehir) 6-7 yaş ve 13-14 yaş	Modellenen yıllık ort. PM10 (Medyan) 6-7 yaş grubu (65 şehir):37 µg.m ⁻³ 13-14 yaş grubu (105 şehir):34 µg.m ⁻³	X (PM ₁₀)	-	-	-	-	Anderson ve ark. 2010

Çizelge 3.3. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik rinit ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliğine maruz kalım ölçüsü ^a	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^b					Referans
				PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
Son 12 ayda rinit ve rinokonjunktivit prevalansı	Ekolojik kesitsel çalışma, karma model doğrusal regresyon analizi	Uluslararası (51 ülkeden 105 şehir) n=463.801, 13-14 yaş; n= 257.800, 6-7 yaş	105 şehir için yıllık ortalama PM ₁₀ seviyeleri	X (PM ₁₀)	-	-	-	-	Asher ve ark. 2010
Son 12 ayda allerjik rinit prevalansı	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n=3.863, 0-8 yaş	Yıllık ort. PM _{2.5} : 16,9 µg.m ⁻³ is: 1,72*10 ⁻⁵ .m ⁻¹ NO ₂ :25,4 µg.m ⁻³	✓ (PM _{2.5} ve is)	X (NO ₂)	-	-	-	Gehring ve ark. 2010

^a Birim dönüşüm katsayıları (1 atm ve 25 °C için); NO için 1 ppb= 1,25 µg.m⁻³; NO₂ için 1 ppb= 1,88 µg.m⁻³; SO₂ için 1 ppb= 2,62 µg.m⁻³; O₃ için 1 ppb= 2,00 µg.m⁻³; CO için 1 ppb= 1,145 µg.m⁻³; Benzen için 1 ppb= 3,19 µg.m⁻³; 1 ppm= 1.000 ppb

^b ✓ işareti çalışmada incelenen hava kirliliği parametresi ile incelenen sağlık parametreleri arasında anlamlı ilişki saptandığını, X işareti anlamlı ilişki saptanmadığını ve – işareti hava kirliliği parametresinin çalışma kapsamında incelenmediğini göstermektedir.

3.1.3.Çocukluk çağında allerjik egzama ve hava kirliliği

Hava kirleticilerinin allerjik egzama üzerindeki etkileri diğer allerjik çocuk hastalıklarına göre daha az bilinmektedir ve konu ile ilgili epidemiyolojik çalışmaların sayısı oldukça azdır (Bkz. Çizelge 3.4). Allerjik egzama sıklıkla astım ve rinit ile birlikte görüldüğü için literatürde bu hastalıkları birlikte inceleyen çalışmaların çoğunlukla egzamayı da incelediği görülmüştür (Hirsch ve ark. 1999; Penard-Morand ve ark. 2005, 2010; Morgenstern ve ark. 2008; Arnedo-Pena ve ark. 2009; Asher ve ark. 2010; Zuraimi ve ark. 2011). Çalışmaların tümüne yakınında egzama prevalansının belirlenmesi için ISAAC anketi gibi standart anketler kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda egzama tanısı ve atopinin belirlenmesinde anket ile birlikte deri prick testi ile total/spesifik IgE ölçümlerini de kullanmıştır (Hirsch ve ark. 1999; Janssen ve ark. 2003; Penard-Morand ve ark. 2005; Annesi-Maesano ve ark. 2007).

Gelişmiş ülkelerde antropojenik hava kirliliğinin önemli kısmını trafik kaynaklı hava kirliliği oluşturmaktadır. Trafik kaynaklı hava kirliliği ile egzama arasındaki ilişki henüz iyi dokümente edilmemiştir. Yapılan literatür taramasında dokuz adet çalışmanın trafik kaynaklı hava kirliliğinin egzama ile ilgili etkilerini incelediği görülmüştür. Bu çalışmaların dördü trafik kaynaklı kirleticiler ile egzama arasında anlamlı ilişki saptandığını belirtirken (Lee ve ark. 2008; Morgenstern ve ark. 2008; Brunekreef ve ark. 2009; Krämer ve ark. 2009) diğer beş çalışma ilişki bulunamadığını bildirmiştir (Hirsch ve ark. 1999; Brauer ve ark. 2007; Pujades-Rodriguez ve ark. 2009; Gehring ve ark. 2010; Zuraimi ve ark. 2011). Mevcut çalışmaların genellikle kirletici derişimlerinin göreceli olarak daha yüksek olduğu kentsel ve kirli bölgelerde gerçekleştirildiği ve sonuçlarının oldukça çelişkili olduğu görülmüştür. Almanya’da gerçekleştirilen bir çalışmada hava kirleticilerinin (SO₂, O₃, CO, NO₂ ve C₆H₆) yıllık ortalama derişimleri ile çocuklardaki doktor tanıli egzama prevalansı ve son 12 aydaki egzama semptomları arasında ilişki bulunamamıştır (Hirsch ve ark. 1999). Tayvan’da çoğu 12-14 yaşında 317.926 çocuk ile gerçekleştirilen geniş kapsamlı bir çalışmada trafik kaynaklı hava kirleticilerinden CO ve NO_x’lerin yıllık ortalama seviyeleri ile son 12 ayda egzama prevalansı arasında anlamlı pozitif ilişki

bildirilmiştir. Bu çalışmada kız çocuklarında egzama prevalansının trafik kaynaklı hava kirleticileri ve iklimsel koşullardan erkek çocuklarına göre daha çok etkilendiği belirtilmiştir (Lee ve ark. 2008). Hollanda’da gerçekleştirilen prospektif kohort çalışmada (Brauer ve ark. 2007) doğumdan itibaren 4 yaşına kadar ortaya çıkan doktor tanıli egzama ile trafik kaynaklı hava kirleticilerinden NO₂, is ve PM_{2.5} seviyeleri arasında anlamlı ilişki saptanamazken, Almanya’da gerçekleştirilen benzer bir kohort çalışma hem anayola yakın mesafede yaşamak hem de trafik kaynaklı NO₂ maruz kalımı ile doğumdan itibaren izlenen 4 yaşındaki çocuklarda egzama gelişimi arasında kuvvetli pozitif ilişki bulunduğunu bildirmektedir (Morgenstern ve ark. 2008). İngiltere’de yaşayan 2-16 yaşında 50.994 çocuğun incelediği çalışmada (Pujades-Rodriguez ve ark. 2009) anayola 150 metreden daha yakın mesafede yaşama ve egzama riski arasında bir ilişki bulunamadığı belirtilirken, aynı yıllarda gerçekleştirilen yaklaşık 510.000 çocuğun dâhil edildiği uluslararası bir çalışmada (Brunekreef ve ark. 2009) farklı ülkelerde yaşayan 6-7 yaşında ve 13-14 yaşındaki çocuklarda evlerinin bulunduğu caddelerdeki kamyon trafiğinin yoğunluğu ve egzama semptomları arasında pozitif ilişki olduğunu göstermiştir. Krämer ve arkadaşlarının (2009) Almanya’da gerçekleştirdikleri kohort çalışmada doğumdan itibaren 6 yaşına kadar izlenen çocuklarda is ve NO₂ derişimleri ile ifade edilen trafik kaynaklı hava kirliliği ile egzama prevalansı arasında ilişki bulunmuştur. Bu çalışma 1995-1999 yılları arasında 3.390 yeni doğanda özellikle göreceli olarak daha düşük derişimlere sahip küçük kentlerdeki trafik kaynaklı hava kirliliğinin etkileri incelenmiştir. Yaklaşık 4.000 çocuğun doğumdan itibaren 8 yıl süre ile izlendiği bir uluslararası çalışmada egzama ile trafik kaynaklı hava kirleticilerine (PM_{2.5}, NO₂ ve is) maruz kalım arasında ilişki bulunamamıştır (Gehring ve ark. 2010). İspanya’da 6-7 yaş arasındaki 20.455 çocuk ile gerçekleştirilen bir çalışmada son 12 ayda egzama prevalansı ile yıllık ortalama CO seviyeleri arasında ilişkili olduğu saptanırken bu ilişki NO₂ ve toplam partikül madde için gözlenememiştir (Arnedo-Pena ve ark. 2009).

Trafik kaynaklı hava kirliliği dışında klasik hava kirleticilerinin etkilerinin incelendiği çalışmalar yok denecek kadar azdır. Penard-Morand ve arkadaşları (2005) Fransa’da arka plan hava kirliliğine uzun süreli maruz kalım ile

çocuklardaki allerjik rahatsızlıkların ilişkisini incelemek üzere çocukların okuduğu okullara yakın ölçüm istasyonlarına ait üç yıllık ortalama NO₂, SO₂, PM₁₀ ve O₃ değerlerini kullanarak kesitsel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. PM₁₀ ve O₃ seviyelerinin yüksek olduğu bölgelerde egzama prevalansının daha yüksek olduğu gözlenirken, NO₂ ve SO₂ için tam tersi gözlenmiştir. Çok değişkenli analizlerde ise yalnızca freksual bölgelerdeki egzama ile ozon seviyeleri arasında pozitif ilişki bulunduğu bildirilmiştir. Aynı grubun daha sonra yayınladığı bir çalışmada ise egzama prevalansı (kümülatif ve son 12 ayda) ile PM₁₀, NO₂, NO_x, CO ve C₆H₆ seviyeleri arasında anlamlı pozitif ilişki bulunmuştur (Penard-Morand ve ark. 2010). Fransa’da yapılan ilk çalışma (Penard-Morand ve ark. 2005) dışında SO₂’nin incelendiği başka bir çalışmada Brezilya’da yaşayan 13-14 yaşında 16.209 çocukta egzama hastalığının son 12 ayda gözlenen farklı semptomları ile yıllık ortalama SO₂ seviyeleri arasında anlamlı pozitif ilişki bulunmuştur. Ayrıca, çalışmaya dâhil edilen şehirlerin yalnızca birinde O₃ seviyeleri ile egzama semptomları arasında da ilişki bulunmuştur (Solé ve ark. 2007).

Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar arasında partikül maddelerin etkilerini araştıranların sonuçları ilgi çekicidir. Çok merkezli uluslararası ölçekli bir çalışmada 51 ülkeden 105 şehre ait PM₁₀ seviyeleri ile allerjik egzama semptomlarının son 12 aydaki prevalansı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve hava kirliliği dışındaki diğer faktörler için düzeltme yapılarak gerçekleştirilen çok değişkenli analizlerde hava kirliliği ile egzama arasında ancak zayıf bir negatif ilişki bulunabilmiştir (13-14 yaş grubu için p=0,07 ve 6-7 yaş grubu için p=0,10) (Asher ve ark. 2010). Güney Kore’de 8-12 yaş arasında 41 çocuğun 61 gün süreyle izlendiği bir panel çalışmasında egzama semptomları (kaşıntı) ile nano boyutlu ultra ince partiküllerin (PM₁) günlük ortalama seviyeleri arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (Song ve ark. 2011).

Epidemiyolojik çalışmalar hava kirliliğinin çocuklarda görülen allerjik egzamaya yalnızca küçük bir katkısı olduğunu göstermektedir (Lee ve ark. 2008). Epidemiyolojik çalışmalar incelendiğinde konu halen tartışmalı olduğu ve hava kirliliği ve egzama ilişkisini inceleyen çalışmaların sonuçlarının henüz yeterli olmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.4. Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik egzama ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a						Referans
			Derişim	PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
A-KESİTSEL ÇALIŞMALAR									
Doktor tanılı egzama ve son 12 ayda egzama (kaşıntılı döküntü) prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=5.421, 5-7 yaş ve 9-11 yaş	Yıllık ort. NO ₂ :33,8µg.m ⁻³ SO ₂ :48,3 µg.m ⁻³ O ₃ : 46,0µg.m ⁻³ CO:0,69mg.m ⁻³ C ₆ H ₆ :4,0 µg.m ⁻³	-	X (NO ₂)	X	X	X(CO) X (C ₆ H ₆)	Hirsch ve ark. 1999
Egzama prevalansı (yıllık ve son 3 yıl)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n= 30.000 *Okul öncesi çocuklar	Anayola yakın oturmak	-	-	-	-	✓ (anayola yakın oturmak)	Ring ve ark. 1999
Doktor tanılı egzama prevalansı, son 12 ayda ve kümülatif egzama prevalansı	Kesitsel çalışma, rastgele kesen terimli model	Hollanda n=2.509, 7-12 yaş *Anayola en fazla 400 metre mesafede oturan çocuklar	Trafik yoğunluğu 30,399-55,650 araç/gün Yıllık ortalama. PM _{2,5} :20,5±2,2µg.m ⁻³ İs:10,3±2,14µg.m ⁻³ NO ₂ :34,8±5,2 µg.m ⁻³	X (is ve PM _{2,5})	X (NO ₂)	-	-	X (kamyon trafiği ve anayola yakın oturmak)	Janssen ve ark. 2003
Kümülatif egzama prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Fransa n=6.672, 9-11 yaş	3 yıllık ort. (model) PM ₁₀ : 10-29,5 µg.m ⁻³ NO ₂ : 16,3-48,3 µg.m ⁻³ SO ₂ : 1,3-13,7 µg.m ⁻³ O ₃ : 30,0-63,7 µg.m ⁻³	✓ (PM ₁₀)	X (NO ₂)	X	✓	-	Penard-Morand ve ark. 2005
Çalışma boyunca fleksural bölgelerde doktor tarafından gözlenen egzama	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Fransa n=5.338, 9-11 yaş	Yıllık ort. PM _{2,5} :1,6-54,5 µg.m ⁻³ arasında NO ₂ :8,1-73,2 µg.m ⁻³ arasında	✓ (PM _{2,5})	✓ (NO ₂)	-	-	-	Annesi-Maesano ve ark. 2007

Çizelge 3.4. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik egzama ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a						Referans
			Derişim	PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
Kümülatif egzama prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Lübnan n=3.153, 13-14 yaş	Gün içinde ev önünden geçen otobüs/ağır taşıtlar (yok/nadiren, genelde, sürekli)	-	-	-	-	✓ (trafik yoğunluğu)	Al-Sahab ve ark. 2008
Son 12 ayda egzama ve fleksural bölgelerde egzama prevalansı (kız çocukları için)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Tayvan (Çin) n=317.926, 12-14 yaş	Yıllık ort. PM ₁₀ :69,2±17,8µg.m ⁻³ NO _x :35,1±13,4 ppb SO _x :7,57±4,1 ppb O ₃ :36,8±8,3 ppb CO:853±277ppb	X (PM ₁₀)	✓ (NO _x)	X	X	✓ (CO)	Lee ve ark. 2008
Son 12 ayda fleksural bölgelerde egzama prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	İspanya n=20.000, 6-7 yaş	Yıllık ort. TSP:50,5±7,5µg.m ⁻³ NO ₂ :40,4±18,8 µg.m ⁻³ SO ₂ :12,4±4,6 µg.m ⁻³ O ₃ : 0,8±0,2 µg.m ⁻³	X (TSP)	X (NO ₂)	X	-	✓ (CO)	Arnedo-Pena ve ark. 2009
Kümülatif egzama (kaşıntılı döküntü) prevalansı ve son 12 ayda fleksural bölgelerde egzama prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Uluslararası (46 ülkeden 110 şehir) n= 197.515, 6-7 yaş; n= 315.572, 13-14 yaş	Ankete dayalı kamyon trafiği yoğunluğu (yok, düşük, orta, yüksek)	-	-	-	-	✓ (kamyon trafiği)	Brunekreef ve ark. 2009
Son 12 ayda egzama prevalansı	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	İngiltere n=50.994, 2-16 yaş	Anayola yakın oturmak (< 50 metre) (gruplar: <30 m, 60 m, 90 m, 120 m, 150m, >150 m)	-	-	-	-	X (anayola yakın oturmak)	Pujades-Rodriguez ve ark. 2009

Çizelge 3.4. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik egzama ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a						Referans
			Değişim	PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
Son 12 ayda egzama semptomları	Kesitsel çalışma, ekolojik analiz, karma model doğrusal regresyon analizi	Uluslararası (51 ülkeden 105 şehir) n=463.801, 13-14 yaş; n= 257.800, 6-7 yaş	105 şehir için yıllık ortalama PM ₁₀ seviyeleri	✓ (PM ₁₀)	-	-	-	-	Asher ve ark. 2010 ¹
Kümülatif egzama prevalansı ve son 12 ayda egzama prevalansı	Kesitsel çalışma, karma model, çok değişkenli lojistik regresyon	Fransa n=6.683, 9-11 yaş	3 yıllık ort. (model) NO ₂ : ölçüm noktalarının %64'ü >40 µg.m ⁻³ PM ₁₀ : ölçüm noktalarının %64'ü >20µg.m ⁻³	✓ (PM ₁₀)	✓ (NO _x , NO ₂)	-	-	✓ (CO) ✓ (C ₆ H ₆)	Penard-Morand ve ark. 2010
Son 12 ayda egzama prevalansı	Kesitsel çalışma, Modifiye Cox orantılı hazard regresyon modeli	Singapur n=2.994, 1,5-6 yaş	Trafik yoğunluğu (az, orta, çok)	-	-	-	-	X (trafik yoğunluğu)	Zuraimi ve ark. 2011
B-DİĞER TÜR ÇALIŞMALAR									
Kümülatif doktor tanılı egzama insidansı, kümülatif kaşıntılı döküntü insidansı	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n~4.000, 0-2 yaş	Yıllık ort. PM _{2.5} : 16,9 µg.m ⁻³ is: 1,72*10 ⁻⁵ .m ⁻¹ NO ₂ :25,6 µg.m ⁻³	X (is ve PM _{2.5})	X (NO ₂)	-	-	-	Brauer ve ark. 2002
Kümülatif doktor tanılı egzama insidansı, kümülatif kaşıntılı döküntü insidansı	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n~4.000, 0-4 yaş	Yıllık ort. PM _{2.5} : 16,9 µg.m ⁻³ is: 1,71*10 ⁻⁵ .m ⁻¹ NO ₂ :25,2 µg.m ⁻³	X (is ve PM _{2.5})	X (NO ₂)	-	-	-	Brauer ve ark. 2007
Son 12 ayda egzama, fleksural bölgelerde egzama ve ağır egzama prevalansı	Ekolojik çalışma, Spearman bağıntı katsayısı	Brezilya n=16.209, 13-14 yaş	Yıllık ort. (5 bölge için) NO ₂ :15,8-81,0 µg.m ⁻³ SO ₂ :7,0-40,5 µg.m ⁻³ O ₃ : 65,2-334 µg.m ⁻³ CO:1,51-9,8ppm	-	✓ (NO ₂)	✓	✓	✓ (CO)	Solé ve ark. 2007

Çizelge 3.4. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda allerjik egzama ile ilgili etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen sağlık parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a						Referans
			Değişim	PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
Doktor tanıli egzama prevalansı ve son 12 ayda egzama prevalansı	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Almanya n=2.860, 4 yaş; n= 3.061, 6 yaş	Yıllık ort. PM _{2,5} :11,1 µg.m ⁻³ NO ₂ :34,7 µg.m ⁻³ Anayola yakın oturmak (< 50 metre)	-	✓ (NO ₂)	-	-	✓ (anayola yakın oturmak)	Morgenster n ve ark. 2008
Doktor tanıli egzama prevalansı ve son 12 ayda egzama prevalansı, 6 yıl boyunca egzama insidansı	Prospektif kohort çalışma, Cox regresyon/log-binom regresyon modeli	Almaya n=3.390, 0-6 yaş	Yıllık ort. İs:11,6 *10 ⁻⁵ .m-1 NO ₂ :24 µg.m ⁻³ Anayola yakın oturmak (gruplar: <50 m, 250 m, 1.000 m, >1.000 m)	✓ (is)	✓ (NO ₂)	-	-	X (anayola yakın oturmak)	Krämer ve ark. 2009
Kümülatif egzama prevalansı	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Hollanda n=3.863, 0-8 yaş	Yıllık ort. PM _{2,5} : 16,9 µg.m ⁻³ is: 1,72*10 ⁻⁵ .m ⁻¹ NO ₂ :25,4 µg.m ⁻³	X (PM _{2,5} , is)	X (NO ₂)	-	-	-	Gehring ve ark. 2010
Günlük kaşıntı semptomu skoru	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	Güney Kore n=41, 8-12 yaş, *Egzamalı çocuklar	67 gün boyunca. Günlük ort. PM ₁₀ :74,0µg.m ⁻³ PM _{2,5} :57,8µg.m ⁻³ PM ₁ :50,8µg.m ⁻³	✓ (PM ₁)	-	-	-	-	Song ve ark. 2011

^a Birim dönüşüm katsayıları (1 atm ve 25 °C için); NO için 1 ppb= 1,25 µg.m⁻³; NO₂ için 1 ppb= 1,88 µg.m⁻³; SO₂ için 1 ppb= 2,62 µg.m⁻³; O₃ için 1 ppb= 2,00 µg.m⁻³; CO için 1 ppb= 1,145 µg.m⁻³; Benzen için 1 ppb= 3,19 µg.m⁻³; 1 ppm= 1.000 ppb

^b ✓ işareti çalışmada incelenen hava kirliliği parametresi ile incelenen sağlık parametreleri arasında anlamlı ilişki saptandığını, X işareti anlamlı ilişki saptanmadığını ve – işareti hava kirliliği parametresinin çalışma kapsamında incelenmediğini göstermektedir.

¹ Çalışmada anlamlılık için p değeri < 0,1 olarak alınmıştır

3.2. Hava Kirliliğinin Çocukların Solunum Fonksiyonlarına Etkileri

Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına etkileri hakkında çoğunlukla Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya ülkelerinde gerçekleştirilmiş olan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına etkileri kronik ve akut etkiler olmak üzere iki ana kategoride ele alınarak aşağıda özetlenmektedir.

3.2.1.Kronik etkiler

Çocuklar büyümekte olduklarından akciğerleri gelişmekte ve solunum fonksiyonları sürekli olarak artmaktadır. Hava kirlleticileri ile sürekli temas büyümekte olan çocukların solunum fonksiyonlarının gelişim hızını yavaşlatmaktadır. Bu durum yaşamın ileri safhalarındaki taban pik değerin de düşük olması ve dolayısıyla tüm yaşam boyunca solunum fonksiyonlarının düşük olarak gerçekleşmesi anlamına gelmektedir (Gauderman 2006). Çizelge 3.5’de hava kirlleticilerinin çocukların solunum fonksiyonlarına kronik etkilerinin incelendiği son 20 yılda gerçekleştirilmiş önemli epidemiyolojik çalışmalar listelenmiştir. Hava kirliliğinin çocukların akciğer gelişimi ile ilgili kronik etkilerinin genel anlamda ya da belirli kirleticiler özelinde incelendiği çok sayıda kesitsel çalışma ve daha az sayıda prospektif çalışmalar bulunmaktadır (DSÖ 2005; Götschi ve ark. 2008). Mevcut kesitsel çalışmalar genellikle göreceli olarak hava kirliliğinin daha fazla olduğu bir bölgede (kirli-temiz, kentsel-kırsal, trafik yoğun-az yoğun vb.) yaşama durumuna (Langkulsen ve ark. 2006; Tabaku ve ark. 2011) göre değerlendirme yapmıştır. Bazı kesitsel çalışmalar ise hava kalitesindeki artışı takiben çocukların solunum fonksiyonlarında bir iyileşme meydana gelip gelmediğini incelemiştir. Örneğin, Avrupa ülkelerinde 1980’li ve 1990’lı yıllarda hava kalitesinde meydana gelen iyileşmelere bağlı olarak çocukların solunum fonksiyonlarındaki iyileşmeler gözlenmiştir (Neuberger ve ark. 2002; Frye ve ark. 2003). Bir başka çalışmada da PM₁₀ seviyelerinin daha yüksek olduğu bölgelere taşınan çocukların solunum fonksiyonlarındaki artışın azaldığını ve daha düşük olduğu bölgelere taşınan çocuklar için ise solunum

fonksiyonlarının daha hızlı geliştiğini bildirmiştir. Etkiler en iyi taşınmadan 3 yıl sonra gözlenebildiğinin bildirildiği bu çalışmaya göre, hava kirliliğinin solunum sistemine etkileri tersinir özellik göstermekte ve zamanla olumsuz etkiler azalmaktadır (Avol ve ark. 2001). Bazı kesitsel çalışmalar özellikle trafik kaynaklı hava kirliliğine odaklanarak ölçülen kirlletici seviyeleri dışında trafik yoğunluğu ve ana yollara yakın yaşama gibi maruz kalım ölçütlerinin etkilerini incelemiştir (Wjst ve ark. 1993; Brunekreef ve ark. 1997; Hutter ve ark. 2009). Örneğin, Almanya’da 9-11 yaşındaki 4.320 çocuk için çocukların okuduğu okulun bulunduğu caddeden geçen günlük otomobil sayısındaki 25.000 adet artış için çocuklarda ölçülen PEF değerinin %0,71 (%95 GA 0,33-1,08) oranında arttığı bildirilmiştir (Wjst ve ark. 1993). Hollanda’da gerçekleştirilen bir çalışmada da ağır vasıta trafiğinin yoğunluğunda ve çocukların okudukları sınıflarda ölçülen siyah duman seviyelerinde artışın çocuklarda ölçülen FEV₁ seviyelerinde anlamlı azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Dizel yakıtlı ağır vasıtaların çocukların solunum fonksiyonlarını benzinli otomobillere göre daha çok etkilediğini vurgulayan bu çalışmada toplam trafik yoğunluğu ve NO₂ maruz kalımı ile ilişki bulunamamıştır (Brunekreef ve ark. 1997).

İncelenen kesitsel çalışmaların genelinde klasik hava kirleticilerinden çoğu için maruz kalım ile çocukların solunum fonksiyonları arasında ilişki bulunduğu bildirilmiştir (Salvi 2007). Örneğin, konu ile ilgili ilk çalışmalardan olan Amerika 24 şehir çalışması yıllık ortalama PM₁₀, O₃ ve partikül asiditesi seviyeleri ile ilkökul çocuklarının solunum fonksiyonları arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu kesitsel çalışmada yıllık ortalama PM₁₀ seviyelerindeki 17,3 µg m⁻³’lük bir artışın FVC ve FEV₁ parametrelerinde sırası ile %2,4 ve %2,12’lik bir azalma ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Raizenne ve ark. 1996).

Kesitsel çalışmalar çocukların solunum fonksiyonlarını ve hava kirliliğini zamansal olarak tek bir noktada değerlendirmektedir. Oysa, solunum fonksiyon ölçümleri akciğerlerin doğum öncesi dönemden itibaren süregelen kümülatif gelişimini gösterir. Bu nedenle kesitsel çalışmaların nedensellik ilişkini tespit edemeyeceği iddia edilmektedir (Jedrychowski ve ark. 1999; DSÖ 2005). Çocukların akciğer gelişiminin uzun süreli ve tekrarlanan izlemler ile incelendiği birçok prospektif kohort çalışma daha önce gerçekleştirilen kesitsel çalışmaların

hava kirleticilerinin solunum fonksiyonlarına uzun süreli olumsuz etkileri ile ilgili bulguları güçlendirmektedir. Mevcut kohort çalışmalar özellikle NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂ ve isin DEP içeren bir belirtici olarak siyah duman gibi hava kirleticilerinin artan seviyeleri ile ilişkili olarak FEV₁ ve FVC gibi akciğer hacim parametrelerin seviyelerinde anlamlı azalmaların meydana geldiği bildirmiştir (Frischer ve ark. 1999; Jedrychowski ve ark. 1999; Gauderman ve ark. 2000, 2002, 2004, 2007; Avol ve ark. 2001; Horak ve ark. 2002; Lewis ve ark. 2005; Rojas-Martinez ve ark. 2007).

Konu ile ilgili en uzun süreli ve geniş kapsamlı kohort çalışmalar ABD’nde Güney Kaliforniya bölgesinde gerçekleştirilmiştir (Gauderman ve ark. 2000, 2002, 2004, 2007; Avol ve ark. 2001). Farklı yaş gruplarındaki çocukların 4-8 yıl süre ile izlendiği bir dizi çalışmada özellikle partiküller ve inorganik asit buharı ile çocuklarda azalan solunum fonksiyonları arasında ilişki bulunmuştur. (Gauderman ve ark. 2000; 2004). Bu çalışmalarda ölçülen kirleticilerin seviyeleri kendi aralarında yüksek bağıntıya sahip olduğundan kirleticilerin bağımsız etkileri gözlenememiş olmakla birlikte, partikül madde ve NO₂ derişimleri arasındaki yüksek bağıntının trafik kaynaklı kirliliğinin etkilerine işaret ettiği belirtilmiştir. Bilindiği gibi, hava kirliliğine maruz kalım hem derişim hem de zamanın fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada dışarıda daha çok zaman geçiren çocuklarda olumsuz sağlık etkilerinin daha fazla gözleendiği özellikle vurgulanmıştır (Gauderman ve ark. 2000). Ayrıca, bu iki kohortta ince partiküllerin ve partiküllerin elementel karbon kısmının PM₁₀’a ve organik karbon kısmına göre çocukların solunum fonksiyonlarının gelişmesinde daha etkili olduğu da vurgulanmıştır.

Kronik etkilerin incelendiği çalışmalarda partikül maddenin etkileri diğer kirleticilere göre özellikle daha çarpıcıdır (Lewis ve ark. 2005; Trenga ve ark. 2006). Tayland’da 10-15 yaşındaki 878 çocuktan kirli bölgelerde yaşayanlarda semptomların ve düşük solunum fonksiyonu oranının anlamlı daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Langkulsen ve ark. 2006). Buna ek olarak, iki prospektif çalışmada da benzer bulgular elde edilmiştir. Polonya’da hava kirletici seviyelerinin farklı olduğu iki bölgede yaşayan 1.001 çocuk ile gerçekleştirilen çalışma daha fazla kirlenen bölgelerde yaşayan çocukların solunum fonksiyonlarının ortalama

büyüme hızının anlamlı olarak daha düşük olduğunu göstermiştir (Jedrychowski ve ark. 1999). Ayrıca, bir diğer çalışmada da ilkokul çağındaki çocuklarda akciğer fonksiyonlarını 3 yıl süre ile takip edilmiş ve PM_{10} 'a uzun süreli maruz kalma ile solunum fonksiyonları üzerinde önemli bir olumsuz etkisi olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada PM_{10} düzeylerinde artışa yönelik olarak FEV_1 ve FEF_{25-75} 'de azalma ile bağlantılı olduğunu ileri sürülmektedir (Horak ve ark. 2002).

Çizelge 3.5. Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen solunum fonksiyon parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
PEF (✓)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Almanya n=4.320, 9-11 yaş	-	-	-	-	✓ (trafik yoğunluğu)	Wjst ve ark. 1993
FVC (✓) FEV ₁ (✓) Düşük (<%85 beklenen) FVC (✓)	Kesitsel çalışma, iki basamaklı çok değişkenli regresyon	ABD ve Kanada n=10.251, 8-12 yaş *Beyaz çocuklar	✓ (PM ₁₀)	-	-	✓	✓ Partikül asiditesi	Raizenne ve ark. 1996
FVC (X) FEV ₁ (✓) PEF (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (✓ yalnız NO ₂ ile ilişkili)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Hollanda n=1.498, 7-12 yaş *Anayola 300 m mesafede oturan çocuklar	✓ (siyah duman)	✓ (NO ₂) *yalnız FEF ₂₅₋₇₅ ile ilişkili	-	-	✓ (kamyon trafiği yoğunluğu)	Brunekeerf ve ark. 1997
FVC (✓ yalnız O ₃) FEV ₁ (✓ yalnız O ₃) MEF ₅₀ (✓ yalnız O ₃)	Prospektif kohort çalışma, geliştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	Avusturya n=1.150, 8 yaş *1. ve 2. sınıfta okuyan çocuklar	X (PM ₁₀)	X (NO ₂)	X	✓	-	Frischer ve ark. 1999
FVC (✓) FEV ₁ (✓)	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Polonya n=1.001, 9 yaş	-	-	-	-	✓ (Kirli-temiz bölge, PM ₁₀ ve SO ₂ için)	Jedrychowski ve ark. 1999
FVC (✓) FEV ₁ (✓) PEF (✓ yalnız O ₃ ve asit buharı ile ilişkili) FEF ₂₅₋₇₅ (✓)	Kesitsel çalışma, adım adım çok değişkenli regresyon modeli	ABD n=3.293, 9-16 yaş	✓ (PM ₁₀ ve PM _{2.5})	✓ (NO ₂)		✓ *yalnız PEF ve FEF ₂₅₋₇₅ ile ilişkili	✓ Asit buharı	Peters ve ark. 1999

Çizelge 3.5. (Devam) Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen solunum fonksiyon parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
FVC (✓) FEV ₁ (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (✓) FEF ₇₅ (✓)	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	ABD n=3.035, 4.,7 ve 10 sınıflar (~10-16 yaş)	✓ (PM ₁₀ , PM _{2.5} , PM _{10-2.5})	✓ (NO ₂)	-	X	✓ İnorganik asit buharı	Gauderman ve ark. 2000
FEV ₁ (✓) PEF (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (✓)	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	ABD n=110, 10-15 yaş	✓ (PM ₁₀)	-	-	-	-	Avol ve ark. 2001
FVC (X) FEV ₁ (✓) PEF (X) FEF ₂₅₋₇₅ (✓)	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	ABD n=1.678, 10 yaş	✓ (PM _{2.5} ve EC) X (PM ₁₀ , PM _{10-2.5} ve OC)	✓ (NO ₂)	-	X	✓ Asit buharı (inorganik+organik)	Gauderman ve ark. 2002
FVC (X) FEV ₁ (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (✓)	Prospektif kohort çalışma, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	Avusturya n=975, 8 yaş	✓ (PM ₁₀)	✓ (NO ₂)	-	✓	-	Horak ve ark. 2002
MEF ₂₅ (✓)	Karma longitudinal kohort çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Avusturya n=3.451, çocukların yaşı belirtilmemiş		✓ (NO ₂)				Neuberger ve ark. 2002
FVC (✓) FEV ₁ (X) FEV ₁ /FVC (✓)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Almanya n=2.493, 11-14 yaş	✓ (TSP)	-	✓	-	-	Frye ve ark. 2003
FEV ₁ (✓) düşük (<%80 beklenen) FEV ₁ (✓)	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	ABD n=1.759, 10-18 yaş	✓ (PM _{2.5} ve EC)	✓ (NO ₂)		X	✓ Asit buharı (inorganik+organik)	Gauderman ve ark. 2004

Çizelge 3.5. (Devam) Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen solunum fonksiyon parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
FEV ₁ (✓)	Longitudinal kohort çalışma, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	ABD n=86, 7-11 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM _{2.5} ve PM ₁₀)	-	-	✓	-	Lewis ve ark. 2005
Düşük solunum fonksiyonu (FEV ₁ < %80 beklenen ve FVC < %80 beklenen)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli lojistik regresyon	Tayland n=878, 10-15 yaş	-	-	-	-	✓ Kirli-temiz bölge, PM ₁₀ için	Langkulsen ve ark. 2006
FVC (X) FEV ₁ (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (X)	Prospektif kohort çalışma (8 yıllık), regresyon analizi, hierarchicalmixed effects model	ABD n=3.677, 10-18 yaş	-	-	-	-	✓ (anayola yakın oturmak)	Gauderman ve ark. 2007
FVC (✓) FEV ₁ (✓)	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli doğrusal karma model	Meksika n=3.170, 8 yaş	✓ (PM ₁₀)	✓ (NO ₂)	-	✓	-	Rojas-Martinez ve ark. 2007
FVC (X) FEV ₁ (✓) PEF (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (✓) FEV ₁ /FVC (✓)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli	İtalya n=1.359, 9-14 yaş	-	✓ (NO ₂)	-	-	✓ (trafik yoğunluğu ve anayola yakın oturmak)	Rosenlund ve ark. 2009
FVC (✓) FEV ₁ (✓) PEF (✓)	Longitudinal tekrarlı ölçümler çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	Meksika n=464, 6-14 yaş	✓ (PM ₁₀)	X (NO ₂) (anlamli koruyucu etki)	✓	✓	✓ Nokta kaynaklara yakınlık	Linares ve ark. 2010

Çizelge 3.5. (Devam) Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına kronik etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen solunum fonksiyon parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
*Yalnız erkekler için; FVC (✓) FEV ₁ (✓) PEF (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (✓) *Kızlar için NO _x ve NO ₂ yalnız FEF ₂₅₋₇₅ ile ilişkili	Topluma dayalı çalışma, çok değişkenli lineer karma model	Tayvan (Çin) n=3.957, 12-13 yaş	X (PM ₁₀ ve PM _{2.5})	✓ (NO _x , N O _x ve NO ₂)	X	-	✓ (CO) *Yalnız erkekler için	Lee ve ark. 2011
FVC (✓) FEV ₁ (✓) PEF (✓)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Arnavutluk n=310, 14-15 yaş	-	-	-	-	✓ (Kentsel-yarı kentsel)	Tabaku ve ark. 2011
FVC (✓) FEV ₁ (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (✓) FEV ₁ (✓)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Uluslararası (Avrupa, 12 ülke) n>45.000, 6-12 yaş	X (PM ₁₀)	-	-	-	-	Hoek ve ark. 2012
FEV ₁ (✓)	Prospektif kohort çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	İsveç n>1.900 , 0-8 yaş	✓ (PM ₁₀) *trafik kaynaklı	-	-	-	-	Schultz ve ark. 2012

^a ✓ işareti çalışmada incelenen hava kirliliği parametresi ile incelenen solunum fonksiyon parametreleri arasında anlamlı ilişki saptandığını, X işareti anlamlı ilişki saptanmadığını ve – işareti hava kirliliği parametresinin çalışma kapsamında incelenmediğini göstermektedir.

3.2.2.Akut etkiler

Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına kronik etkilerinin yanında akut etkileri de olduğu bilinmektedir. Dış ortam hava kirleticilerinin seviyelerindeki kısa süreli artışlar çocukların solunum fonksiyonlarında geçici azalmalara neden olmakta, bu akut etkiler tersinir özellik göstererek zamanla azalmaktadır. Çocukların solunum fonksiyonlarının birkaç hafta/ay boyunca tekrarlanan ölçümler ile izlendiği panel çalışmaları hava kirleticilerinin seviyelerindeki kısa süreli artışların neden olduğu potansiyel tersinir akut etkileri incelemiştir (Dockery ve Pope 1994; DSÖ 2005). Çizelge 3.6'da hava kirleticilerinin çocukların solunum fonksiyonlarına akut etkilerinin incelendiği son 20 yılda gerçekleştirilmiş önemli epidemiyolojik çalışmalar listelenmiştir.

Akut etkilerin incelendiği çalışmaların bazıları incelenen kirleticinin özelliğine göre mevsimlik olarak gerçekleştirilmiştir. Örneğin, ozonun etkilerinin incelendiği çalışmalar (Kinney ve ark. 1996; Scarlet ve ark. 1996; Segala ve ark. 1998; Kopp ve ark. 2000) genellikle yaz döneminde gerçekleştirilirken, yanma kaynaklı emisyonların etkileri kış döneminde incelenmiştir (Peters ve ark. 1997; Segala ve ark. 1998). ABD'nde bir iki haftalık yaz kamplarında gerçekleştirilen çalışmalar çocuklara uygulanan PEF ölçümleri ile ozon seviyelerindeki günlük değişimlerin ilişkili olduğu bulunmuştur (Kinney ve ark. 1996).

ABD'nde çocukların dört ay boyunca her gece yatmadan önce kendi kendilerine PEF ölçümü yaptıkları bir panel çalışmasında günlük ortalama PM₁₀ seviyeleri ile çocuğun PEF değerindeki azalma (çocuğa ait ortalama değer ile karşılaştırıldığında) arasında güçlü negatif bağlantı gözlenmiştir (Pope ve ark. 1991). Bu çalışma tasarımı daha sonra Avrupa (Peters ve ark. 1996; Roemer ve ark. 1998; Segala ve ark. 1998), Kuzey Amerika (Neas ve ark. 1995; Romieu ve ark. 1996; Vedal ve ark. 1998; Gold ve ark. 1999) ve diğer kıtalarda (Jalaludin ve ark. 2000) uygulanmıştır.

Kısa süreli etkiler farklı lag (maruz kalım ile sağlık etkisinin ortaya çıkması arasında geçen gecikme) sürelerinde görülebilmektedir. Çok değişkenli istatistiksel analizlerde solunum fonksiyon testi uygulanmadan 8 saat - bir hafta öncesine kadar kirletici seviyeleri ile ilişki bulunduğu görülmüştür. Çalışmalarda

genellikle solunum fonksiyon testinden bir gün önce ölçülen günlük ortalama kirletici derişimlerinin etkisinin incelendiğı görölmektedir. Diğer yanda, özellikle de O₃ için, yalnızca gündüz ortalama derişimleri ile SFT arasında ilişki bulunmuştur.

Önceki çalışmalar çocuklarda PM maruz kalımı ile solunum fonksiyonlarında azalma arasında akut maruz kalım için de benzer bulgular ileri sürmüşlerdir. Pope ve arkadaşlarının (1991) çalışmasında PM₁₀ maruz kalımı olarak astım ile dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinde PEF ile ölçülen solunum fonksiyonlarında küçük azalmalar ile ilişkili olduğunu bildirmiş ve bu çalışmada önceki 2-3 gün için önemli gecikme etkileri gözlenmiştir. Anlamli ilişkiler ulusal hava kalitesi standardı altındaki PM₁₀ seviyelerinde gözlenmiştir. Romieu ve arkadaşları (1996) da 71 çocuktan oluşan önemli ölçüde hafif astımlı bir panelde PEF'in PM₁₀ düzeyleri ile ilişkili olduğu bulunmuştur. ABD'nde kişisel maruz kalım ve sabit yerinde 24 saatlik ortalama derişimleri kullanılarak ölçülen PM düzeyleri ile astımlı 19 çocuk (9-17 yaş) ile 2 hafta boyunca ölçülen FEV₁ düzeylerindeki yüzde değışim arasında ilişki bulmuştur. PM düzeylerinin günlük ortalama seviyeleri ile FEV₁ arasında önemli negatif ilişki gözlenmiştir (Delfino ve ark. 2004).

Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına akut etkilerini araştıran çalışmaların çoğı yüksek risk grubunda olması nedeniyle yalnızca solunum yolu hastalıkları olan çocukları incelemiş ya da çocukları sağık durumuna göre ayırarak karşılaştırma yapmıştır (Romieu ve ark. 1996; Pekkanen ve ark. 1997; Peters ve ark. 1997; Boezen ve ark. 1999; Timonen ve ark. 2002; Trenga ve ark. 2006; Delfino ve ark. 2008). Bu çalışmalardan bazıları sağıklı çocuklarda olumsuz etki bulamazken yalnızca astımlı çocuklarda hava kirliliğı ile ilişki bulabildiklerini bildirmiştir (Aekplakorn ve ark. 2003). Jalaludin ve arkadaşlarının (2000) hışıltılı (vizing) çocuklarda yaptığı araştırmada astım hastası ve bronşial hiperreaktivite (BHR) bulunan çocukların PEF ölçümlerinin hava kirliliğinden daha çok etkilendiğini vurgulamıştır. Aekplakorn ve arkadaşlarının (2003) Tayland'da gerçekleştirdikleri çalışmada da bir termik santralin yakınında yaşayan çocuklar astımlı ve sağıklı çocuklar seçilerek özellikle SO₂'ye odaklanılmıştır. Kısa dönemli SO₂ maruz kalımının etkilerini inceleyebilmek için

6-14 yaş arasında 175 çocuk iki ay boyunca (Ekim ve Kasım aylarında) incelendiğinde SO₂'nin etkisinin ihmal edilebilir düzeyde olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada sağlıklı çocuklarda bir etki görülemezken astımlı çocuklarda da PM₁₀ ve solunum fonksiyonları arasında küçük ancak istatistiksel anlamlı bir ilişi bulunabilmiştir. İlginç bir sonuç olarak yalnızca bir çalışmada hışıltılı çocukların solunum fonksiyonlarının sağlıklı çocuklara göre hava kirliliğinden daha çok etkilendiğine dair bir bulgu elde edemediklerini belirtmiştir (Scarlett ve ark. 1996).

Çizelge 3.6. Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına akut etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen solunum fonksiyon parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
PEF (✓) *Günde iki ölçüm, toplam 3.582 çocuk-gün (yaz dönemi)	Panel çalışması, ikinci derece autoregressive model	ABD n=83, 4.ve 5. Sınıflar (~10-11 yaş)	-	-	-	✓	✓ Partikül asiditesi	Neas ve ark. 1995
PEF (✓) *Günde üç ölçüm, ort. 50 ölçüm/çocuk (yaz ve kış dönemi)	Panel çalışması, autoregressive doğrusal regresyon modeli, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	Meksika n=71, 5-7 yaş *Hafif astımlı çocuklar	✓ (PM ₁₀)	-	-	✓	-	Romieu ve ark. 1996
FVC (✓) FEV _{0.75} (✓) *Günlük ölçüm, 31 ölçüm/çocuk (yaz dönemi)	Panel çalışması, çok değişkenli regresyon	İngiltere n=155, 7-11 yaş *Bir otoyolun yakınındaki okulda okuyan çocuklar	✓ (PM ₁₀)	X (NO ₂)	-	X	-	Scarlet ve ark. 1996
PEF (✓) *Günde üç ölçüm, 57 gün (şubat-mart ayları)	Panel çalışması, birinci derece autoregressive doğrusal regresyon modeli	Finlandiya n=39, 7-12 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM ₁₀ , siyah duman)	-	-	-	X (partikül sayısı)	Pekkanen ve ark. 1997
PEF (✓) *Günde iki ölçüm, (iki kış dönemi)	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal regresyon	Çek Cumhuriyeti n=89, 6-14 yaş *Hafif astımlı çocuklar	✓ (TSP)	-	✓	-	✓ Partikül asiditesi ve SO ₄	Peters ve ark. 1997
PEF (X) *Günde iki ölçüm, (kış dönemi)	Panel çalışması, meta-analiz, çok değişkenli doğrusal regresyon	Uluslararası (Avrupa, 10 ülke) n=2.010, 6-12 yaş	X(PM ₁₀ ve siyah duman)	X (NO ₂)	X	-	-	Roemer ve ark. 1998

Çizelge 3.6. (Devam) Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına akut etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen solunum fonksiyon parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
PEF (✓) *Günde üç ölçüm, 25 hafta (kış dönemi)	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal regresyon, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	Fransa n=84, 7-15 yaş *Astımlı çocuklar	X (PM ₁₃ ve siyah duman)	X (NO ₂)	✓	-	-	Segala ve ark. 1998
PEF (✓) *Günde iki ölçüm, 18ay	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal regresyon	Kanada n=206, 6-13 yaş	✓ (PM ₁₀)	-	-	-	-	Vedal ve ark. 1998
PEF (✓) Yalnız BHR ve yüksek IgE bulunan çocuklar için * Günde üç ölçüm, 3 ay (kış dönemi)	Panel çalışması, Lojistik regresyon	Hollanda n=632, 7-11 yaş *Hasta çocuklar	✓ (PM ₁₀ ve siyah duman)	X (NO ₂)	X	-	-	Boezen ve ark. 1999
PEF (✓) *Günde iki ölçüm, 59 gün	Panel çalışması, birinci derece autoregressive doğrusal regresyon modeli	Meksika n=40, 8-11 yaş	✓ (PM ₁₀ ve PM _{2.5})	-	-	✓	-	Gold ve ark. 1999
PEF (✓) *Günde iki ölçüm, 11 ay	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal regresyon, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	Avustralya n=125, 9-10 yaş	-	-	-	✓	-	Jalaludin ve ark. 2000
FVC (✓) FEV ₁ (✓)	Longitudinal çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Avusturya ve Almanya n=797, 8 yaş	-	-	-	✓	-	Kopp ve ark. 2000
Sadece astımlı çocuklar için; FVC (✓) FEV ₁ (X) PEF (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (X)	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	Tayland n=175, 6-14 yaş *Termik santralin yakınında yaşayan çocuklar	✓ (PM ₁₀)	-	X	-	-	Aekplakorn ve ark. 2003

Çizelge 3.6. (Devam) Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına akut etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen solunum fonksiyon parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
FEV ₁ (✓) *Günde üç ölçüm, 2 hafta	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	ABD n=19, 9-17 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM ₁₀ ve PM _{2.5})	✓ (NO ₂)	-	X	-	Delfino ve ark. 2004
PEF (✓) *Günde iki ölçüm, 6 hafta	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal regresyon, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	İsrail n= 285, 10-12 yaş *Termik santralin yakınında yaşayan astımlı çocuklar	✓ (PM ₁₀ ve PM _{2.5})	-	-	-	-	Peled ve ark. 2005
FEV ₁ (✓) MEF ₅₀ (✓), MEF ₂₅ (✓) *1 yılda 11-12 ölçüm/çocuk	Panel çalışması, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	Avusturya n=163, 7-10 yaş	✓ (PM ₁₀ , PM _{2.5} ve PM ₁)	✓ (NO ₂)	-	-	-	Moshammer ve ark. 2006
FEV ₁ (✓) PEF (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (✓)	Panel çalışması (3yıllık), çok değişkenli doğrusal karma model	ABD n=17, 6-13 *Astımlı çocuklar	✓ (PM _{2.5})	-	-	-	-	Trenga ve ark. 2006
PEF (✓) *Günde iki ölçüm, 2 hafta	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	Tayvan (Çin) n=30, 6-16 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM _{2.5} ve PM _{2.5-10})	-	-	-	-	Tang ve ark. 2007
FVC (✓) FEV ₁ (✓) FEF ₂₅₋₇₅ (X) *ortalama 11 ölçüm/çocuk	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	Meksika n=208, 7-11 *158 astımlı ve 50 sağlıklı çocuk	✓ (PM _{2.5})	X (NO ₂)	-	X	-	Barraza-Villarreal ve ark. 2008

Çizelge 3.6. (Devam) Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına akut etkilerinin incelendiği çalışmalar

İncelenen solunum fonksiyon parametreleri	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
FEV ₁ (✓) *Günde üç ölçüm, 10 gün *Kişisel maruz kalım	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	ABD n=53, 9-18 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM _{2.5} ve EC-OC)	✓ (NO ₂)	-	-	-	Delfino ve ark. 2008
FVC (✓) FEV ₁ (✓)	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Kore n= 181, 9-19 *Sağlıklı çocuklar	✓ (PM ₁₀)	X (NO ₂)	X	-	-	Min ve ark. 2008
FEV ₁ (X) FEF ₂₅₋₇₅ (✓)	Longitudinal çalışma, çok değişkenli karma model	Kanada n=182, 9-14 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM _{2.5})	✓ (NO ₂)	✓ (SO ₂)	X	-	Liu ve ark. 2009
FVC (✓)	Longitudinal çalışma, çok değişkenli doğrusal karma model	Tayvan (Çin) (n=100,)	✓ (PM _{2.5})			✓		Chen ve ark. 2011
FEV ₁ (✓) FVC (✓)	Topluma dayalı kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon	Tayvan (Çin) n=2.919, 12-16 yaş	✓ (PM ₁₀)	-	✓	✓	✓ (CO)	Chang ve ark. 2012

^a ✓ işareti çalışmada incelenen hava kirliliği parametresi ile incelenen solunum fonksiyon parametreleri arasında anlamlı ilişki saptandığını, X işareti anlamlı ilişki saptanmadığını ve – işareti hava kirliliği parametresinin çalışma kapsamında incelenmediğini göstermektedir.

3.3. Hava Kirliliğinin Çocuklarda Hava Yolları İnflamasyonu ve Ekshale Azot Monoksit Seviyelerine Etkileri

Dış ortam hava kirliliğine maruz kalımın akut ve kronik solunum yolu hastalıkları/semptomları ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Kunzli ve ark. 2000; Brunekreef ve Holtage 2002; Curtis ve ark. 2006). Diğer yandan, hava kirliliğinin solunum yolları inflamasyonuna ve ekspirasyon havasındaki NO seviyelerine etkilerine dair bilgi henüz sınırlıdır (Koenig ve ark. 2003; Holguin ve ark. 2007). Konu ile ilgili önemli epidemiyolojik çalışmalar Çizelge 3.7’de listelenmiştir.

Hava kirliliği ve çocuklarda ölçülen eNO seviyeleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların bir kısmı kesitsel tasarıma sahip iken (Giroux ve ark. 2001; Dales ve ark. 2008) büyük bir çoğunluğu panel çalışması özelliği göstermektedir (Steerenberg ve ark. 2001; Fischer ve ark. 2002; Koenig ve ark. 2003; Mar ve ark. 2005; Delfino ve ark. 2006; Holguin ve ark. 2007; Qian ve ark. 2010). Mevcut kesitsel çalışmaların bazıları hava kirliliğinin göreceli olarak daha fazla olduğu bir bölgede (kirli-temiz, kentsel-kırsal, trafik yoğun-az yoğun vb.) yaşama (Giroux ve ark. 2001; Holguin ve ark. 2007) ya da kentsel bölgeden hava kirliliğinin az olduğu kırsal bir bölgeye taşınma (Renzetti ve ark. 2009) durumlarında eNO miktarlarında meydana gelen değişimleri incelemiştir. Bazı kesitsel çalışmalar ise özellikle trafik kaynaklı hava kirliliğine odaklanarak trafik yoğunluğu ve ana yollara yakın yaşama gibi maruz kalım ölçütlerinin etkilerini değerlendirmiştir (Holguin ve ark. 2007; Dales ve ark. 2008). Ekshale NO seviyeleri dış ortam hava kirlleticilerinin seviyelerindeki kısa süreli artışlara yanıt verebildiğinden, hava kirliliğinin eNO ile ilgili akut etkileri genellikle birkaç gün/hafta süreli tekrarlanan izlemlerin kullanıldığı panel çalışmaları ile incelenmiştir. Panel çalışmalarında eNO değerlerinin hava kirliliğine bağlı artışı birkaç saatten birkaç güne kadar değişebilen farklı sürelerde (lag: maruz kalım ile sağlık etkisinin ortaya çıkması arasında geçen gecikme) gözlenebildiği belirtilmektedir (Koenig ve ark. 2003; Mar ve ark. 2005; Murata ve ark. 2007; Barraza-Villarreal ve ark. 2008).

Çocukların hava kirliliğinin olumsuz etkilerine karşı daha hassas olduğu kabul görmüş bir gerçektir. Diğer yandan, epidemiyolojik çalışmalar solunum rahatsızlıkları yaşayan çocukların da sağlıklı çocuklara göre hava kirliliğinden

daha çok etkilendiğini göstermiştir. Yalnızca astımlı çocukların incelendiği bazı çalışmalar ölçülen eNO seviyelerinde hava kirliliğine bağlı önemli artışlar saptamıştır (Koenig ve ark. 2003; Mar ve ark. 2005; Delfino ve ark. 2006; Liu ve ark. 2009; Renzetti ve ark. 2009; Sarnat ve ark. 2012). Bu bulgular hava kirleticilerinin seviyelerindeki ani artışların astım gibi kronik solunum rahatsızlıkları yaşayan çocuklar için potansiyel bir sağlık riski meydana getirdiğini bir kez daha göstermektedir. Sağlıklı ve astımlı çocukların birlikte karşılaştırmalı olarak incelendiği çalışmalarda ise hava kirliliğinin eNO seviyelerine etkilerinin astımlı ve/veya atopik çocukların sağlıklı çocuklara göre daha çok gözlendiği bildirilmiştir (Malmberg ve ark. 2006; Holguin ve ark. 2007; Murata ve ark. 2007; Silva ve ark. 2010). Ekshale NO seviyelerinin incelendiği hava kirliliği çalışmalarında astım ve atopik hastalıkların varlığı ve astım ilaçları kullanımı hakkında ön bilgi mutlaka edinilmelidir (Malmberg ve ark. 2006; Silva ve ark. 2010).

İtalya’da gerçekleştirilen bir çalışmanın bulguları hava kirliliğinin eNO seviyelerine etkilerinin tersinir olabileceği ve olumsuz etkilerin çok kısa sürede azalmaya başlayacağını göstermektedir. Renzetti ve arkadaşlarının (2009) İtalya’da yaşayan çocuklarda gerçekleştirdiği çalışmada bazı hava kirleticilerinin (PM_{10} , O_3 , NO_2 , CO, C_6H_6) seviyelerinin yüksek olduğu kentsel bir bölgeden hava kalitesinin daha iyi olduğu kırsal bir bölgeye taşınan çocuklarda 1 hafta gibi kısa bir sürede eNO seviyelerinin anlamlı olarak azaldığı gözlenmiştir.

Hava kirliliğinin etkileri farklı hava kirletici emisyon kaynaklarına göre değişkenlik gösterebilir. Bazı çalışmalar motorlu karayolu trafiğinden etkilenme (evin yakınındaki yollardaki trafik yoğunluğu ve/veya trafiğe yakınlık) ile çocuklarda ölçülen eNO seviyeleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Örneğin, trafik kaynaklı hava kirliliğine maruz kalım arka fon hava kirliliğine göre daha çok olumsuz solunum sistemi rahatsızlıklarına yol açabilir. Bunun nedeni, trafiğin yoğunlaştığı bölgelerde özellikle ince ($PM_{2,5}$) ve ultra-ince (PM_1) partiküller, CO, NO_x emisyonlarının artmasıdır (Holguin ve ark. 2007). Steerenberg ve arkadaşları (2001) gerçekleştirdikleri çalışmada orta seviyede trafik yoğunluğuna sahip kentsel bir bölgede yaşayan çocukların dış ortam NO , PM_{10} ve siyah duman (BS) maruz kalımının ekshale NO seviyelerini arttırdığını saptamıştır.

Trafik yükünün fazla olduğu anayolların yakınında yaşamak iki çalışmada çocuklarda ölçülen eNO seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir. Holguin ve arkadaşları (2007) yalnız astımlı çocuklar ile gerçekleştirdikleri çalışmada çocukların yaşadığı evlere 50 m, 100 m ve 200 m mesafede zonlama yaparak hesapladıkları yol yoğunluğu parametresi ile çocuklarda ölçülen eNO seviyeleri arasında anlamlı pozitif ilişki bulmuştur. Bu çalışmada 50 m, 100 m ve 200 m mesafe için eNO seviyelerinde sırası ile %28 (p=0,03, %95 GA 3 - 60), %27 (p=0,005, %95 GA 8 - 499 ve %17 (p=0,09 %95 GA -2 - 40) oranlarında artış olduğu saptanmıştır. Buna göre karayollarına 50-100 m mesafede yaşamının eNO seviyelerini arttırırken, yola 200 metre mesafede oturma durumunda ilişkinin istatistiksel anlamlılığın kaybolduğu görülmektedir (Holguin ve ark. 2007). Kanada'da yaklaşık 1.600 çocuk ile gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise çocukların evlerinin 200 m yakınındaki toplam yerel yol uzunluğundaki her 1 kilometrelik artışa karşılık olarak eNO seviyesinde %10,1 (p=0,002) oranında artış tespit edilmiştir (Dales ve ark. 2008).

Özellikle motorlu araç trafiğinden kaynaklanan NO₂ gibi kirletici gazlara ve ince boyutlu partiküllere maruz kalımın etkilerinin incelendiği pek çok çalışmada hava kirliliğinin çocuklarda eNO seviyelerini ve havayolları inflamasyonunu arttırdığı saptanmıştır (Steerenberg ve ark. 2001; Holguin ve ark. 2007; Murata ve ark. 2007; Dales ve ark. 2008). Bazı çalışmaların sonuçları hava kirliliğinin eNO seviyelerini arttırdığını gösterememiş olsa da (Liu ve ark. 2009), giderek artan sayıda kesitsel/panel çalışmalarının sonuçları hava kirleticilerinin çocuklarda hava yolları inflamasyonuna etkileri ile ilgili bulguları güçlendirmektedir. Diğer yandan, sürecin tersinir olup olmadığı ve hava kalitesinin iyileştirilmesi durumunda çocukların sağlık durumunda düzelme olup olmayacağı henüz net değildir (Renzetti ve ark. 2009).

İncelenen birçok çalışmada ekshale NO ölçümleri ile birlikte solunum fonksiyon testleri ve sağlık anketlerinin de uygulandığı görülmektedir (Fischer ve ark. 2002; Steerenberg ve ark. 2003; ATS/ERS 2005; Holguin ve ark. 2007; Dales ve ark. 2008). Bu çalışmalarda hava kirliliği araştırmalarında özellikle astım varlığında eNO ve SFT parametreleri arasındaki ilişki ve eNO ölçümlerinin SFT yerine kullanılıp kullanılamayacağı (Fischer ve ark. 2002) incelenmiştir. Bu

Çalışmaların bulgularında ekshale NO ve SFT lmlerinin genellikle paralellik göstermediği ve hava kirliliği ile ilişkisinde farklı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Fischer ve ark. 2002; Dales ve ark. 2008).

Dış ortamdan solunan NO akciğerlerde büyük oranda absorbe edilmesine rağmen bir kısmı da ekshale edildiğinden, ekshale NO lmleri gerçekleştirilirken dış ortamdaki NO seviyelerini de dikkate alınması mutlaka gereklidir. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalar dış ortamdaki yüksek NO seviyelerinin ekshale NO ölçümlerini etkileyebileceğini göstermiştir (Baraldi ve ark. 1998).

Konu ile ilgili çalışmaların çoğu doğrudan açık ortamda ölçülen hava kirletici derişimlerdeki değişimlerin (Fischer ve ark. 2002; Mar ve ark. 2005) eNO seviyelerine yaptığı etkiyi incelemiştir. Çizelge 3.5'deki çalışmalar incelendiğinde en çok araştırılan hava kirletici bileşenlerin partikül madde (PM) ve azot dioksit (NO₂) olduğu dikkati çekmektedir. Kirletici derişimleri ile eNO seviyelerinin ilişkilendirildiği çalışmalarda çoğunlukla günlük ortalama derişimlerin kullanıldığđ görülmektedir. Yalnızca bir çalışmada haftalık ortalama ve 48 saatlik ortalama derişimler kullanılmış ve bu çalışmada da ölçülen kirletici seviyeleri ile eNO arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır (Holguin ve ark. 2007).

Fischer ve arkadaşlarının (2002) Hollanda'da kentsel bir bölgede bazı hava kirleticilerinin (PM₁₀, siyah duman, NO, NO₂ ve CO) açık ortamda ölçülen günlük ortalama derişimlerdeki her 10 $\mu\text{g m}^{-3}$ 'lk artış için çocuklarda bir ya da iki gün sonra ölçülen eNO seviyelerinde %6 ile %31 arasında değişen anlamlı artış saptamıştır . Bu alışma kiş döneminde gerçekleştirildiği ve seviyeleri düşük olduğu için ozonu çalışmaya dâhil edilmediği bildirilmiştir.

Mar ve arkadaşları (2005) ABD'nde astımlı çocuklar için kısa dönemli (saatlik) PM_{2,5} maruz kalımı ile ekshale NO arasında maruz kalımdan yaklaşık 10-12 öncesi boyunca anlamlı ilişki bulmuştur. Tek-lag (maruz kalım ile sağlık etkisinin ortaya çıkması arasındaki süre) modelinde 1 saatlik lag modeli için eNO etkisi 6,9 ppb (%95 G.A: 3,4-10,6), 4 saatlik lag modeli için eNO etkisi 6,3 ppb (%95 G.A: 2,6 – 9,9) ve 8 saatlik lag modeli için eNO etkisi 0,5 ppb (%95 G.A: -1,1- 2,1) bulunmuştur. Yalnızca 1 ve 4 saatlik lag modelleri için anlamlı ilişki bulunmuştur, 8 saatlik lag modeli için ilişki anlamlı değildir. Lag süresi arttıkça

ilişki bulmak zorlanmaktadır. Örneğin, Meksika’da ortalama 9 yaşındaki çocuklar ile bir yıl süre ile yapılan çalışmada açık ortamda ölçülen haftalık ortalama NO_2 ve 48 saatlik ortalama $\text{PM}_{2,5}$ ve elementel karbon derişimleri ile ekshale NO arasında ilişki bulunamamıştır (Holguin ve ark. 2007). Murata ve arkadaşlarının çalışmasında ise Japonya’da Tokyo’da trafik yoğunluğunu fazla olduğu bölgelerde açık ortamda son 8 saatte ölçülen NO_x seviyeleri ortalama 10 ppb arttığında, ölçülen ekshale NO seviyelerinin yaklaşık 1,08 ppb arttığı (%95 G.A: 0,72-1,45) görülmüştür (Murata ve ark. 2007). Bu çalışmalardan da anlaşıldığı üzere, ekshale NO seviyeleri kısa süreli hava kirliliği ölçümlerinden daha çok etkilenmektedir.

Çizelge 3.7. Hava kirliliğinin çocuklarda hava yolları inflamasyonu ve eNO seviyelerine etkilerinin incelendiği çalışmalar

Maruz kalım ölçütü	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
eNO ölçümü öncesindeki anlık ortam NO derişimleri	Vaka-kontrol çalışması, doğrusal bağıntı	İtalya n=94, 5-17 yaş *47 astımlı +47 sağlıklı	-	✓ (NO)	-	-	-	Baraldi ve ark. 1998
eNO ölçümünden 1 gün önce sabit noktalarda ölçülen günlük ortalama NO ve CO derişimleri	Kesitsel çalışma, ANOVA, t-test, Mann-Whitney Utesti	Fransa n=126, 7-13 yaş *Astımlı çocuklar	-	✓ (NO)	-	-	✓ (kentsel-kırsal bölge) ✓ (CO)	Giroux ve ark. 2001
7 hafta tekrarlanan eNO ölçümleri boyunca sabit istasyonlarda ölçülen saatlik/günlük ortalama kirletici derişimleri	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli	Hollanda n=82, 8-13 yaş	✓ (PM ₁₀ ve siyah duman)	✓ (NO, NO ₂)	-	-		Steerenberg ve ark. 2001
7 hafta tekrarlanan eNO ölçümlerinden 1 ve 2 gün önce sabit istasyonlarda ölçülen günlük ortalama kirletici derişimleri	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli	Hollanda n=68, 10-11 yaş	✓ (PM ₁₀ ve siyah duman)	✓ (NO, NO ₂)	-	-	✓ (CO)	Fischer ve ark. 2002
10 ardışık gün tekrarlanan eNO ölçümlerinin yapıldığı gün için 3 sabit istasyonda günlük ort. kirletici seviyeleri (kişisel maruz kalım, iç ortam (ev) ve dış ortam seviyeleri)	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli	ABD n=19, 6-13 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM _{2,5})	-	-	-	-	Koenig ve ark. 2003

Çizelge 3.7. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda hava yolları inflamasyonu ve eNO seviyelerine etkilerinin incelendiği çalışmalar

Maruz kalım ölçütü	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
Polen sezonunda haftada 2 defa tekrarlanan eNO ölçümleri boyunca ölçülen günlük ort. derişimler	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli	Hollanda n=119, 7-12 yaş *Allerjik çocuklar	✓ (PM _{2,5})	✓ (NO ₂)	-	X	✓ (CO)	Steerenberg ve ark. 2003
10 ardışık gün tekrarlanan eNO ölçümlerinden 10-12 saat öncesine kadar 3 sabit istasyonda ölçülen saatlik PM _{2,5} ölçümleri	Panel çalışması, çok değişkenli model	ABD n=19, 6-13 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM _{2,5})	-	-	-	-	Mar ve ark. 2005
10 gün tekrarlanan eNO ölçümleri boyunca kişisel ve dış ortam ölçümleri (sürekli ölçümler ve 24 saatlik ort. derişimler)	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	ABD n=45, 9-18 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM _{2,5})	✓ (NO ₂)	-	-	✓ elementel karbon	Delfino ve ark. 2006
*Ölçüm noktası= okul *Kirleticiler= PM _{2.5} /E.C. (48-saatlik ort) ve NO ₂ (iki haftalık ort) *Evde ve okulda trafik ve yol yoğunluğu	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal/doğrusal olmayan karma model	Meksika n=200, 6-12 yaş *Yarısı astımlı yarısı sağlıklı çocuklar	X (PM _{2,5})	X (NO ₂)	-	-	✓ (trafik yoğunluğu, yalnız astımlı çocuklarda)	Holguin ve ark. 2007
10 günlük eNO ölçümleri boyunca bir sabit noktada ölçülen saatlik ortalama kirleticiler derişimleri	Panel çalışması, genelleştirilmiş doğrusal model	Japonya n=19, 5-10 yaş *Kalabalık bir caddede oturan çocuklar	-	✓ (NOx)	-	-	-	Murata ve ark. 2007

Çizelge 3.7. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda hava yolları inflamasyonu ve eNO seviyelerine etkilerinin incelendiği çalışmalar

Maruz kalım ölçütü	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
3 hafta boyunca günde 2 defa tekrarlanan eNO ölçümleri sırasında ölçülen saatlik ort. derişimler	Panel çalışması, çok değişkenli regresyon	Belçika n=72, 6.5-15 yaş *Sağlıklı (astım olmayan) çocuklar	-	-	-	✓	-	Nickmilder ve ark. 2007
Çocuğun evinin 200 m yakınındaki toplam yol uzunluğu ve modelleme ile belirlenen derişimler, hesaplanan 24 saatlik maruz kalım	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli	Kanada n=1.613, 9-11 yaş	✓ (PM _{2,5}) (p=0,05 8) X (PM ₁₀ ve siyah duman)	X (NO ₂)	X	-	✓ (anayola yakın yaşamak)	Dales ve ark. 2008
*Ölçüm noktası= Dört adet sabit istasyon *Kirleticiler= PM _{2,5} , NO ₂ ve O ₃ (günlük ve 8-saatlik ortalama) 22 haftalık izlem	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma etkiler modeli	Meksika n=208, 7-11 *158 astımlı ve 50 sağlıklı çocuk *Yalnızca astımlı çocuklar için ilişki var.	✓ (PM _{2,5})	✓ (NO ₂)	-	✓	-	Barraza-Villarreal ve ark. 2008
4 haftalık çalışma boyunca iki istasyonda ölçülen günlük ortalama derişimler	Longitudinal çalışma, çok değişkenli doğrusal karma etkiler modeli	Kanada n=182, 9-14 yaş *Astımlı çocuklar	X (PM _{2,5})	X (NO ₂)	X	X	-	Liu ve ark. 2009

Çizelge 3.7. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda hava yolları inflamasyonu ve eNO seviyelerine etkilerinin incelendiği çalışmalar

Maruz kalım ölçütü	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NO _x	SO ₂	O ₃	Diğer	
*2 adet eNO ölçümü/çocuk, (taşınma öncesi ve sonrası), kentsel ve kırsal bölgelerde günlük PM ₁₀ , O ₃ , NO ₂ , CO ve C ₆ H ₆ ölçümleri	Kesitsel çalışma, t-test ve bağıntı analizi	İtalya n=37, *Astımlı allerjili çocuklar	-	-	-	-	✓ kentsel-kırsal bölge	Renzetti ve ark. 2009
*Tek eNO ölçümü *5 gün boyunca çocukların okudukları sınıfta (iç ortam) ölçülen ortalama kirletici derişimleri	Kesitsel çalışma, genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE)	Fransa n=104, 10 yaş *34 astımlı ve 70 sağlıklı çocuk	✓ (PM _{2,5})	X (NO ₂) (anlamli koruyucu etki)	-	-	✓ Formaldehit ve asetaldehit (iç ortam)	Flamant-Hulin ve ark. 2010
16 hafta boyunca sabit istasyonlarda günlük ort. PM ₁₀ , NO ₂ , SO ₂ ve 8 saatlik maksimum O ₃ ölçümü	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	ABD n= 119, 12-65 yaş *Astım ilacı kullanan hastalar	✓ (PM ₁₀)	✓ (NO ₂)	X	X	-	Qian ve ark. 2010
eNO ölçümünden 30 gün öncesine kadar sabit istasyonlardan günlük ort. kirletici derişimleri	Kesitsel çalışma, kümülatif gecikmeli ortalama regresyon modeli	ABD n=2.240, 8-9 yaş	✓ (PM _{2,5} , PM ₁₀)	X (NO ₂)	-	✓	-	Berhane ve ark. 2011

Çizelge 3.7. (Devam) Hava kirliliğinin çocuklarda hava yolları inflamasyonu ve eNO seviyelerine etkilerinin incelendiği çalışmalar

Maruz kalım ölçütü	Çalışmanın türü ve istatistiksel yöntem	Çalışmanın yapıldığı ülke ve popülasyon	Hava kirliliği parametreleri ile ilişki ^a					Referans
			PM	NOx	SO ₂	O ₃	Diğer	
*Ana yola yakın yaşamak, evin yakınında toplam yol uzunluğu, trafik yoğunluğu, modellenen çizgi kaynak yıllık NOx derişimleri, modellenen NO, NO ₂ , NOx derişimleri	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli	ABD n= 2.143, 7-11 yaş	-	-	-	-	✓ (evin yakınında toplam yol uzunluğu)	Eckel ve ark. 2011
Sabit istasyonlarda ölçülen günlük ortalama PM ₁₀ derişimleri	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli	Hollanda n=812, *Anayollara en fazla 400 metre mesafede oturan çocuklar	✓ (PM ₁₀)	-	-	-	X (trafik yoğunluğu ve anayola yakın oturmak)	Graveland ve ark. 2011
Çocuğun evinin 200 metre yakınındaki yollarda yıllık trafik yoğunluğu	Kesitsel çalışma, çok değişkenli doğrusal karma model	Kanada n=2.328, 9-11 yaş	-	-	-	-	X (trafik yoğunluğu)	Çakmak ve ark. 2012
*Ölçüm noktası= okul (iç ortam ve dış ortam) *Ölçüm süresi=16 hafta *Kirleticiler= PM ₁₀ /PM _{2.5} (48-saatlik ort); siyah karbon (48-saatlik ort) ve NO ₂ (96-saatlik ort)	Panel çalışması, çok değişkenli doğrusal karma model	Meksika-ABD n=58, 6-12 yaş *Astımlı çocuklar	✓ (PM _{2.5} , PM ₁₀ , PM _{2.5-10} , siyah karbon)	✓ (NO ₂)	-	-	-	Sarnat ve ark. 2012

^a ✓ işareti çalışmada incelenen hava kirliliği parametresi ile çocukların ekshale NO seviyeleri arasında anlamlı ilişki saptandığını, X işareti anlamlı ilişki saptanmadığını ve – işareti hava kirliliği parametresinin çalışma kapsamında incelenmediğini göstermektedir.

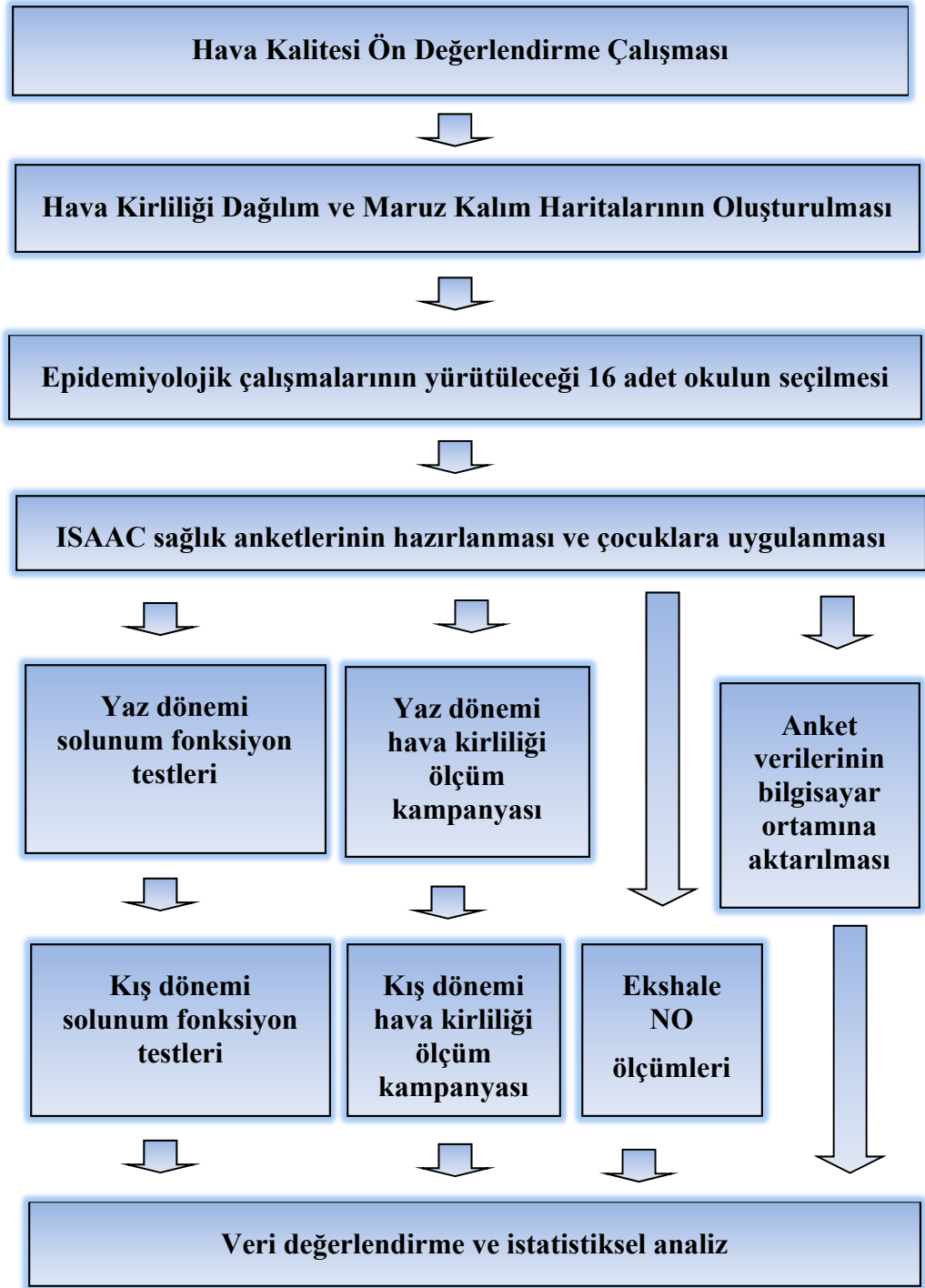
Gerçekleştirilen literatür araştırmasında, hava kirliliğinin çocuklarda allerjik hastalıklara, solunum fonksiyonlarına ve solunum yolları inflamasyonuna etkileri ile ilgili olarak, çoğunlukla Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya ülkelerinde gerçekleştirilmiş olan ve sonuçları birbiri ile çelişen çok sayıda çalışmanın bulunduğu görülmüştür. Mevcut çalışmaların sonuçlarındaki farklılıkların çalışma alanı (bölge içi ya da bölgeler arasındaki farklılıkların incelendiği çalışmalar), ölçülen hava kirlleticilerinin türü (PM, SO₂, O₂, O₃ vb.), çalışma popülasyonu (incelenen yaş grubu, yüksek risk grubu çocuklar ya da tüm çocuklar vb.), incelenen etkinin türü (kronik-akut), istatistiksel analiz yöntemi ve potansiyel karıştırıcı/etki değiştirici faktörlerin çok değişkenli analizlere dâhil edilip edilmemesi gibi çalışmaların tasarımı ile ilgili bazı temel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Hoek ve ark. 2012).

Hava kirliticilerine kısa süreli (Hoek ve ark. 1993; Gielen ve ark. 1997; Burnett ve ark. 2001) ve uzun süreli (Ramadour ve ark. 2000; Akinbami ve ark. 2010) maruz kalımın çocukluk çağında astım oluşumu ve mevcut astımın kötüleşmesi ile ilişkili olduğu pek çok çalışmada ortaya konmuştur. Dış ortam ve iç ortam hava kirliliğinin son 12 aydaki rinokonjunktivit ile ilişkisi ise henüz tartışmalıdır (Brunekreef ve Sunyer, 2003). Son epidemiyolojik çalışmalar hava kirliliğine sürekli maruz kalmanın allerjik rinit üzerindeki etkilerine dair delillerin hala yetersiz ve zayıf olduğunu bildirmektedir (Keleş 2010). Hava kirliliğinin egzama ve son 12 ayda kaşıntılı döküntü şikâyeti ile ilişkisine dair kanıtlar ise giderek artmakla birlikte, epidemiyolojik çalışmalar hava kirliliğinin çocuklarda görülen allerjik egzamaya yalnızca küçük bir katkısı olduğunu göstermektedir (Lee ve ark. 2008; Brunekreef ve ark. 2009). Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına etkileri ile ilgili çalışmaların sonuçları ise allerjik hastalıklarla ilgili çalışmalara göre daha tutarlıdır (DSÖ 2005).

4. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde, çalışma alanı ve incelenen popülasyon kısaca tanıtılmış, çalışmada kullanılan hava kirliliği ölçüm verilerinin ve çocuklar ile ilgili sağlık verilerinin üretilmesinde/değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Tez çalışması süresince gerçekleştirilen çalışmaların şematik gösterimi Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

Bu tez çalışmasında, Eskişehir’de yaşayan çocukların hava kirliliğinden etkilenme düzeylerini belirlemek üzere kesitsel bir epidemiyolojik çalışma tasarlanmıştır. İlk olarak, kentin az kirli ve kirli noktalarının belirlenmesi için bir hava kalitesi öndeğerlendirme çalışması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, çalışma alanı hava kirliliği açısından farklı özelliklere sahip üç bölgeye (yarı kentsel, kentsel, kentsel-trafik) ayrılmış ve bu bölgelerde yaşayan çocukların sağlık durumları seçilen bazı parametreler açısından karşılaştırılmıştır. Çalışma 16 adet ilköğretim okulunda okuyan 9 ile 13 yaşları arasındaki 1.880 çocuğu kapsamaktadır. Çocuklarda en sık karşılaşılan allerjik hastalıklar olan astım, rinit ve egzamaya ilişkin semptomların prevalansları Eskişehir’de ilk defa uygulanan Uluslararası Çocukluk Çağı Astım ve Allerjik Hastalıklar Çalışması (ISAAC) anketi ile belirlenmiştir. Anket çalışmasından sonra, her çocuğa yaz ve kış dönemlerinde olmak üzere iki defa solunum fonksiyon testleri uygulanmıştır. Solunum fonksiyon testleri ile eş zamanlı olarak okulların bahçelerinde pasif örnekleme yöntemi ile ozon (O₃), azot dioksit (NO₂) ve kükürt dioksit (SO₂) derişimleri ölçülmüştür. Ayrıca, kış döneminde 643 çocuktan oluşan bir alt grup üzerinde ekshale NO ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Sağlık ve hava kalitesi ölçümleri tamamlandıktan sonra, elde edilen veriler çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. Çok değişkenli analizlerle hava kirliliğinin yanı sıra sigara dumanına maruz kalım, evde küf bulunması, evcil hayvan sahipliği ve sosyoekonomik durum gibi diğer bazı risk faktörlerinin incelenen sağlık çıktılarına etkileri de incelenmiştir. Eskişehir halkının hava kirliliğine maruz kalımını değerlendirmek üzere coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak maruz kalım haritalarının oluşturulması çalışmaları da gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Tez süresince gerçekleştirilen çalışmaların şematik gösterimi

4.1. Çalışma Alanı ve İncelenen Popülasyon

Çalışmanın odağında olan ve sonuçları itibariyle asıl ilgilenilen alan, Eskişehir Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde bulunan ve yaklaşık 600.000 kişinin yaşadığı kentsel bölgedir. Bu bölge Eskişehir ilinin Odunpazarı ve Tepebaşı İlçelerinde yer alan yaklaşık olarak 100 km²'lik yoğun yerleşim bölgesini kapsar.

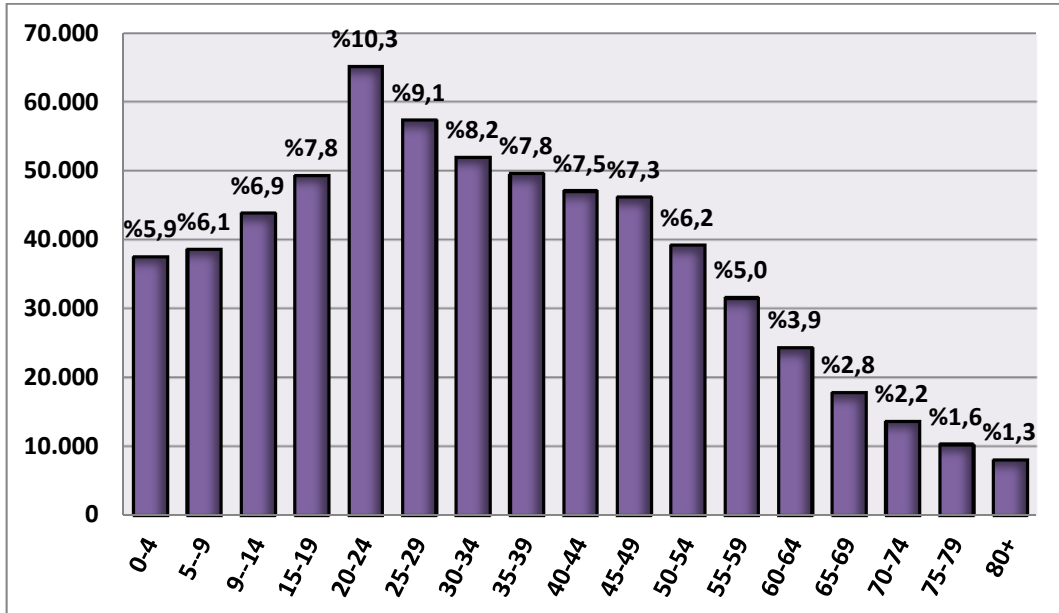
Coğrafi ve meteorolojik özellikler. Orta Anadolu'nun Ankara'dan sonra en büyük ikinci kenti olan Eskişehir, il topraklarının kuzey batısındaki Porsuk vadisinde konumlanmaktadır. Eskişehir kent merkezinin büyük kısmı topografik yapı itibariyle çukurda kaldığı görülmektedir. Şehir merkezinde deniz seviyesinden 740 m olan yükseklik kenarlara doğru gidildikçe artarak ortalama 850 metreye ulaşmaktadır. Buna rağmen, yine de Eskişehir kent merkezinde topografya fazla engebeli değildir. Eskişehir iklimi, coğrafi şartları, yükseltileri, yeryüzü şekilleri ve denize olan uzaklığı gibi nedenlerle ilde genellikle sert ve karasal iklim hâkim olup, kışlar çok soğuk, parçalı bulutlu ve kar yağışlı, yazlar sıcak, az bulutlu, açık ve yağışsız geçer. Eskişehir'de ölçülen yıllık, en soğuk kış ayı ve en sıcak yaz ayı ortalama sıcaklıkları sırası ile 11°C, -2°C ve 30°C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı ve nemlilik oranı sırası ile 360 mm ve %63'dür. Hâkim rüzgârlar kış aylarında doğu-batı doğrultusunda ve baharın ilk ayları ile değişerek kuzeybatı-kuzeydoğu doğrultusunda eser. İlkbahar sonuna doğru rüzgâr yönü tekrar değişir ve güney batı, batı ve kuzeybatıdan esen rüzgârlar baskın hale gelir.

Yerleşim. Ortasından geçen Porsuk Çayı ve demiryolu hattı, kenti fiziksel olarak kuzey ve güney kesimleri olarak ikiye ayırır. Yüksekte kalan Odunpazarı semti dışında kentin hemen hemen bütünüyle yeni olduğu görülür. Kentin yeni gelişen bölümleri, çoğunlukla yüksek yoğunluklu konut ve ticaret alanlarından oluşmaktadır. Kentin idari ve ticaret merkezi Porsuk Çayı'nın kıyılarında ve yakın çevresinde gelişmiştir. Konut gelişme alanı olarak belirlenen Yenikent ve Sultandere gibi daha organize yerleşimler dışında, Batıkent ve Ihlamurkent bölgesinde de günümüzde hızlı bir konut gelişimi gözlenmektedir.

Hava kirliliği. Eskişehir’de en önemli hava kirliliği kaynağı trafik olarak değerlendirilmekte, ikinci sırada ise evsel ısınma yer almaktadır. Trafik kaynaklı hava kirliliği daha çok Odunpazarı, Köprübaşı gibi özellikle trafik emisyonlarının ve nüfusun yoğun olduğu kent merkezinde yaşanmaktadır. Özellikle sert geçen kışlar evsel ısınma ihtiyacının artması nedeni ile mevsimsel hava kirliliği sorunlarının yaşanmasında önemli rol oynamaktadır. Eskişehir’de ısınma için çoğunlukla doğalgaz kullanılmakla birlikte nüfusun %50’ye yakınının halen kömür kullandığı tahmin edilmektedir. Sanayi yatırımlarının büyük bölümü kent merkezine yaklaşık 10 km mesafede kentin güney doğu kısmında bulunan Eskişehir Organize Sanayi Bölgesinde (EOSB) yer almaktadır. EOSB’ndeki önemli sanayi dalları seramik, kimya-metal işleme ve gıda sektörüdür. Ayrıca, yerleşim bölgesinde bulunan büyük sanayi kuruluşları arasında şeker fabrikası, TÜLOMSAŞ lokomotif fabrikası ve TUSAŞ uçak motoru fabrikası sayılabilir. Hava kirletici vasfı çok yüksek endüstriyel tesis sayısının çok fazla olmaması, tesislerin tümünde doğalgaz kullanılıyor olması nedeniyle hava kirliliğine endüstrinin katkısı çok önemli düzeylerde bulunmamaktadır.

Eskişehir’de uzun yıllardır hava kirliliğinin izlenmesi ve değerlendirilmesi ile ilgili bilimsel çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Önceki çalışmalardan elde edilen veriler ışığında, Eskişehir’in orta düzeyde hava kirliliğine sahip bir kent olduğunu söylemek mümkündür (Özden ve ark. 2008; Gaga ve ark., 2012). Sadece kömürün kullanıldığı dönemlerde en kirli iller arasında üst sıralarda yer alan ve ulusal sınır değerlerin bile sağlanamadığı Eskişehir’e, değişen yakıt politikası, toplu taşıma araçlarının yaygınlaştırılması ve yeşil alanların gün geçtikçe artması sayesinde birinci derecede kirli iller listesinden çıkmıştır. 27.08.2008 tarihli ve 2008/11 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığının Hava Kirliliğinin Kontrolü ve Önlenmesi Genelgesi çerçevesinde, Eskişehir ili ikinci derecede kirli iller grubunda yer almaktadır (Anonim 2010).

Nüfus. Eskişehir ili, toplam il nüfusu itibariyle Türkiye’de 31. sırada yer almasına rağmen, il merkezi nüfusu dikkate alındığında sıralamada 10. sıraya yükselmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, bu çalışmanın sağlık ayağının gerçekleştirildiği 2009 yılında 755.427 olan il nüfusunun 669.444’ü il ve ilçe merkezlerinde ve 86.983’ü de belde ve köylerde yerleşmiştir. Buna göre, Eskişehir halkın çoğunluğunun (>%85) kent merkezinde yaşadığı bir ildir. Günümüzde hala Eskişehir kırsalından kente göç görülmektedir, bunun bir yansıması olarak şehir nüfus artış hızı binde 15,41, köy nüfus artış hızı ise binde – 9,52 dir. Kent merkezinde nüfus yoğunluğunun mahalle bazında 500 kişi.km⁻² (Zincirlikuyu) ile 40.000 kişi.km⁻² (Mamure) arasında değiştiği saptanmıştır. Farklı yaş gruplarının toplam şehir nüfusu içindeki payının görüldüğü Şekil 4.2 incelendiğinde çocukların (0-18 yaş) nüfus içinde önemli bir paya sahip oldukları dikkati çekmektedir. Bu çalışmada incelenen popülasyonu barındıran 9-14 yaş grubu toplam nüfusun yaklaşık %7’sini (~ 40.000 kişi) oluşturmaktadır. Bu oran yaklaşık 44.000 kişiye karşılık gelmektedir. Bu çalışmada 1.880 çocuğun dâhil edildiği düşünüldüğünde, hedef yaş grubundaki popülasyonun yaklaşık %4,3’ünün örneklendiği görülmektedir.



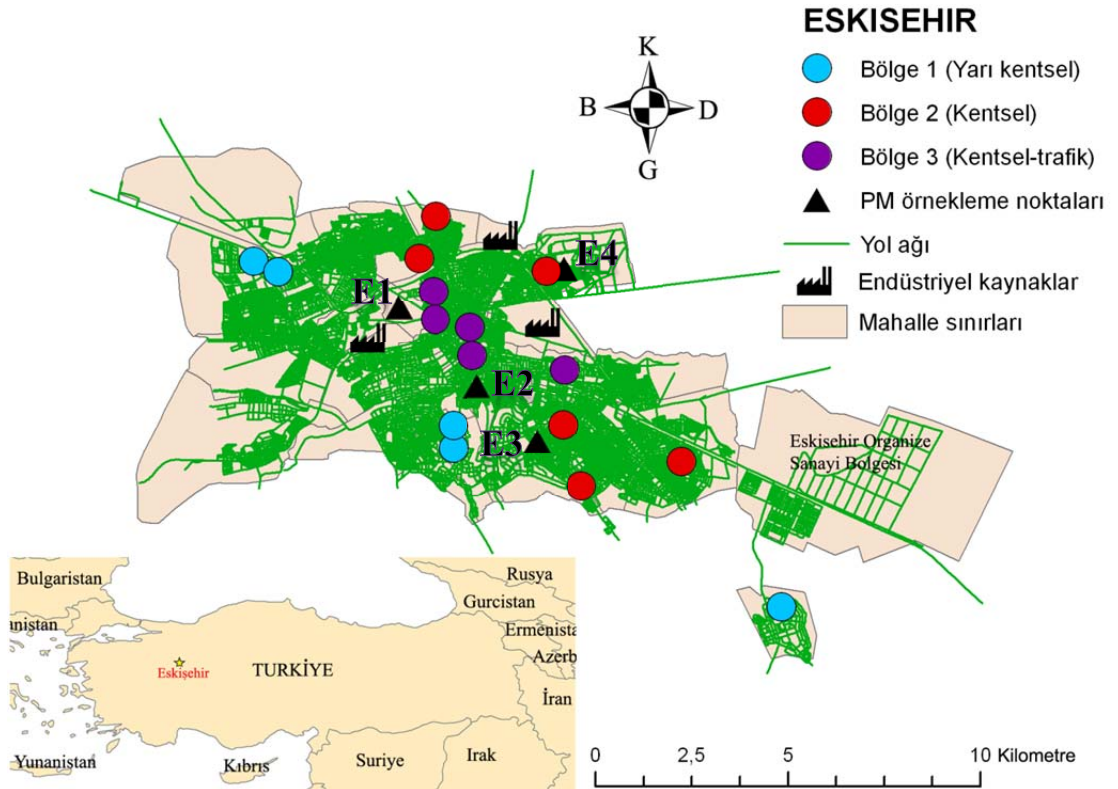
Şekil 4.2. Eskişehir kentinde 2009 yılı için farklı yaş gruplarının toplam nüfus içindeki payı (TÜİK 2009)

Çalışma popülasyonu. Eskişehir’de Odunpazarı/Tepebaşı İlçelerindeki ilköğretim okullarında (ilkokul + ortaokul) okuyan ve 2007-2008 öğretim yılında ilköğretim 4. ya da 5. sınıfa devam eden öğrenciler bu çalışmanın hedef popülasyonu olarak seçilmiştir. Çalışmada hava kirliliğinin insan sağlığına etkilerinin incelenmesi için çocukların seçilmesinin bazı pratik ve teknik nedenleri bulunmaktadır. Birincisi, önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi, çocuklar hava kirliliğinin akut ve kronik etkilerine karşı yetişkinlerden daha hassastır ve açık ortamlarda yetişkinlere göre daha çok zaman geçirmektedir. İkincisi, yetişkinler günlük aktiviteleri sırasında iş ortamı gibi hava kirliliği açısından oldukça büyük değişkenlik gösterebilen farklı ortamlarda bulunabilmektedir. Ayrıca, sigara kullanımı ve beslenme gibi uzun vadede sağlık koşullarını etkileyebilecek bazı alışkanlıklar da yetişkinlerde oldukça büyük değişkenliğe sahiptir. Yetişkinler daha uzun süredir yaşadıkları için, yaşamları boyunca çok değişik hava kirliliği koşullarında yaşadıklarından kümülatif maruz kalımları farklılaşmış olabilir. Oysa çocukların zaman kullanımları ve aktiviteleri yetişkinlere göre daha homojendir. Bu nedenle, farklı hava kirliliğine sahip bölgelerde yaşayan çocuklarda kirliliğin etkilerini gözlemlemek yetişkinlere kıyasla daha kolaydır. Üçüncüsü, bu çalışma hava kirliliği konusunda farkındalığın artırılmasını hedefleyen “Eskişehir ve İskenderun’da Temiz Hava için Elele” isimli MATRA projesi kapsamında yürütülmüştür ve çocukları böyle bir araştırmaya dâhil etmenin onların hava kirliliği konusundaki eğitimlerine katkıda bulunacağı düşünülmüştür.

Hava kirliliği açısından farklılık gösteren bölgelerden yaklaşık 2.000 öğrenci incelenmek üzere toplam 16 ilköğretim okulu seçilmiştir. Seçilen okullar hava kirliliği durumu açısından birbirinden farklı üç bölgeye (yarı kentsel, kentsel, kentsel-trafik) ayrılmıştır. Bu gruplandırma yapılırken nüfus yoğunluğu, trafik yoğunluğu, hava kirliliği ölçüm sonuçları ve daha önceki emisyon envanteri çalışmaları ile belirlenen bölgedeki yaygın hava kirliliği kaynakları dikkate alınmıştır. Şekil 4.3’de her bir bölgede çalışma alanı ve çalışmaya dâhil edilen okulların konumları gösterilmektedir.

Yarı kentsel bölge (Bölge 1) Eskişehir kentsel yerleşim alanının en dışındaki bölgeyi temsil etmektedir. Bu bölge kent merkezinde uzakta bulunmaktadır. Nüfus yoğunluğu (2.750 kişi/km²) ve trafik hacmi (<5.000 araç/gün) kentin diğer

bölgelerine göre oldukça düşüktür. Bu bölgede doğalgaz kullanımı yaygındır ve ısınma amaçlı kömür kullanım oranı oldukça düşüktür. Kentsel bölge (Bölge 2) ise yarı kentsel bölgeye göre daha yüksek nüfus yoğunluğu (5.000 kişi/km²) ve benzer trafik hacmine (<5.000 araç/gün) sahiptir. Bu bölgeyi diğer bölgelerden ayıran en önemli özellik bölgede yaşayan kişilerin sosyo-ekonomik seviyesinin diğer bölgelere göre daha düşük olmasıdır: Bölgede yaşayanların eğitim düzeyi daha düşüktür ve ısınma amaçlı olarak çoğunlukla kömür kullanılmaktadır. Kentsel-trafik bölgesi (Bölge 3) kent merkezinde ve yüksek nüfus yoğunluğuna sahiptir. Bu bölgede trafik ağı karmaşıktır ve bölgede ölçülen trafik hacmi 10.000-30.000 araç/gün arasında değişmektedir. Ailelerin eğitim düzeyi genel olarak daha yüksektir ve ısınma için çoğunlukla doğalgaz kullanılmaktadır.



Şekil 4. 3. Çalışma alanı

4.2. Hava Kirliliği Ölçümleri ve Maruz Kalım Haritalarının Oluşturulması

2008 yılının ilk günlerinde (9-23 Ocak) Eskişehir’de hava kirliliği ön değerlendirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Gaga ve ark., 2012). Örnekleme noktası olarak şehrin farklı bölgelerinde bulunan yaklaşık 60 ilköğretim okulu seçilmiştir (Bkz. Şekil 4.4). Bunun nedeni, çalışmanın ileriki aşamalarında hava kirliliğinin çocuklar üzerindeki sağlık etkilerinin belirlenmesine yönelik olarak aynı okullarda akciğer solunum fonksiyon testlerinin gerçekleştirilecek olmasıdır. Örnekleme noktaları seçilirken, okulların şehrin hava kalitesinin yüksek, düşük ve ortalama seviyelerde olduğu farklı bölgelerde olmasına dikkat edilmiştir. Eskişehir hava kirliliğini belirlemeye yönelik daha önce gerçekleştirilen emisyon envanteri (Çınar, 2003) ve ölçüm çalışmaları (Özden, 2005) sonuçlarına dayalı olarak 20 ilköğretim okulu az kirli bölgelerden, 20 ilköğretim okulu çok kirli bölgelerden, 10 ilköğretim okulu “hot spot” olarak nitelendirilen ve kirliliğin maksimum seviyede olduğu düşünülen bölgelerden ve 10 ilköğretim okulu da “background” olarak nitelendirilen ve minimum kirliliğin görüldüğü bölgelerden seçilmiştir. Okulların konumu ve civarındaki trafik yoğunluğu, nüfus yoğunluğu, bölgenin ısınma şekli vb. faktörler de örnekleme yapılacak okulların seçiminde önemli faktörleri oluşturmuştur. Ayrıca, 60 adet okula ek olarak İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, İl Sağlık Müdürlüğü (2 nokta) ve Anadolu Üniversitesi İki Eylül Kampusunda bulunan dört ölçüm istasyonu da örnekleme noktalarına dâhil edilmiştir.

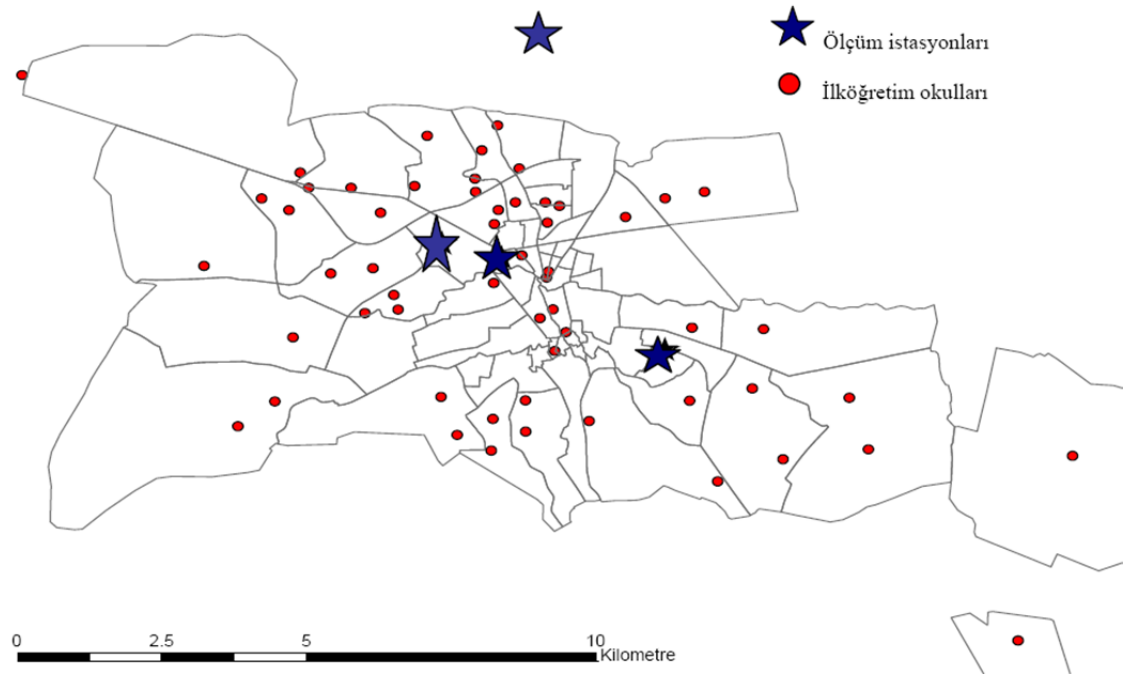
Toplam 64 noktada gerçekleştirilen örnekleme çalışmalarında, birer haftalık periyotlarla toplam iki hafta boyunca açık ortamda NO₂, SO₂ ve O₃ bileşenlerinin derişimleri pasif örnekleme yöntemi ile ölçülmüştür. Azot dioksit ve SO₂ bileşenleri teflon malzemeden yapılmış tek bir örnekleyicide, ozon ise delrinden yapılmış ayrı bir örnekleyicide toplanmıştır. Pasif örnekleyiciler 2 cm iç çap ve 2,5 cm yüksekliğe sahip “badge” tip örnekleyicilerdir (Özden, 2005). Söz konusu örnekleyiciler, Bertoni ve ark. (2000) tarafından ilk kez BTX’lerin (benzen, toluen, ksilen) belirlenmesine yönelik olarak geliştirilmiş ve ANALYST® ismiyle patent almış pasif örnekleycinin modifiye edilmiş şeklidir. Her bir örnekleme periyodunda, tüm örnekleme noktalarına NO₂-SO₂ için 2, ozon için 2 adet örnekleyici yerleştirilmiştir. Farklı özellikteki bazı bölgelere de kör örnekleyiciler

yerleştirilmiştir. Her örnekleyici üzerine etiket yapıştırılarak, her bir örnekleyiciye ait örnekleme periyodu numarası, bileşen adı, örnek numarası ve örnekleme noktası adı bilgileri kaydedilmiştir.

Örnekleme süresi boyunca rüzgâr hızı etkisi göz önüne alınarak örnekleyicilerin girişine paslanmaz çelik telden yapılmış bariyer yerleştirilmiştir. Aynı zamanda yağmur, rüzgâr vb. meteorolojik koşulların pasif örnekleyici performansı üzerindeki etkilerini minimum indirmek amacıyla, örnekleme süresi boyunca örnekleyiciler koruyucu malzemeler içerisinde açık girişleri aşağıya doğru olacak şekilde dikey konumda yerleştirilmiştir (Bkz Şekil 4.5). Ayrıca, tüm örnekleme noktalarında örnekleyici konumlarının (yükseklik, nokta kaynaklara uzaklık, derslik yerine idareci odaları vb.nin seçilmesi, çok yakın mesafede ağaç vb. engellerin olmaması) mümkün olduğunca aynı olmasına dikkat edilmiştir.

Örnekleme çalışmalarından elde edilen veriler kullanılarak ArcGIS programı ile şehir için kirlilik dağılım haritaları ve maruz kalım haritaları oluşturulmuştur (Gaga ve ark., 2012). Maruz kalım haritaları, bir bölgede yaşayan nüfusun ne kadarlık bir oranının belirli seviyelerde hava kirliliğine maruz kaldığının ortaya koymasında oldukça faydalı bir araçtır. Ön değerlendirme çalışmalarından elde edilen veriler ve kirlilik dağılım haritaları kullanılarak sağlık çalışmalarının gerçekleştirileceği 16 ilköğretim okulu belirlenmiştir. Bu okullarda yaz (27 Mayıs- 13 Haziran 2008) ve kış (27 Şubat -13 Mart 2009) dönemlerinde solunum fonksiyon testleri ile eş zamanlı olarak pasif örnekleme çalışmaları da yürütülmüştür. Yaz ve kış mevsimlerindeki ölçüm dönemlerinde, örnekleme noktalarının her birinde iki adet ardışık haftalık ölçüm gerçekleştirilmiştir Sağlık çalışmalarına dâhil edilen çocukların mevsimsel maruz kalım seviyeleri her bir okulun bahçesinde gerçekleştirilen bu ölçümler ile belirlenmiştir.

Sağlık çalışmaları ile eş zamanlı olarak hava kirletici gaz bileşenlerin yanı sıra partikül madde (PM_{10} ve $PM_{2,5}$) ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Şehrin farklı bölgelerinde bulunan 4 ölçüm istasyonunda hem yaz hem de kış dönemlerinde ikişer hafta süre ile günlük partikül örnekleme yapılmıştır. Bu ölçümler sırasında 2 adet yüksek hacimli PM_{10} örnekleyici, 4 adet düşük hacimli PM_{10} örnekleyici (impaktör tipi) ve 4 adet düşük hacimli $PM_{2,5}$ örnekleyici (siklon tipi) kullanılmıştır.



Şekil 4.4. Pasif örnekleme çalışmaları için seçilen ilköğretim okulları ve ölçüm istasyonlarının dağılımı



Şekil 4.5. Okullarda gerçekleştirilen pasif örnekleme çalışmaları

Bu çalışmada hava kirliliğine maruz kalım haritalarının oluşturulması için 64 noktada gerçekleştirilen hava kalitesi ön değerlendirme çalışmasında elde edilen veriler kullanılmıştır. Haritalandırma işleminde ön değerlendirme çalışması ölçümlerinin kullanılmasının nedeni, ölçüm noktası sayısının fazla olması dolayısıyla enterpolasyon yöntemi ile en yüksek doğrulukta kirlilik dağılım haritası oluşturulabilmesine olanak tanınmasıdır. Daha önce belirtildiği gibi, ön değerlendirme çalışması verileri pasif örnekleme yöntemi ile ölçülen 2 haftalık ortalama dış ortam NO₂, SO₂ ve O₃ derişimlerini içermektedir.

Maruz kalım haritalarının kullanım amacı farklı kirlilik seviyelerinin ölçüldüğü bölgelerde yaşayan kişi sayısını görsel şekilde ortaya koymak olduğundan, bu haritaların oluşturulması için hava kirliliği verilerinin anlamlı bir şekilde sınıflandırılması gerekmektedir. Hava kirliliği seviyelerinin sınıflandırılması ile ilgili önceki çalışmalar incelendiğinde, çok noktada ölçülen derişimlerin Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlemiş olduğu yıllık ve günlük ortalama sınır değerler kullanılarak sınıflandırılabilirdiği görülmüştür. Thepanondh ve Toruska'nın (2001) Tayland'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında NO₂ maruz kalım seviyeleri “mükemmel”, “iyi”, “dikkate değer”, “alarm” ve “eylem limiti” olmak üzere 5 grupta değerlendirmektedir. Scoggins ve arkadaşlarının çalışmasında (2004) da, NO₂ için DSÖ'nün belirlediği yıllık sınır değer olan 40 µg.m⁻³ değerinin %10, %33 ve %66'lık değerlerine karşılık gelen sırası ile 4 µg.m⁻³, 13,2 µg.m⁻³ ve 26,4 µg.m⁻³ derişim değerleri kullanılarak şu şekilde sınıflandırıldığı görülmektedir;

- Mükemmel = 0-4 µg.m⁻³ → yıllık sınır değerin %10'unundan daha düşük derişime sahip bölgeler
- İyi = 4 -13 µg.m⁻³ → yıllık sınır değerin %10-33 arasında derişime sahip bölgeler
- Dikkate değer = 13-26 µg.m⁻³ → yıllık sınır değerin %33-66 arasında derişime sahip bölgeler
- Alarm = 26-40 µg.m⁻³ → yıllık sınır değerin %66-100 arasında derişime sahip bölgeler
- Eylem limiti = 40+ µg.m⁻³ → yıllık sınır değerin aşıldığı bölgeler.

Bu çalışmada NO₂ için maruz kalım sınıfları Scoggins ve arkadaşlarının çalışmasında izlenen yönteme uygun şekilde belirlenmiştir. Ancak, Eskişehir’e ait çok noktalı ölçüm verileri kış dönemine ait iki haftalık ortalama değerler olduğundan, maruz kalım sınıflarını yıllık ortalama sınır değere göre belirlemek uygun olmayacaktır. Kış döneminde ölçülen değerler yıllık ortalama değerlere göre çok daha yüksek olacağından, bu durumun risk altındaki kişi sayısının olduğundan daha fazla hesaplanmasına neden olması muhtemeldir. Diğer yandan, iki haftalık ölçüm verilerini karşılaştırılabileceği DSÖ ve diğer uluslararası kuruluşlar tarafından verilmiş daha kısa vadeli sınır değerler (haftalık ortalama, iki haftalık ortalama, kış dönemi ortalaması vs.) de bulunmamaktadır (DSÖ 2006). NO₂ için verilen ulusal 1 günlük ortalama sınır değer olan 300 µg.m⁻³ ise çok yüksek bir derişim olduğundan, kent içinde yapılan ölçümlerde bu sınır aşılmamakta ve bu seviyede açık ortam kirliliğine maruz kalan kişi bulunmadığı anlaşılmaktadır (HKDYY, 2008). Eskişehir’de farklı maruz kalım sınıflarında yer alan bölgelerde yaşayan kişi sayılarının belirlenebilmesi için kentte daha önce göreceli olarak daha az noktada gerçekleştirilen yıllık ölçüm verileri incelenmiş ve belirlenen bir katsayıya göre iki haftalık 64 noktalı kış dönemi ölçüm verileri yıllık ortalama derişimlere dönüştürülerek tekrar maruz kalım haritaları oluşturulmuştur. Kış ve yaz dönemlerinde gerçekleştirilen ölçümlerden Kış/Yaz oranı yaklaşık 3 olarak hesaplandığından, buna göre kış dönemi ölçümlerinin 0,67’si alınarak ölçüm noktası bazında yıllık değerlere geçilmiştir.

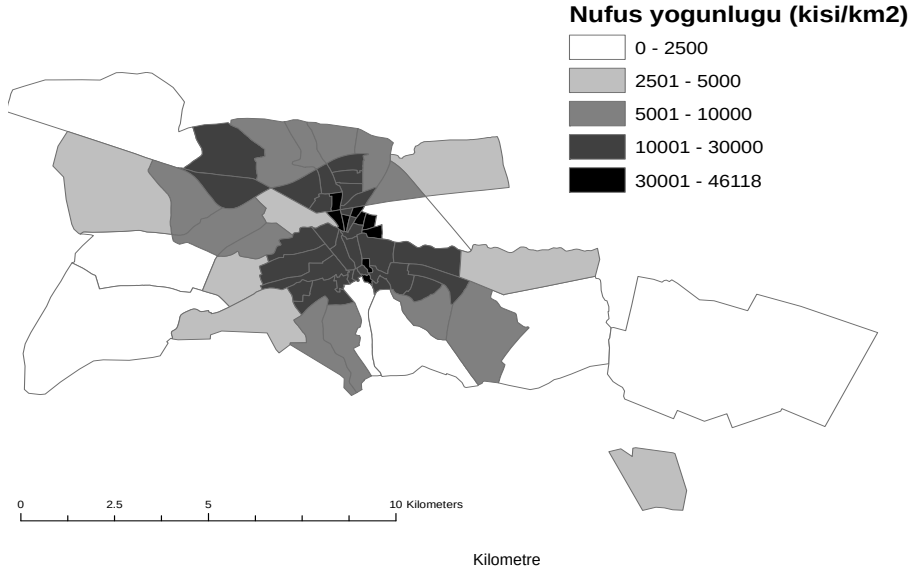
DSÖ tarafından verilmiş uzun vadeli (yıllık) sınır değer bulunmadığından, SO₂ verileri için yaz-kış değerlerine göre herhangi bir dönüştürme uygulanmamış ve sınıflandırmada DSÖ tarafından belirlenen günlük sınır değerler kullanılmıştır. DSÖ’nün belirlediği bu değerler 125 µg.m⁻³ “geçiş dönemi hedefi-1” ve 50 µg.m⁻³ “geçiş dönemi hedefi-2” olarak belirtilmiştir (DSÖ 2006). Eskişehir’de kış döneminde ölçülen SO₂ derişimleri 46-78 µg.m⁻³ arasında değiştiğinden kış döneminde halkın tamamının DSÖ geçiş dönemi 1. hedef günlük ortalama sınır değerine göre orta seviyede (41-82 µg.m⁻³ –dikkate değer) kirliliğe maruz kaldığı anlaşılmaktadır. Maruz kalım haritalandırması ikinci geçiş dönemi hedefi olan günlük sınır 50 µg.m⁻³ değeri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Aşağıda SO₂ için belirlenen derişim aralıkları verilmektedir;

- Mükemmel = $0-5 \mu\text{g.m}^{-3}$ → yıllık sınır değerin %10'unundan daha düşük derişime sahip bölgeler
- İyi = $5-16 \mu\text{g.m}^{-3}$ → yıllık sınır değerin %10-33 arasında derişime sahip bölgeler
- Dikkate değer = $16-33 \mu\text{g.m}^{-3}$ → yıllık sınır değerin %33-66 arasında derişime sahip bölgeler
- Alarm = $33-50 \mu\text{g.m}^{-3}$ → yıllık sınır değerin %66-100 arasında derişime sahip bölgeler
- Eylem limiti = $50+ \mu\text{g.m}^{-3}$ → yıllık sınır değerin aşıldığı bölgeler.

Maruz kalım haritalarının oluşturulmasında ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Haritalandırma işlemlerinde izlenen yöntem aşağıda basamaklar halinde açıklanmaktadır;

- Eskişehir haritası ve ölçüm noktaları koordinatları ile CBS programına tanıtılarak harita altlığı oluşturulmuştur.
- Eskişehir kent merkezindeki 65 mahallenin 2008 yılı nüfus verileri kullanılarak, mahalle bazında alan ve nüfus yoğunluğu verileri hesaplanmış ve CBS veri tabanı oluşturulmuştur ((Bkz. Şekil 4.6).
- 64 ölçüm noktasına ait kirletici derişimleri CBS veri tabanına eklenmiştir.
- Nokta bazındaki ölçüm verileri kullanılarak kriging ve doğal komşuluk (“natural neighbourhood”) yaklaşımına göre enterpolasyon uygulanmış ve kirleticilerin kent içindeki dağılımlarını veren haritalar oluşturulmuştur.
- Belirlenen maruz kalım aralıkları için yukarıda bahsedilen ulusal veya uluslararası sınır değerlere göre belirlenen aralıklara göre yeniden sınıflandırma yapılarak kirlilik haritalarında farklı seviyelerdeki kirliliğin ölçüldüğü bölgeler gruplandırılmış ve hava kirliliği dağılım haritası oluşturulmuştur.
- Çakıştırma işlemi ile mahalle haritası ve kirlilik haritası birleştirilmiştir. İki haritanın üstüste çakıştırılması ile çok sayıda daha küçük parçacıklar oluşmuştur.

- Oluşan yeni haritadaki her bir parçacığın alanları hesaplandıktan sonra mahalle bazındaki nüfus yoğunluğu verileri kullanılarak burada yaşayan kişi sayıları elde edilmiştir.
- Her bir maruz kalım sınıfındaki parça alanlar tekrar birleştirilerek her bir maruz kalım sınıfında yaşayan toplam kişi sayısı hesaplatılmıştır.



Şekil 4. 6. Eskişehir kentsel alanı için nüfus yoğunluğu haritası

4.3. Epidemiyolojik Çalışmalar

Bu tez kapsamında hava kirliliğinin çocukların sağlığına etkilerinin belirlenmesi için yazılı sağlık anketi, solunum fonksiyon testleri, antropometrik ölçümler, sözlü sağlık mülakatı ve ekshale NO ölçümleri gibi farklı çalışmalar yürütülmüştür. “Eskişehir ve İskenderun’da Temiz Hava için Elele” isimli MATRA projesi kapsamında desteklenen sağlık çalışmaları Mayıs 2008-Nisan 2009 arasında gerçekleştirilmiştir. Sağlık çalışmalarına başlamadan önce T.C. Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Tıbbi Etik Kurulunun 09.04.2008 tarih ve 4/22 nolu kararı ile araştırmaya başvurusu onayı ve Eskişehir İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden izin alınmıştır. Çocuklar ile gerçekleştirilen sağlık çalışmaları aşağıda sırası ile açıklanmaktadır.

4.3.1. Sağlık anketi çalışması

Bu çalışmada hava kirliliğinin çocuklarda allerjik rahatsızlıkların oluşumu ya da semptomlarının şiddetinin artmasına etkileri anket yöntemi ile araştırılmıştır. Uygulanan anket çalışmasının amacı, şehirde hava kirliliği düzeylerinin farklı olduğu bölgelerde yaşayan ilköğretim çağındaki çocukların sağlık durumlarının karşılaştırılması ve incelenen sağlık parametrelerinin ölçülen hava kirlilik seviyeleri ile ilişkinin araştırılmasıdır. Çok değişkenli analizlerde incelenmek istenen değişken sayısına göre gözlem sayısının da yeterince büyük olması gerektiğinden, geniş bir çalışma grubu ile çalışılması kararlaştırılmış ve çalışmaya dâhil edilecek çocuk sayısı yaklaşık 2.000 olarak belirlenmiştir. 2008 yılının Nisan ayında hazırlanan anketler Mayıs ayında uygulanmıştır. Anket formları 20 Mayıs 2008’de 16 ilköğretim okulunda sınıflarda öğrencilere bizzat dağıtılmış ve bu sırada konu ile ilgili kısa bir bilgilendirme yapılmıştır.

Hazırlanan anket iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda çocuklarda allerjik hastalıkların varlığı araştırılmakta, ikinci kısımda ise çocuğun yaşadığı evin özellikleri ve bazı çevresel risk faktörlerinin varlığı (ev içinde sigara kullanımı, ısıtma türü, yemek pişirme için kullanılan yakıt, evcil hayvan sahipliği, evde küf ve nem durumu vb.) sorgulanmaktadır. Çocuklarda üç allerjik hastalık

(astım, allerjik rinit ve allerjik egzama) ve semptomlarının prevalanlarının incelenmesi için standart bir anket olan ISAAC çalışmasına ait standart anket formu kullanılmıştır (Beasley ve ark. 1998; ISAAC 1998; Asher ve ark. 2006). İkinci kısım önceden gerçekleştirilen uluslararası bir Avrupa Birliği projesi olan RUPIOH (Relationship between Ultrafine and fine Particulate matter in Indoor and Outdoor air and respiratory Health) alışmasından alınmıştır. İki anket formu da içeriğinde değişiklik yapılmadan İngilizce 'den doğrudan Türkçe 'ye çevirisi yapılarak kullanılmıştır. Anket formunda çocukların farklı ortamlardaki zaman kullanımları ile ilgili sorular yer almamaktadır. Anket metni EK-1'de sunulmaktadır.

Anket formları çocukların anne ya da babaları tarafından doldurulmuş ve dağıtılmasından sonra yaklaşık iki hafta içinde geri toplanmıştır. Elde edilen anketler bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra veri kontrol işlemi gerçekleştirilmiştir. Nihai olarak çalışmaya katılan 1.880 çocuğun 1.667'sinin (%88) anket formlarını doğru olarak doldurduğu görölmüştür.

Çok değişkenli lojistik regresyon analizlerinde hava kirletici derişimleri ile ilişkinin incelenmesinde son 12 aydaki semptomlardan özellikle üçü üzerine odaklanmıştır. Bunlar son 12 ayda vizing (“Çocuğunuz son 12 ay içinde göğsünüzde herhangi bir hırıltı (hışıltılı nefes) yada ıslık gibi ses (uğuldama) hissetti mi?”), son 12 ayda rinokonjunktivit (“Çocuğunuz son 12 ay boyunca üşüttüğü veya grip olduğu zamanlar haricinde aksırma, hapşıрма, burun akması ve tıkanması ile hiç karşılaştı mı?” ve “Son 12 ay boyunca, burunla ilgili bu problemlerin beraberinde gözlerin kaşınması ve sulanması sorunu da yaşandı mı?”) ve son 12 ayda kaşıntılı döküntü (“Son 12 ay boyunca, çocuğunuz kaşıntı yapan döküntü problemi ile hiç karşılaştı mı?”) semptomlarıdır.

4.3.2. Solunum fonksiyon testleri

Solunum fonksiyon testleri (SFT) seçilen okullarda sağlık anketi uygulanan öğrencilere uygulanmıştır. Bu testler, farklı hava kirliliği kaynaklarının ve meteorolojik koşullardaki değişimin etkisini ortaya koyabilmek açısından iki farklı mevsimde gerçekleştirilmiştir. Yaz döneminde (29 Mayıs- 12 Haziran 2008)

1.841 ve kış döneminde (2 -17 Mart 2009) ise 1.497 öğrenciye SFT uygulanmıştır. Solunum fonksiyon testlerinin uygulanışı şu şekilde gerçekleştirilmiştir;

- **Antropometrik ölçümler:** Solunum fonksiyon testlerine başlamadan önce, boy (ayakta ve otururken), kilo ve orta-üst kol çapı olmak üzere antropometrik ölçüler kaydedilmiştir. Boy ve kilo belirlenirken çocukların ayakkabıları ve üzerlerindeki mont gibi ağır kıyafetler çıkartılarak ölçüm alınmıştır. Tüm okullarda aynı ölçüm cihazları (terazi, tabure, mezura vb.) kullanılmıştır (Bkz.Şekil 4.7).
- **Sağlık mülakatı:** Antropometrik ölçümlerden sonra, çocuğun doğum tarihi ve cinsiyeti gibi bilgiler kaydedilmiş ve son bir hafta içindeki sağlık durumu ile ilgili soruların yöneltildiği kısa bir sözlü görüşme yapılmıştır. Sağlık görüşmesinde çocuklara sırası ile aşağıdaki sorular yöneltilmiştir;
 - Son 7 günde soğuk algınlığı yaşadınız mı?
 - Şu anda soğuk algınlığı yaşıyor musunuz?
 - Son 7 günde boğazınızla ilgili sorun yaşadınız mı?
 - Şu anda boğazınızla ilgili sorun yaşıyor musunuz?
 - Son 7 günde burnunuz aktı mı?
 - Şu anda burnunuz akıyor mu?
 - Son 7 günde soluk almada zorluk ya da hırıltı yaşadınız mı?Yanıtınız evet ise,
 - Bu rahatsızlık için herhangi bir ilaç kullandınız mı?
 - Bugün soluk almada zorluk ya da hırıltı yaşadınız mı?Yanıtınız evet ise,
 - Bu rahatsızlık için herhangi bir ilaç kullandınız mı?



Şekil 4. 7. Solunum fonksiyon testleri ve antropometrik ölçümler

- **Solunum fonksiyon testi:** Sağlık mülakatından sonra, çocuk tabureye oturtularak teknisyen tarafından solunum fonksiyon testini nasıl gerçekleştireceği anlatılmıştır. Çocuğun önce çok güçlü bir nefes alarak tüm akciğerlerini doldurması ve sonra mümkün olduğu kadar hızlı ve kuvvetli şekilde nefesini spirometri cihazına bağlı ağızlığı vermesi istenmiştir. Böylece, çocuğun oturur pozisyonda zorlu ekspirasyon (çok kuvvetli soluk verme) manevrası gerçekleştirmesi sağlanmıştır. Bu işleme her çocuk üç adet tekrarlanabilir ve kabul edilebilir performans sergileyene kadar en fazla sekiz tekrar olmak üzere devam edilmiştir. Ekspirasyon manevrası sırasında burundan soluk alan çocuklar için burun tıkaçları kullanılmıştır. Testler 4 adet NDD marka (nnd Medizintechnik AG, İsviçre) portatif el spirometri cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Bkz.Şekil 4.8). Spirometrelerin akım hızı kontrolü 3.0 L’lik şırınga kullanılarak tüm spirometreler için kullanımdan önceki her sabah ve kullanımdan sonraki her akşam olmak üzere günde iki defa gerçekleştirilmiştir. Solunum fonksiyon testleri Amerikan Toraks Derneğinin (ATS) protokolüne uygun olarak uygulanmıştır (ATS 1995). Bu protokolde yer alan kurallardan yalnızca soluk verme süresinin 6 saniye olması durumuna, çocuklarda mümkün olmadığı için uyulmamıştır. Çocuğun gösterdiği zorlu ekspirasyon performanslarından tekrarlanabilir olan üç adedi bilgisayar yazılımının desteği ile seçilmiştir. Her bir manevranın uygunluğu ise hızlı başlangıç ve güçlü ve sürekli üfleme durumuna göre teknisyen tarafından kararlaştırılmıştır. Manevraların tekrarlanabilirliği FEV₁ için en fazla %5 ve PEF için en fazla %10’luk değişkenlik kriterine göre kararlaştırılmıştır. İstatistiksel analizlerde FVC ve FEV₁ değerlerinin toplamının en yüksek olduğu spirogram grafiği kullanılmıştır. ATS tarafından belirtildiği gibi, testin kabul edilebilirliği akım hızı ve hacim grafiği olmak üzere iki spirogram grafiğine göre kararlaştırılmıştır.



Şekil 4. 8. Solunum fonksiyon testinin uygulanması ve kullanılan düzenek (spirometre cihazı, ağızlık ve bilgisayar)

Çalışmaya dâhil edilen her çocuk için beklenen solunum fonksiyon değerleri önceki bir popülasyon çalışmasında (Hankinson ve ark. 1999) geliştirilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır. “Beklenen değer” terimi Kafkas etnik kökenine sahip çocukların her biri için çocuğun cinsiyetine göre yaş (yıl cinsinden) ve boy (cm cinsinden) değişkenlerinin fonksiyonu olarak hesaplanan FVC, FEV₁, PEF ve FEF₂₅₋₇₅ değerlerini ifade etmektedir. Beklenen değerlerin hesaplanmasında kullanılan eşitlikler şöyledir;

Kızlar için;

$$\text{FVC beklenen (L)} = -1,2082 + 0,05916 * \text{yaş} + 0,00014815 * (\text{boy})^2 \quad (4.1)$$

$$\text{FEV1 beklenen (L)} = -0,8710 + 0,06537 * \text{yaş} + 0,00011496 * (\text{boy})^2 \quad (4.2)$$

$$\begin{aligned} \text{PEF beklenen (L/s)} &= -3,6181 + 0,60644 * \text{yaş} - 0,016846 * (\text{yaş})^2 \\ &+ 0,00018623 * (\text{boy})^2 \end{aligned} \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} \text{FEF}_{25-75} \text{ beklenen (L/s)} &= -2,5284 + 0,52490 * \text{yaş} - 0,015309 * (\text{yaş})^2 \\ &+ 0,00006982 * (\text{boy})^2 \end{aligned} \quad (4.4)$$

Erkekler için;

$$\begin{aligned} \text{FVC beklenen (L)} &= -0,2584 - 0,20415 * \text{yaş} + 0,010133 * (\text{yaş})^2 \\ &+ 0,00018642 * (\text{boy})^2 \end{aligned} \quad (4.5)$$

(4.6)

$$\begin{aligned} \text{FEV1 beklenen (L)} &= -0,7453 - 0,04106 * \text{yaş} + 0,004477 * (\text{yaş})^2 \\ &+ 0,00014098 * (\text{boy})^2 \end{aligned} \quad (4.7)$$

$$\begin{aligned} \text{PEF beklenen (L/s)} &= -0,5962 - 0,12357 * \text{yaş} + 0,013135 * (\text{yaş})^2 \\ &+ 0,00024962 * (\text{boy})^2 \end{aligned} \quad (4.48)$$

$$\text{FEF}_{25-75} \text{ beklenen (L/s)} = -1,0863 + 0,13939 * \text{yaş} + 0,00010345 * (\text{boy})^2$$

Çizelge 4. 1. Solunum fonksiyon ölçüm cihazının özellikleri

Parametre	Değer
Ölçüm aralığı	Hacim: ± 12 L Akım hızı: ± 16 L/s
Ölçüm doğruluğu	Hacim: $\pm\%2$ ya da 0,050 L Akım hızı: $\pm\%2$ ya da 0,020 L/s (PEF hariç) PEF: $\pm\%5$ ya da 0,200 L/s
Hafıza kapasitesi	: 700 test
Ağırlık	: 255 g
Boyut	:83 mm x 158 mm x 43 mm

Her çocuk için eşitliklere göre hesaplanan beklenen solunum fonksiyon değerlerinin ölçülen solunum fonksiyon değerleri ile karşılaştırması yapılmıştır. Solunum fonksiyonu ölçümleri her parametre için beklenen değerin yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Normal solunum fonksiyonuna sahip olma durumu için önceki uluslararası çalışmalarda kabul edilen şu dört kriter dikkate alınmıştır: FVC değerinin beklenen değerin %85'ine eşit veya daha yüksek olması, FEV₁ değerinin beklenen değerin %85'ine eşit veya daha yüksek olması, PEF değerinin beklenen değerin %75'ine eşit veya daha yüksek olması ve FEF₂₅₋₇₅ değerinin beklenen değerin %75'ine eşit veya daha yüksek olması (Raizenne et al., 1996; Langkulsen et al., 2006; Moshammer et al., 2006; Slachtova et al., 2011). Bu dört kriterden bir veya daha fazlasının sağlanamadığı durumda çocuğun düşük solunum fonksiyonuna sahip olduğu kabul edilmiştir.

4.3.3. Ekshale Azot Monoksit ölçümleri

Sağlık çalışmasının bu kısmında, hava kirliliğinin çocuklarda hava yolu inflamasyonuna etkilerini belirlemeye yönelik olarak seçilen okullarda daha önce anket ve solunum fonksiyonu ölçüm çalışmalarına katılan 643 çocuk için ekshale NO ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ekshale NO ölçümleri yalnızca kış döneminde (27 Şubat-17 Mart 2009) kemilüminesans (kimyasal geçirgenlik) yöntemi ile çalışan taşınabilir bir NO analizörü (Aerocrine NiOx Mino, İsviçre) kullanılarak ATS standardına uygun olarak uygulanmıştır (Bkz. Şekil 4.9) (ATS/ERS 2005).

Cihaz verilen nefesteki NO seviyesini noninvaziv olarak çabuk ve kolaylıkla lme imkânı sunmaktadır. Her bir testin yaklaşık 2 dakika sürdüğü ölçümler sırasında çocukların oturur pozisyonunda iken cihaza aldığı nefesi sabit bir hız ile test tamamlanana kadar üflemesi sağlanmıştır. Tek kullanımlık bakteriyel filtre kontaminasyonu engellemek üzere her ocuk için değiştirilmiştir. Ekshale NO lmleri solunum fonksiyon testleri ve sağlık mülakatları ile eş zamanlı olarak uygulanmıştır.



şekil 4. 9. Ekshale NO lmnn uygulanması ve kullanılan analiz cihazı

Çizelge 4. 2. Ekshale NO ölçüm cihazının özellikleri

Parametre	Değer
Ölçüm aralığı	: 5 – 300 ppb
Dedeksiyon limiti	: 5 ppb
Nefes verme süresi	: 10 sn (klinik kullanım), 6 sn (araştırma kullanımı)
Ölçüm süresi	: < 2 dak.
Ölçüm doğruluğu	± 5 ppb yada maksimum %10
Ölçüm boyunca akım hızı	: 50 mL/sn $\pm$ %10
Ağırlık	: 0,8 kg.
Boyut	: 230 mm x 128 mm x 96 mm

4.5. Uygulanan İstatistiksel Yöntemler

Bu tez çalışmasında hava kirliliğinin çocukların sağlığına etkilerini incelemek üzere anket/ölçümler yoluyla elde edilen sağlık verileri ve hava kirliliği ölçüm verileri birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerin (ortalama, standart sapma, değer aralığı, frekans) yanı sıra ki-kare testi, t-testi, Mann Whitney U testi, ANOVA testi, Kruskal-Wallis testi, tek yönlü varyans analizi, bağıntı analizi, lojistik regresyon analizi ve doğrusal karma model ile çok değişkenli regresyon analizi vb. çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler SAS 9.2 (SAS Institute, Cary, NC) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve anlamlılık $<0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir. Kullanılan istatistiksel yöntemler ve çalışmadaki kullanım amaçları aşağıda sırası ile açıklanmaktadır.

4.5.1. Bağıntı analizi

Bağıntı ya da korelasyon analizi, iki sayısal değişken arasındaki ilişkiyi araştıran bir tekniktir. Bu çalışmada hava kirlleticinin (NO_2 , SO_2 , O_3 vb.) derişimleri, solunum fonksiyon parametreleri (FEV_1 , FVC, PEF, FEF_{25-75}), ve ekshale NO seviyeleri vb. farklı niceliksel özelliklerin birbirleriyle ilişkilerinin

dereceleri basit bağıntı analizi kullanılarak belirlenmiş, sonuçlar Pearson bağıntı katsayısı (r) ve bağıntı katsayısının önemlilik düzeyi (p) ile ifade edilmiştir.

4.5.2. Ki-kare testi

Ki-kare (χ^2) testi iki ya da daha fazla grup oranları arasındaki farklılıkları değerlendirmede kullanılan bir testtir. Gözlenen ve beklenen frekanslar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı temeline dayanır. Bu çalışmada hava kirliliği açısından farklı üç bölgede yaşayan çocukların sağlık durumları ve diğer niteliksel özellikleri açısından anlamlı fark olup olmadığının belirlenmesinde χ^2 testi kullanılmıştır.

4.5.3. Parametrik ve parametrik olmayan testler

İki ya da daha fazla grup ortalamalarının karşılaştırılması için aşağıdaki parametrik ve parametrik olmayan aşağıdaki testler kullanılmıştır;

- **Bağımsız örneklem için t-testi:** Bu test, iki bağımsız örneklem ortalamaları arasında gözlenen farkların istatistiksel anlamlı olup olmadıklarını hipotez testlerini kullanarak test eder. Bu parametrik testin uygulandığı durumlarda bağımlı değişkene ait ölçümlerin dağılımının her iki grupta da normal olduğu varsayılır. Bu çalışma düzeninde belirlenen üç bölge (yarı kentsel, kentsel, kentsel-trafik) için ölçülen hava kirleticisi (NO_2 , SO_2 , O_3 vb.) derişimlerinin ortalamalarının bölgeler arasında ikili olarak karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır.
- **Mann Whitney U testi:** Niceliksel ölçekli gözlemleri verilen iki örneklemin aynı dağılımdan gelip gelmediğini incelemek için kullanılan parametrik olmayan bir istatistik testidir. Bu çalışmada, normal dağılım göstermeyen ekshale NO verilerinin iki grup arası karşılaştırmalarında kullanılmıştır.
- **Tek yönlü varyans analizi (ANOVA):** İki'den çok bağımsız örneklem ortalamasının karşılaştırılması için uygulanan ANOVA testinde

gruplar arası varyans, gruplar içi varyanstan büyük ise, “grup ortalamaları eşit değildir” sonucuna varılır. Bu çalışmada hava kirliliği açısından farklılık gösteren üç bölgede (yarı kentsel, kentsel, kentsel-trafik) ölçülen hava kirliletiçi derişimleri, solunum fonksiyon parametreleri ve ekshale NO seviyeleri vb. farklı sayısal değışkenlerin ortalamalarının karşılaştırılması için ANOVA uygulanmıştır.

- **Kruskall-Wallis H testi:** Bu test parametrik olmayan verilere sahip ikiden fazla grubun ölçümlerinin karşılaştırılmasında kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada normal dağılım göstermeyen solunum fonksiyon parametrelerinin üç bölge arasında karşılaştırılması için Kruskal-Wallis H Testi kullanılmıştır (Özdemir 2006).

4.5.4. Lojistik regresyon analizi

Lojistik regresyon analizinin amacı, bağımlı değışkenin (sonuç ya da tepki değışkeni) ikili, üçlü ve çoklu sınıflar halinde gözleendiği durumlarda, bağımsız (tahmin edici ya da açıklayıcı) değışkenlerle arasındaki neden-sonuç ilişkisini tanımlamak için en uygun modelin bulunmasıdır. Lojistik regresyon analizi ile ilgili kavram, gösterim ve modeller aşağıda açıklanmıştır;

Odds değeri ve odds oranı: Lojistik regresyon, analize dâhil edilen her açıklayıcı değışkene göre tepki değışkeninin beklenen değeriinin olasılık olarak elde edildiği bir regresyon yöntemidir. Buna göre, incelenen bir olayın olasılığının kendi dışında kalan diğer olayların olasılığına oranına Odds değeri denir ve

$$ODDS_p = \frac{P}{1-P} \quad (3.9)$$

şeklinde gösterilir. Burada P incelenen olayın olasılığını gösterir. Odds değeri 0 ile $+\infty$ arasında değerler alır. İncelenen iki farklı olayın odds değerlerinin birbirine oranına ise Odds Oranı (OO) denir. Odds oranı incelenen iki olayın gözlenme olasılıklarının birinin diğerine oranla kaç kat daha fazla ya da kaç kat daha az olarak ortaya çıkabileceğini gösterir. Eğer incelenen bir olayın E kümesi içinde

ortaya çıkma olasılığı $P(A/E)$ ile gösterilir ise, A olayının E kümesi içindeki Odds değeri;

$$\text{Odds}_{P(A/E)} = \frac{P(A/E)}{1 - P(A/E)} = \frac{P(A/E)}{P(A/\bar{E})} \quad (3.10)$$

şeklinde ifade edilir. İncelenen A olayının E kümesi dışında ortaya çıkma olasılığının Odds değeri ise;

$$\text{Odds}_{P(A/\bar{E})} = \frac{P(A/\bar{E})}{1 - P(A/\bar{E})} = \frac{P(A/\bar{E})}{P(A/E)} \quad (3.11)$$

şeklinde ifade edilir. Buradan, bu iki odds değeri birbirlerine oranlanır ise;

$$\text{Odds oranı} = \frac{P(A/E) / P(A/\bar{E})}{P(A/\bar{E}) / P(A/E)} = \frac{\text{Olayın olma olasılığı}}{\text{Olayın olmama olasılığı}} \quad (3.12)$$

ifadesi elde edilir. Odds oranı 0 ile $+\infty$ arasında değerler alır. Eğer bu oran 1'den büyük çıkarsa, incelenen A olayının, E kümesi içinde ortaya çıkma olasılığının E kümesi dışında gözlenme olasılıklarına göre o kadar kat artacağı, eğer 1'den küçük çıkarsa, incelenen A olayının, E kümesi içinde ortaya çıkma olasılığının E kümesi dışında gözlenme olasılığına göre o kadar kat azalacağını gösterir. Örneğin, Odds oranı büyüdükçe risk faktörü ile hastalık arasındaki ilişki güçlenir.

Lojit fonksiyon: Lojit fonksiyon, incelenen bir olasılığın (P), Odds değerinin doğal logaritmasını verir. İncelenen olasılığın (P) lojit fonksiyonundaki gösterimi;

$$\text{Logit [P]} = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \ln(\text{Odds}_p) \quad (3.13)$$

şeklindeir. İncelenen olasılığın Odds değeri 0 ile $+\infty$ arasında değer alırken, aynı olasılığın lojit değeri $-\infty$ ile $+\infty$ arasında değerler alır.

Doğrusal Lojistik Regresyon Modeli: Olasılıkların lojit fonksiyonunun kullanılması amacını, doğrusal bir model elde edilerek, parametre tahminlerinin yapılmasıdır. Doğrusal modeli,

$$\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k$$

şeklinde gösterilir ve incelenen bir olasılığın (P) lojit değerini bu doğrusal modele eşitlenirse;

$$\text{Logit [P]} = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \ln(\text{Odds}_p) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k \quad (3.14)$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlik, basit ve çoklu doğrusal regresyon modellerindeki bağımlı değişkenin beklenen değerini veren ve parametre tahminlerinde kullanılan eşitliğe benzer bir eşitliktir. Bu eşitlikten incelenen olasılık (P);

$$P = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}} \quad (3.15)$$

şeklinde elde edilir ve bu eşitliğe lojistik regresyon modeli denir. Burada;

P = incelenen olayın gözlenme olasılığını,

β_0 = bağımsız değişkenler sıfır değerini aldığı anda bağımlı değişkenin değerini, yani sabiti,

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ = bağımsız değişkenlerin regresyon katsayılarını,

$X_1, X_2, \dots, X_k$ = bağımsız değişkenleri,

K = bağımsız değişken sayısını ve

E= 2,71 sayısını göstermektedir.

Lojistik regresyon modeli “genelleştirilmiş doğrusal modeller” olarak bilinen geniş model ailesinin bir üyesidir. Lojistik regresyon bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında lojit bir ilişki olduğunu varsayar, dolayısıyla, doğrusal olmayan (üstel, polinom vb.) modeller üretebilir. Bir diğer deyişle lojistik regresyon, doğrusal olmayan ilişkiyi koruyarak, ilişkinin formunu doğrusal hale getiren logaritmik dönüştürmeler yapar (Çokluk ve ark. 2010). Son yıllarda

lojistik regresyon analizinin giderek daha yaygın kullanılmasının nedenleri kısaca şöyle açıklanabilir;

- Lojistik regresyon bağımsız değişkenlerin sürekli ya da süreksiz olmasına yönelik herhangi bir kısıtlama getirmemektedir. Bağımlı değişken kategorik (kesikli, süreksiz) olmakla birlikte, bağımsız değişkenler sürekli ya da kategorik olabilir.
- Lojistik modelin parametreleri kolaylıkla yorumlanabilmekte ve matematiksel olarak kullanımı kolay olan fonksiyonlar üretilmektedir.
- Bağımsız değişkenlerin olasılık fonksiyonlarının dağılımı üzerine kısıt olmaması (yarı parametrik) nedeni ile çeşitli testler uygulanabilmektedir (Çokluk ve ark. 2010).

Lojistik modellerde açıklayıcı değişkenlerin birbirinden bağımsız olduğu varsayılır. Bu varsayımın bozulması durumunda, her bir gözlem için bağımsız değişkenler arasında bir ya da birden çok doğrusal ilişkinin varlığı durumunda, çoklu doğrusal bağıntı sorunu ortaya çıkar. Bu sorunu gidermek için daha fazla bilgi toplama, değişken seçimi, bağımsız değişkenlerin kümeleştirilmesi ve yanlış kestirim yöntemleri kullanılır (Şıklar 2000).

Bu tez çalışmasında ISAAC anketi ile elde edilen astım, rinit, egzama ve benzeri semptomların prevalanslarının ve düşük solunum fonksiyonunun hava kirliliği ölçütleri (bölgeler arası karşılaştırma ya da ölçülen hava kirletici derişimlerinin etkisi) ile ilişkisinin değerlendirilmesinde çok değişkenli lojistik regresyon analizleri uygulanmıştır. İncelenen bağımlı değişkenler genellikle ikili kategorik cevap (astım teşhisi var-astım teşhisi yok, düşük solunum fonksiyonu-normal solunum fonksiyonu vb.) içerdiğinden ikili lojistik regresyon modelleri uygulanmıştır. Analizlerde kullanılan bağımsız değişkenler ise hem sürekli (çocuğun yaşı, çocuğun yaşadığı bölgede ölçülen kirletici derişimleri vb.) hem de kesikli değişkenlerden (çocuğun yaşadığı bölge, ailenin eğitim durumu, evde sigara kullanımı, evcil hayvan sahipliği vb.) oluşmaktadır. Lojistik regresyon analizinde bağımsız değişkenlerin normal dağılım göstermesi şartı aranmadığından, modelde kullanılan sürekli değişkenler için logaritmik dönüştürme işlemi uygulanmamıştır. Çok değişkenli lojistik regresyon analizlerinde hava kirliliği ölçütlerinin yanı sıra sekiz adet bağımsız karıştırıcı

faktör daha modele dâhil edilmiştir. Hava kirliliği ile ilgili ölçütler ve incelenen kategorik sağlık etkisinin arasındaki ilişkini gücü test edilen her faktör için modelin hesapladığı Odds Oranı (OO), %95 Güven Aralığı (%95 GA) verilerek rapor edilmiştir. Çok değişkenli modelde kullanılan karıştırıcı faktörler ve kodlama sistemi aşağıdaki gibidir;

1. Anketi yanıtlayan (1:anne, 2:baba ve diğerleri)
2. Cinsiyet (1:kız, 2:erkek)
3. Yaş (yıl)
4. Evde sigara kullanılma durumu (1:kullanılıyor, 2:kullanılmıyor)
5. Isınma için kömür ya da odun sobası kullanımı (1:var, 2:yok)
6. Ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi (1: <=8 yıl, 2: >8 yıl)
7. Tüylü evcil hayvan sahipliği (1=var, 2=yok)
8. Evde küf bulunma durumu (1=var, 2=yok)

4.5.5. Doğrusal karma model ile çoklu regresyon analizi

Regresyon analizinde bağımlı değişken üzerinde etkili olabileceği düşünülen ve araştırmacı tarafından belirlenen kontrol edilebilir değişkenler faktör olarak adlandırılır. Faktörün aldığı değerler ise düzey olarak adlandırılmaktadır. Faktörün düzeyleri, faktörün mümkün tüm düzeyleri arasından özel olarak seçilmişse, faktörün bağımlı değişken üzerindeki etkisi sabit-etki olarak adlandırılır. Faktörün düzeyleri, faktörün mümkün tüm düzeyleri arasından rastgele seçilmişse, faktörün bağımlı değişken üzerindeki etkisi rastgele-etki olarak adlandırılır. Faktörlerin bazılarının düzeyleri mümkün tüm düzeyler arasından rastgele seçilmiş ve diğer faktörler önceden belirlenmiş düzeylere sahip ise, bağımlı değişken ile faktör düzeyleri arasındaki ilişkiyi veren modele karma model adı verilir. Buna göre, karma modeller sabit ve rastgele etkilerin bir karışımıdır. Bağımlı değişken ile faktör düzeyleri arasındaki ilişki doğrusal bir formda ise elde edilen modele doğrusal karma model adı verilir. Bu modeller de diğer regresyon modellerinde olduğu gibi sayısal bağımlı değişkenin değerini tahmin edilmesinde kullanılırlar. Alışlagelmiş genelleştirilmiş doğrusal model (GLM) denklemi;

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (3.16)$$

formunda olup model denkleminde yer alan

Y ; $N \times 1$ boyutlu bağımlı değişken vektörünü,

X ; $N \times (p+1)$ boyutlu sabit etkilere ilişkin tasarım matrisini,

β ; $(p+1) \times 1$ boyutlu sabit etkilere ilişkin parametre vektörünü ve

ε ; $N \times 1$ boyutlu rastgele hata vektörünü

temsil etmektedir. Model denkleminde yer alan

$$\varepsilon = Y - E(Y) = Y - X\beta \quad (3.17)$$

olmak üzere sıfır ortalama; $E(\varepsilon) = 0$ ve ε 'nun her bir elemanı, aynı σ_ε^2 varyans ile, birbiri ile ilişkisiz olmak üzere ε 'nun varyans-kovaryans matrisi;

$$Cov(\underline{\varepsilon}) = \sigma_\varepsilon^2 I_N \quad (3.18)$$

formundadır. Bu şekilde elde edilen modellerde ilgi; β 'nın elemanlarının sabit, bilinmeyen katsayılar olarak alınması üzerine iken, modele rastgele etki terimlerinin de ilave edilmesiyle birlikte;

$$Y = X\beta + Zu + \varepsilon \quad (3.19)$$

eşitliğinde

Y ; $N \times 1$ boyutlu bağımlı değişken vektörünü,

X ; $N \times (p+1)$ boyutlu sabit etkilere ilişkin tasarım matrisini,

β ; $(p+1) \times 1$ boyutlu sabit etkilere ilişkin parametre vektörünü,

Z ; $N \times r$ boyutlu rastgele etkilere ilişkin tasarım matrisi,

u ; $r \times 1$ boyutlu rastgele-etki terimleri vektörü,

ε ; $N \times 1$ boyutlu rastgele hata vektörünü

olmak üzere doğrusal karma model (LMM) denklemini verir.

Dikkat edilirse, Eşitlik (3.16) ile verilen genelleştirilmiş doğrusal (GLM) denklemi Eşitlik (3.18) ile verilen doğrusal karma model (LMM) denkleminin

$Cov(\varepsilon) = \sigma_\varepsilon^2 I_N$ ve $Z = 0$ olmak üzere özel bir halidir. Doğrusal modeller teorisinde yer alan bu modelleri birbirinden farklı kılan en önemli özellik ise araştırmacının model kurma amacının farklılığında yatmaktadır. Genelleştirilmiş doğrusal modelin amacı; Y ; bağımlı değişken vektörüne ilişkin ortalama vektörünü β ; sabit etkilere ilişkin parametre vektörünü kullanarak modellemektir. Doğrusal karma modelin amacı ise; bağımlı değişkende meydana gelen değişimin kaynağı u ; rastgele-etki terimleri vektörüne bağlı olduğundan, Y ; bağımlı değişken vektörünün varyans-kovaryans matris yapısını u ; rastgele-etki terimleri vektörüne bağlı olarak modelleyebilmektir (Littell ve ark. 2006, İyit 2008).

Bu çalışmada çocuklarda ölçülen solunum fonksiyon parametreleri (FEV_1 , FVC, PEF, FEF_{25-75}) ve ekshal NO (eNO) seviyelerinin belirlenen farklı hava kirliliği ölçütleri ile ilişkisini incelemek üzere SAS yazılımındaki PROC MIXED (doğrusal karma model) komutu kullanılmıştır. Bu komut bağımsız değişkenin normal dağıldığını varsaydığından, solunum fonksiyon parametreleri ve eNO gibi normal dağılmayan verilere analiz öncesinde artıkların normalizasyonu için logaritmik dönüştürme uygulanmıştır. Okulların incelenen bağımlı değişkenlerin değerleri açısından birbirinden farklı olduğu (ya da aynı okulda okuyan çocukların sonuçlarının birbirinden bağımsız olmadığı) hipotezine dayanarak çocuğun okuduğu okulun numarası rasgele faktör olarak tanımlanmıştır. Hava kirliliği maruz kalım parametreleri (kirletici derişimleri ya da bölge numarası) ve diğer karıştırıcı faktörler ise sabit faktörler olarak tanımlanarak karma modeller oluşturulmuştur.

5. BULGULAR ve TARTIŞMA

5.1. Hava Kirliliği Ölçümleri ve Maruz Kalım Haritalarının Oluşturulması

Her bölge için ölçülen kirlletici gaz bileşenlerin haftalık ortalama derişimleri Çizelge 5.1’de özetlenmektedir. Yaz ve kış dönemlerinde yapılan ölçüm çalışmasının sonuçlarına göre oluşturulan hava kirliliği dağılım haritaları Şekil 5.1-5.3’de gösterilmektedir. Ölçüm sonuçları incelendiğinde, kent merkezinden uzakta bulunan yarı kentsel bölgede (Bölge 1) O₃ seviyelerinin genel olarak yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Kentsel bölgede (Bölge 2) ölçülen ozon seviyeleri de genellikle yüksek olmakla birlikte, bu bölgeyi Bölge 1’den ayıran, özellikle kış döneminde ölçülen yüksek SO₂ derişimleridir. Bu bölgedeki yüksek SO₂ derişimlerinin kış döneminde ısınma amaçlı olarak yüksek miktarda kömür kullanılması ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Diğer yandan, Bölge 1 ve Bölge 2’de ölçülen kirlleticilerden hiçbirinin ortalaması yaz döneminde birbirinden farklı değildir. Kentsel trafik bölgesi olan Bölge 3’de NO₂ seviyelerinin hem yaz hem de kış dönemleri için diğer iki bölgeden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, Bölge 3’de her iki mevsime ait ortalama O₃ seviyelerinin diğer iki bölgeye göre beklendiği üzere daha düşük olduğu görülmektedir.

Hava kirlleticilerinin seviyelerindeki değişkenlik ANOVA testi ile incelenmiştir. Test sonuçları, tüm örnekleme dönemlerinde ve tüm kirlletici bileşenler için bölgeler arasındaki değişkenliğin bölgeleri içindeki değişkenlikten istatistiksel anlamlı olarak daha çok olduğunu göstermiştir (p<0,05). Bununla birlikte, ölçülen hava kirlleticilerinin seviyelerindeki değişkenlik ne bölgeler arasında ne de bölgeler içinde çok güçlüdür. Yaz ve kış dönemlerinde ölçülen kirlletici seviyeleri ise NO₂ için sırası ile 5-25 µg m⁻³ ve 6-53 µg m⁻³ arasında ve SO₂ için sırası ile 9-43 µg m⁻³ ve 18-116 µg m⁻³ arasında değişmektedir. Yaz ve kış dönemlerindeki haftalık ortalama O₃ derişimlerinin de sırası ile 57-161 µg m⁻³ ve 26-133 µg m⁻³ arasında değiştiği görülmüştür. Buradan ozon seviyelerinin kentteki coğrafi dağılımının geniş bir aralıkta seyrettiği anlaşılmaktadır. Zira çizelgede de görüldüğü gibi, çalışma alanında miktar olarak en çok değişkenliğe sahip olan kirlletici ozondur.

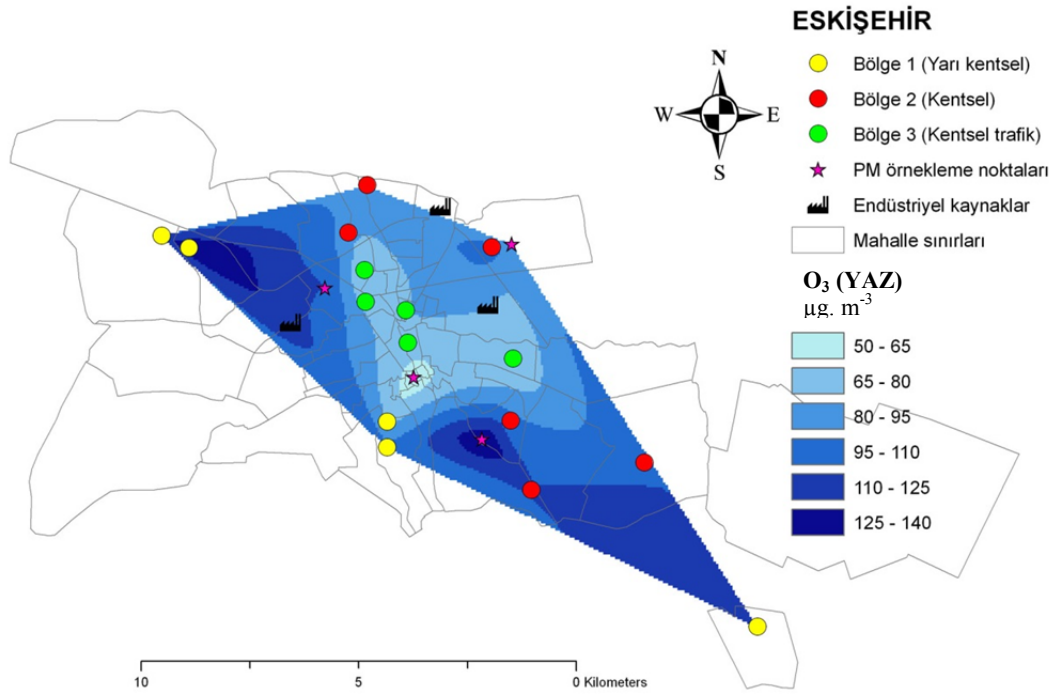
Çizelge 5. 1. Bölgelere göre haftalık ortalama kirletici derişimleri ($\mu\text{g m}^{-3}$)^a

	Bölge 1 Yarı kentsel	Bölge 2 Kentsel	Bölge 3 Kentsel- trafik	t-test karşılaştırması	P değeri (ANOVA)
Ön değerlendirme (9-23 Ocak 2008)	(n=10)	(n=12)	(n=10)		
O ₃	37,6 ± 14,9 (18,8-63,2)	35,2 ± 11,7 (19,8-52,9)	24,0 ± 8,2 (12,3-40,2)	B1 - B2 ^{AD} B1 - B3* B2 - B3*	<0,05
NO ₂	22,6 ± 7,8 (9,0-31,5)	28,3 ± 10,9 (11,3-45,7)	43,4 ± 10,9 (24,1-62,5)	B1 - B2 ^{AD} B1 - B3** B2 - B3**	<0,01
SO ₂	44,4 ± 4,9 (36,3-51,2)	62,5 ± 13,1 (43,2-88,6)	57,0 ± 10,1 (46,3-73,0)	B1 - B2** B1 - B3** B2 - B3 ^{AD}	<0,01
Yaz dönemi (27 Mayıs-13 Haziran 2008)	(n=10)	(n=12)	(n=10)		
O ₃	110,0 ± 27,7 (84,2-161,5)	98,4 ± 17,4 (80,5-138,0)	71,8 ± 8,8 (59,6-87,6)	B1 - B2 ^{AD} B1 - B3** B2 - B3**	<0,01
NO ₂	7,3 ± 2,0 (4,7-10,0)	6,9 ± 1,8 (4,7-10,2)	14,2 ± 5,7 (8,5-24,5)	B1 - B2 ^{AD} B1 - B3** B2 - B3**	<0,01
SO ₂	22,3 ± 8,1 (13,5-42,2)	26,7 ± 10,2 (10,9-42,9)	16,5 ± 5,6 (9,3-23,4)	B1 - B2 ^{AD} B1 - B3 ^{AD} B2 - B3*	<0,05
Kış dönemi (27 Şubat-13 Mart 2009)	(n=10)	(n=12)	(n=10)		
O ₃	86,7 ± 26,3 (54,2-126,2)	78,6 ± 26,0 (40,7-133,3)	47,7 ± 13,7 (26,4-68,3)	B1 - B2 ^{AD} B1 - B3** B2 - B3*	<0,01
NO ₂	17,6 ± 6,3 (5,6-24,7)	24,4 ± 7,7 (10,8-33,2)	39,9 ± 6,8 (30,8-53,0)	B1 - B2* B1 - B3** B2 - B3**	<0,01
SO ₂	55,2 ± 16,6 (18,4-75,8)	76,2 ± 18,9 (55,5-115,9)	57,5 ± 18,2 (21,7-85,7)	B1 - B2* B1 - B3 ^{AD} B2 - B3*	<0,05

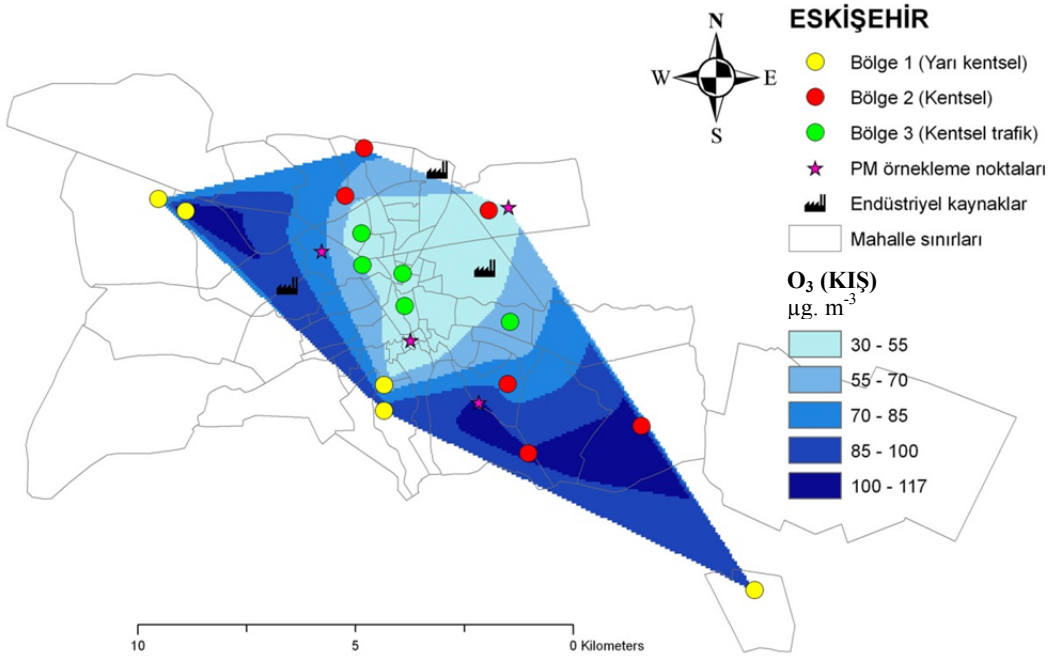
^a Veriler $\mu\text{g m}^{-3}$ cinsinden aritmetik ortalama ± standart sapma (minimum-maksimum) olarak verilmiştir. n değeri veri noktası sayısını göstermektedir ve her ölçüm dönemi için her bir noktada ikişer ardışık haftalık örnekleme gerçekleştirilmiştir.

B1= Bölge 1, B2= Bölge 2, B3= Bölge 3

*p < 0,05, **p < 0,01, AD: Fark istatistiksel olarak anlamlı değil

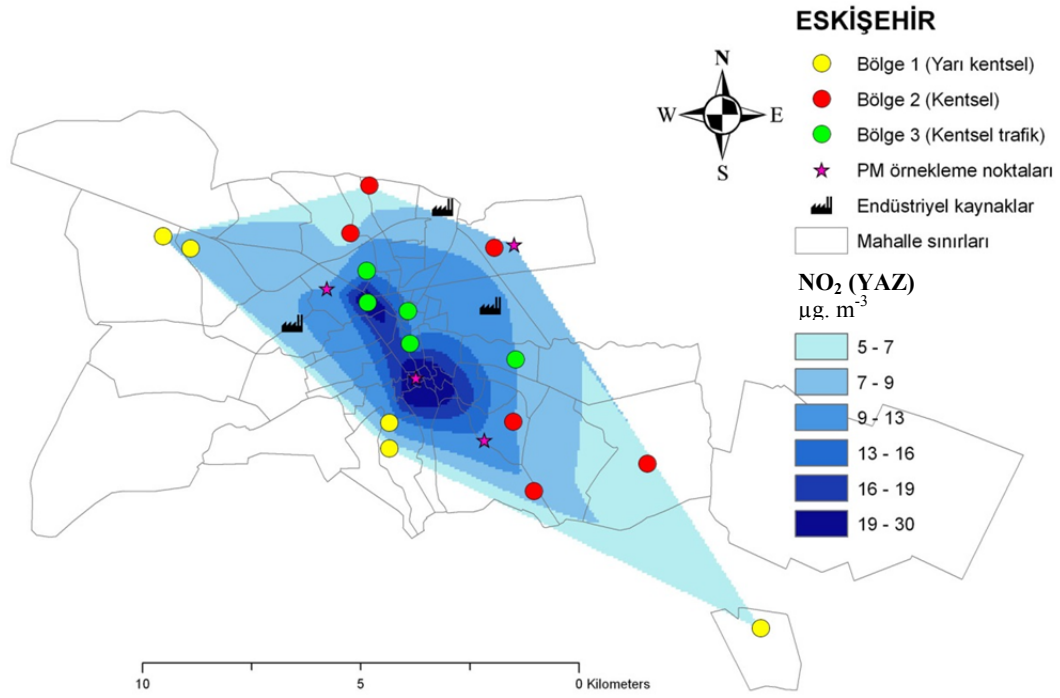


(a)

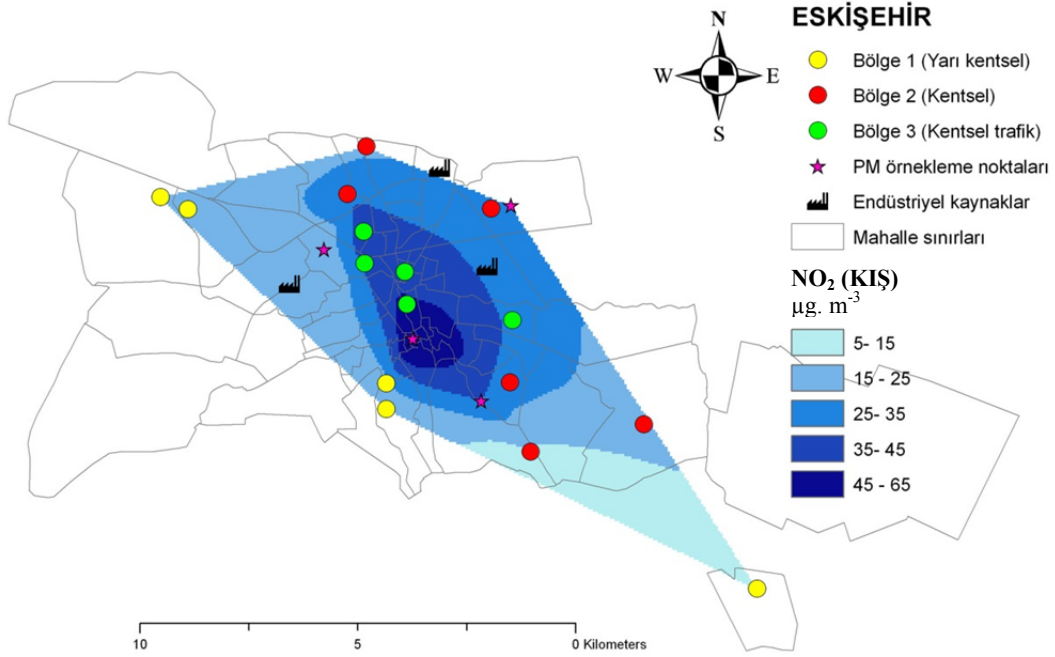


(b)

Şekil 5.1. Yaz (a) ve kış (b) dönemlerinde O₃ kirlilik dağılımı

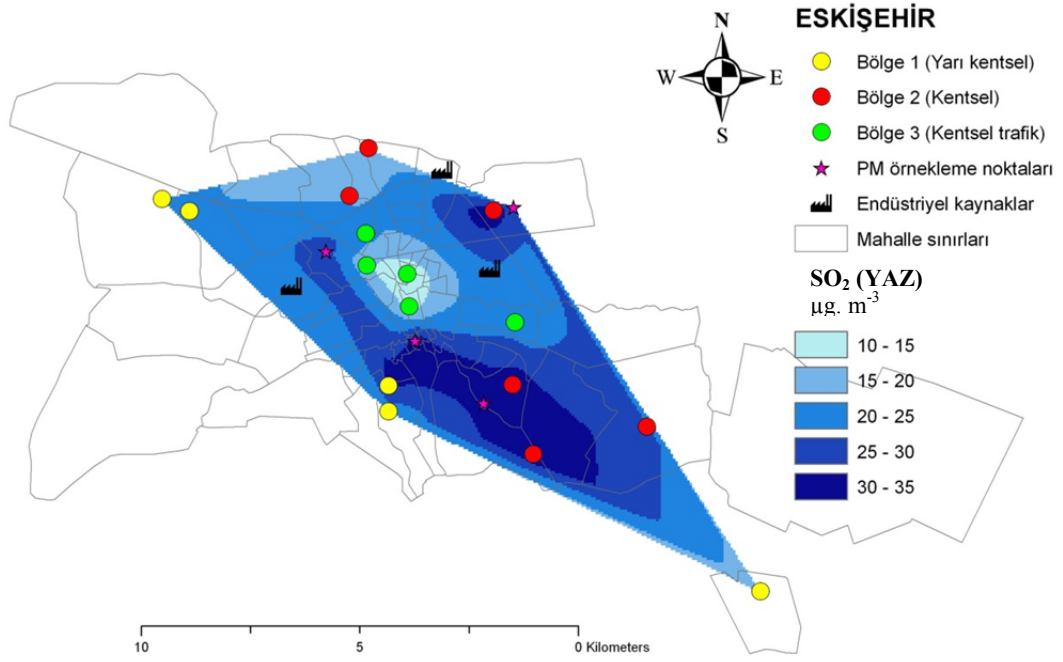


(a)

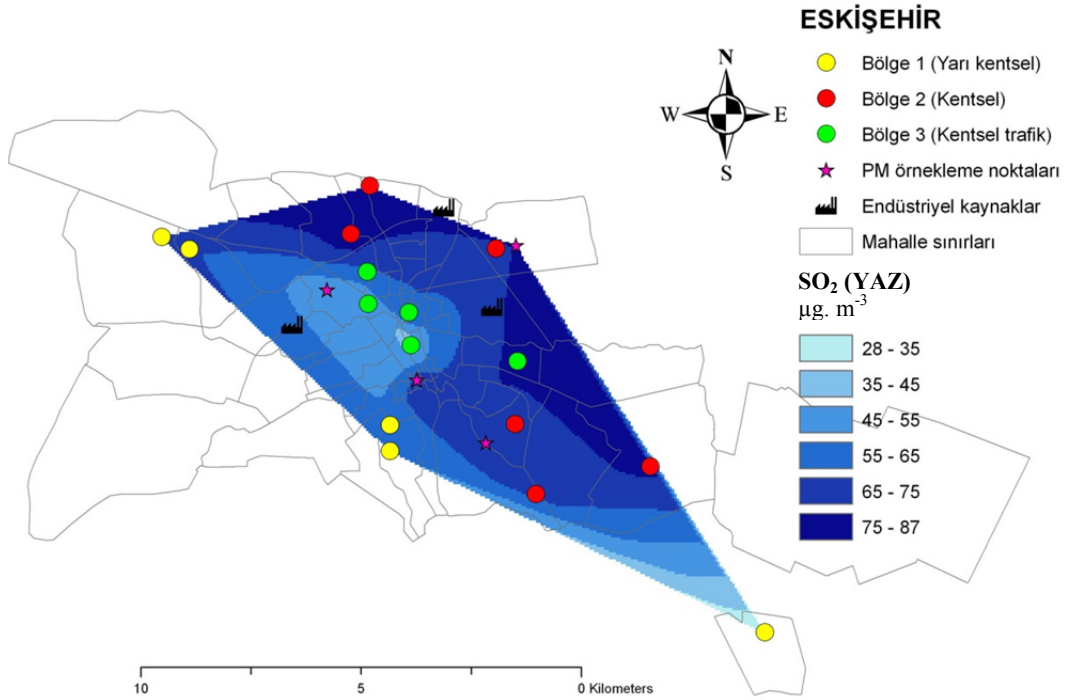


(b)

Şekil 5.2. Yaz (a) ve kış (b) dönemlerinde NO₂ kirlilik dağılımı



(a)



(b)

Şekil 5.3. Yaz (a) ve kış (b) dönemlerinde SO₂ kirlilik dağılımı

Kirleticilerin birbirleri aralarındaki ilişkiyi ortaya koymak üzere, ölçülen haftalık ortalama O₃, NO₂ ve SO₂ seviyeleri arasındaki Pearson bağıntı katsayıları hesaplanmıştır. Çizelge 5.2’de solunum fonksiyon testlerinin uygulandığı yaz ve kış dönemleri için hazırlanan bağıntı matrisi sunulmaktadır. Ozon ve NO₂’nin hem yaz ($r=-0,382$, $p<0,05$) hem de kış ($r=-0,801$, $p<0,01$) dönemlerinde aralarında anlamlı negatif bağıntıya sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun taşınım ve kent merkezinde ozonun NO₂ tarafından tüketilmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bilindiği gibi, trafik gibi emisyon kaynaklarının yoğun olduğu kent merkezlerinde ozon seviyeleri düşerken, bu emisyonların zamanla hava hareketleri ile taşınması sırasında meydana gelen fotokimyasal dönüşümlerin ozonu oluşturması nedeniyle, şehir merkezlerinden uzaklaştıkça ozon seviyeleri de genellikle yükselir. Ozon ve SO₂’nin de kış döneminde ($r=-0,395$, $p<0,05$) kendi aralarında anlamlı negatif bağıntıya sahip olduğu görülmektedir. Yine kış döneminde, evsel ısınma kaynaklı emisyonların muhtemel katkısı ile NO₂ ve SO₂ arasında anlamlı pozitif bağıntı ($r=0,486$, $p<0,01$) saptanmıştır.

Yaz ve kış dönemi ölçümleri arasındaki Pearson bağıntı katsayıları SO₂, NO₂, ve O₃ için sırası ile 0,129 ($p=0,48$), 0,648 ($p<0,01$) ve 0,305 ($p=0,09$) olarak hesaplanmıştır. Buna göre, sadece NO₂ için yaz ve kış seviyeleri arasında pozitif ve anlamlı bağıntı bulunmaktadır. Diğer bir deyişle, NO₂ için yaz aylarında seviyelerin yüksek olduğu bölgelerde kış aylarında da yüksek derişimlerin ölçüldüğünü görülmektedir. Bu durumun kentteki en önemli NO₂ emisyon kaynağı olan kent içi ulaşım faaliyetlerinin coğrafi dağılımının mevsimsel olarak değişim göstermemesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Ardışık iki haftanın ortalama ölçüm sonuçları arasındaki bağıntı katsayıları her kirletici ve her ölçüm dönemi için belirlenmiştir. NO₂ için, ön değerlendirme, yaz dönemi ve kış dönemi kampanyaları için bağıntı katsayıları sırası ile $r=0,86$ ($p<0,0001$), $r=0,96$ ($p<0,0001$) ve $0,89$ ($p<0,0001$). SO₂ için ise bağıntı katsayılarının ön değerlendirme, yaz dönemi ve kış dönemi kampanyaları için sırası ile $r=0,71$ ($p=0,0019$), $r=0,59$ ($p=0,0207$) ve $0,62$ ($p=0,0177$) olduğu görülmektedir. Ozon için, bağıntı katsayıları ön değerlendirme, yaz dönemi ve kış dönemi kampanyaları için sırası ile $r=0,95$ ($p<0,0001$), $r=0,59$ ($p=0,0196$) ve $0,69$ ($p=0,0029$) olarak bulunmuştur.

Çizelge 5.2. Hava kirliliği ölçümleri için bağıntı matrisi*

Kirletici	O ₃ yaz	O ₃ kış	NO ₂ yaz	NO ₂ kış	SO ₂ yaz	SO ₂ Kış
O ₃ yaz	r = 1	r=0,305 P = 0,09	r= -0,382* P =0,03	r= -0,425* P =0,01	r=0,238 P =0,19	r= -0,162 P =0,38
O ₃ kış		r = 1	r= -0,542* P <0,01	r= -0,801* P <0,01	r=0,196 P =0,29	r= -0,395* P =0,02
NO ₂ yaz			r = 1	r=0,648* P <0,01	r= -0,156 P =0,40	r=0,264 P =0,14
NO ₂ kış				r = 1	r= -0,215 P =0,24	r=0,486* P <0,01
SO ₂ yaz					r = 1	r=0,129 P =0,48
SO ₂ kış						r = 1

*Veriler Pearson bağıntı katsayısı (r) ve olasılık değeri (p) olarak verilmiştir.

Bu çalışma boyunca partikül madde (PM_{2,5} ve PM₁₀) seviyeleri de ölçülmüş olmakla birlikte, ölçümler okul bazında gerçekleştirilmediğinden partikül madde verileri epidemiyolojik analizlere dâhil edilmemiştir. Çalışma alanında solunum fonksiyon testlerinin gerçekleştirildiği süre boyunca eş zamanlı olarak 4 noktada günlük olarak ölçülen partikül madde derişimleri Çizelge 5.3’de özetlenmektedir. Genel olarak tüm noktalarda her iki mevsim için de yüksek derişimlerin kaydedildiği görülmektedir. Ölçülen PM₁₀ seviyelerinin ölçüm yapılan süre boyunca her istasyonda neredeyse her gün Avrupa Birliğinin belirlediği sınır değer olan 50 µg m⁻³’ü (bir yıl boyunca 35 günden daha çok aşılması gereken günlük sınır değer) aştığı görülmüştür. Her iki mevsimde de PM₁₀ için sınır değerlerin aşıldığı günler farklı ölçüm noktaları için %77 ile %100 arasındadır. Dört istasyonun tümünde PM_{2,5}/PM₁₀ oranlarının kış dönemi örneklerinde arttığı gözlenmiştir. Ayrıca, dört istasyonun tümünde PM_{2,5} derişimleri kış döneminde yaza göre yaklaşık 2 kat artmıştır. PM_{2,5} ve PM₁₀ derişimleri kentsel-trafik bölgesinde diğer bölgelere göre daha yüksektir (Gaga ve ark. 2012).

Çizelge 5.3. Yaz ve kış dönemi günlük ortalama PM derişimleri ($\mu\text{g m}^{-3}$)

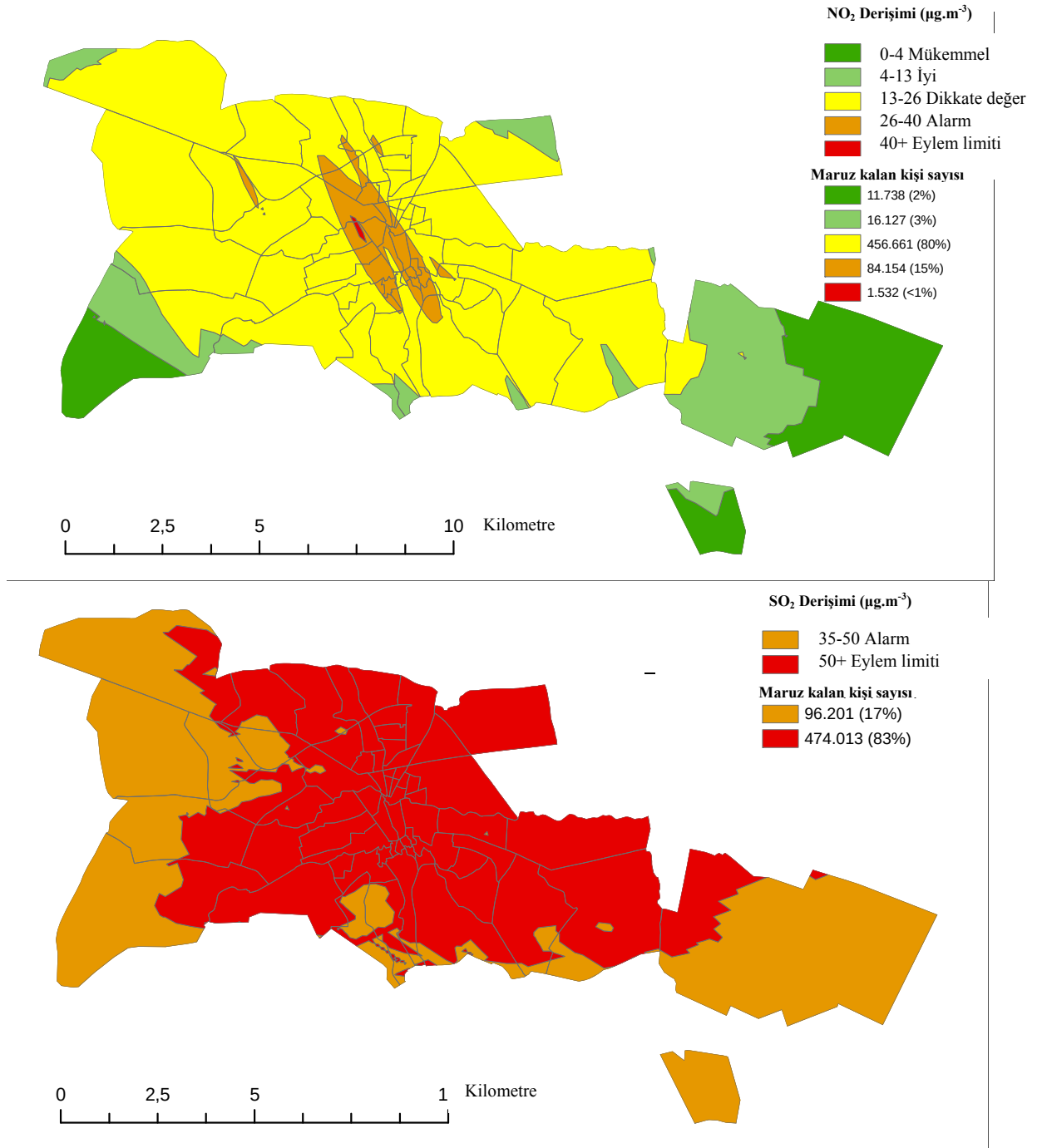
Ölçüm dönemi	Kirletici parametre	E1	E2	E3	E4
Yaz	PM _{2,5}	18,6 ± 5,7	31,8 ± 9,4	21,1 ± 6,9	24,0 ± 8,0
(27 Mayıs-12	PM ₁₀	65,1 ± 21,0	85,0 ± 20,6	69,2 ± 17,1	102,3 ± 33,3
Haziran 2008)	PM _{2,5} /PM ₁₀	0,30 ± 0,10	0,38 ± 0,07	0,30 ± 0,07	0,24 ± 0,07
Kış	PM _{2,5}	30,4 ± 16,9	59,7 ± 25,4	42,4 ± 20,4	50,5 ± 19,0
(27 Şubat-12	PM ₁₀	55,9 ± 19,1	120,7 ± 40,0	81,3 ± 26,2	104,5 ± 37,5
Mart 2009)	PM _{2,5} /PM ₁₀	0,35 ± 0,10	0,44 ± 0,12	0,55 ± 0,18	0,52 ± 0,24

- Veriler aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

- Partikül madde ölçüm istasyonlarının konumları; E1: Eskişehir İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, E2: Müze, E3: Erenköy Belde evi E4: Fevzi Çakmak Mahallesi

Tanımlanan metodoloji kullanılarak NO₂ ve SO₂ kirleticileri için hazırlanan maruz kalım haritaları Şekil 5.4’de sunulmaktadır. Kirlilik dağılım haritası kentteki hava kirliliği seviyeleri ve kirliliğin dağılımı hakkında bilgi verirken, yapılan ekstra analizler ile oluşturulan maruz kalım haritaları ile her bir kirlilik aralığı için verilen bölgede yaşayan tahmini kişi sayıları hakkında bilgi edinmek de mümkündür. Bu nedenle, maruz kalım haritaları kirliliğin kent içindeki dağılımını veren haritalardan daha fazla bilgi sunmaktadır (Gaga ve ark. 2012).

Azot dioksit için hazırlanan maruz kalım haritası incelendiğinde, Eskişehir halkının büyük kısmının bu kirletici parametre açısından hava kalitesinin orta seviyede olduğu bölgelerde yaşadığı görülmektedir. Ayrıca, DSÖ’nün NO₂ için belirlediği yıllık ortalama sınır değere göre, halkın yaklaşık %16’sının alarm seviyesi üzerinde kirliliğin görüldüğü bölgelerde yaşadığı anlaşılmaktadır. “Alarm” bölgeleri, haritadan da görüldüğü gibi nüfus ve trafik yoğunluğunun fazla olduğu kent merkezinde yer almaktadır. Eylem limitinin üzerindeki kirliliğin görüldüğü bölgede yaşayan kişilerin oranı ise yaklaşık %0,4 (1.532 kişi) olduğu dikkati çekmektedir. NO₂ maruz kalım haritalarında dikkati çeken bir diğer husus, hava kalitesinin mükemmel ve iyi olarak gruplandırıldığı kentin kenar bölgelerinde yaşayan kişilerin oranının oldukça az (yaklaşık %5) olduğudur.



Şekil 5.4. Sınıflandırılmış NO₂ ve SO₂ derişimlerinin çalışma alanındaki coğrafi dağılımı ve her hava kirliliği sınıfında için maruz kalan kişi sayıları (Gaga ve ark. 2012)

Eskişehir’de kış döneminde ölçülen SO₂ derişimleri 46-78 µg.m⁻³ arasında değiştikten kış döneminde halkın tamamının DSÖ geçiş dönemi 1. hedef günlük ortalama sınır değerine göre orta seviyede (41-82 µg.m⁻³ -dikkate değer) kirliliğe maruz kaldığı belirtilmiştir. İkinci geçiş dönemi hedefi olan günlük sınır 50 µg.m⁻³ değeri dikkate alındığında ise, halkın yaklaşık %17’sinin SO₂ derişimlerinin alarm seviyesinde olduğu bölgede, %83’ünün ise eylem limitinin aşıldığı bölgede yaşadığı görölmektedir.

5.2. Çalışma Popölasyonunun Karakteristiği

Eskişehir’de seçilen 16 ilköğretim okulunda okuyan 4. ve 5. sınıf öğrencileri bu çalışmanın hedef popölasyonu olarak seçilmiştir. Çizelge 5.4’de çalışmaya dâhil edilen çocukların özellikleri yaşadıkları bölgeye göre sunulmaktadır. Çalışma popölasyonunun genel özelliklerini aşığıdaki gibi özetlemek mümkündür;

Demografik özellikler: Bu çalışma 9-13 yaşı aralığındaki çocukları kapsamakla birlikte, popölasyonun %99’unun yaşları 9 ile 11 arasında değişmektedir. Diğer bir deyişle, oldukça dar bir yaş aralığında çalışıldığını söylemek mümkündür. Çalışmaya dâhil edilen çocukların ortalama yaşları 10,5 ± 0,6 yıl olarak hesaplanmıştır. Bölge 1’de yaşayan çocukların ortalama yaşlarının diğer iki bölgede yaşayan çocuklardan 1-2 ay daha büyük olduğu dikkati çekmektedir (p<0,05). Cinsiyet dağılımına bakıldığında ise, kız ve erkeklerin sayısının birbirine yakın olduğu ve üç bölge arasında çocukların cinsiyetleri açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmadığı görölmektedir.

Antropometrik özellikler: Çocukların ortalama boyları yaz ve kış dönemleri için sırası ile 140 cm ve 144 cm olarak ölçölmüştür. Boy verilerinin dağılımı oldukça dar olsa da, çocukların yaşlarının üç bölgede anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir. Bölge 2’de yaşayan çocukların boyları diğer iki bölgede yaşayan çocuklardan ortalama 3 cm kadar daha kısadır (Çizelge 4.4). Çocukların ortalama ağırlıkları ise yaz ve kış dönemleri için sırası ile 35 kg ve 40 kg olarak kaydedilmiştir.

Sigara kullanımı: Çocukların yarısından fazlası (%52,3) sürekli olarak sigara kullanılan evlerde yaşamaktadır. Annelerde sigara kullanım oranı %24,7 iken, bu oran babalarda %44'dür. Ailelerin ev içinde sigara kullanma alışkanlıkları üç bölge arasında anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Soba kullanımı: Çocukların %30,6'sı ısınmanın odun ya da kömür sobası ile sağlandığı evlerde yaşamaktadır. Soba kullanımı Bölge 2'de diğer iki bölgeye göre çok daha yaygındır ($p<0,05$).

Ebeveynlerin eğitim düzeyi: Orta okul ya da daha üst düzey eğitime (en az 8 yıl) sahip olan annelerin oranı %31,7 iken, bu oran babalar için %51,0'dır. Bu çalışmada istatistiksel analizlerde anne ve babanın ikisinin eğitim düzeyinden daha yüksek olanı alınarak incelenmiştir. Bölge 2'de yaşayan çocukların ebeveynlerinin en yüksek eğitim düzeyi diğer iki bölgede yaşayanlara göre daha düşüktür ($p<0,05$).

Anketi yanıtlayan kişi: Anketler genellikle çocukların anneleri (%67,9) tarafından doldurulmuştur. Anketi yanıtlayan kişi açısından bölgeler arasında fark bulunmamaktadır.

Sosyo-ekonomik seviye: Anket formlarında ebeveynlerin aylık gelirleri ve meslekleri ile ilgili sorular bulunmadığından, ebeveynlerin eğitim düzeyi ve ısınma için kömür/odun sobası kullanımı ailenin sosyo-ekonomik seviyelerini yansıtan ölçüler olarak belirlenmiştir. Türkiye'de doğalgaz fiyatlarının kömür/odun ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek olması nedeni ile düşük gelir düzeyine sahip aileler ısınmak için soba kullanma yönünde eğilim göstermektedir. Bölge 2'de yaşayan çocuklar için hem ebeveyn eğitim düzeyinin oldukça düşük olduğu, hem de soba kullanımının oldukça yaygın olduğu görülmüştür. Bu ölçülere göre, Bölge 2 düşük sosyo-ekonomik seviyeyi temsil eden bölge olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 5.4. Çalışmaya dâhil edilen çocukların genel özellikleri (n=1.880)

Özellikler	Bölge 1 (n=532)	Bölge 2 (n=582)	Bölge 3 (n=766)	p değeri (ANOVA)
Ortalama yaş $\pm$ SS ^a (yıl)	10,6 $\pm$ 0,6	10,5 $\pm$ 0,6	10,5 $\pm$ 0,6	<0,01
Ortalama boy $\pm$ SS (cm) ^b	141 $\pm$ 7	138 $\pm$ 7	141 $\pm$ 7	<0,01
Özellikler*	Bölge 1 (n=532)	Bölge 2 (n=582)	Bölge 3 (n=766)	p değeri (χ^2)
Cinsiyet [n (% kız)]	253 (48)	287 (49)	390 (51)	0,53
Anketi yanıtlayan [n (% anne)]	274 (70)	340 (64)	495 (70)	0,10
Ailenin evde sigara kullanım alışkanlığı [n (%)] ^c	215 (53)	291 (56)	356 (50)	0,08
Ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi [n (%)] ^d	304 (73)	115 (22)	506 (70)	<0,01
Kömür/odun sobası kullanımı [n (%)]	13 (3)	368 (75)	96(14)	<0,01
Evcil hayvan sahipliği [n (%)]	47 (12)	85 (17)	74 (11)	<0,01
Evde küf görülme durumu [n (%)]	74 (18)	138 (27)	79 (11)	<0,01

* Veriler aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir.

^a SS= Standart Sapma

^b İlk solunum fonksiyon testleri sırasında (yaz dönemi) ölçülen değerler

^c Evde sigara kullanan en az bir kişinin bulunması

^d En az 8 yıl eğitim görmüş olmak

5.3. Hava Kirliliğinin Çocukluk Çağındaki Allerjik Rahatsızlıklar ile İlgili Etkileri

5.3.1. Astım ve benzeri semptomlar

Astım ve benzeri semptomların ISAAC anketi ile belirlenen prevalansları Çizelge 5.5’de verilmektedir. Bölgelere göre karşılaştırıldığında, son 12 aydaki semptomların tümünün ve yaşam boyu vizing prevalansının sosyo-ekonomik seviyenin düşük olduğu Bölge 2’de daha yaygın olduğu görülmektedir. Diğer yandan, astım teşhisi için bölgeler arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Bu çalışmada Eskişehir’de yaşayan çocuklarda astım prevalansı ortalama %7,0 olarak saptanmıştır. Çizelge 5.6’da ülkemizde gerçekleştirilen önceki çalışmalarda rapor edilen astım prevalansları listelenmiştir. Bu verilere göre Eskişehir kenti, astım prevalansı açısından ülkemizde orta sıralarda yer almaktadır.

Çizelge 5.5. Bölgelere göre astım ve benzeri semptomlar

Semptom ^a	Bölge 1 (n=416)	Bölge 2 (n=532)	Bölge 3 (n=719)	P değeri (χ^2)
Son 12 ayda vizing	41 (10)	66 (13)	38 (5)	<0.01
Son 12 ayda egzersiz sırası/sonrası vizing	31 (8)	78 (15)	51 (7)	<0.01
Son 12 ayda gece kuru öksürüğü	149 (37)	206 (39)	223 (31)	0.01
Yaşam boyu astım	36 (9)	36 (7)	46 (6)	0.35
Yaşam boyu vizing	45 (11)	76 (15)	58 (8)	<0.01
En az bir astım semptomu ^b	171 (41)	237 (45)	255 (35)	<0.01

^a Veriler etkilenen çocuk sayısı ve parantez içinde yüzde oranlar [n (%)] ile verilmiştir.

^b En az bir astım semptomu= son 12 ayda vizing VEYA son 12 ayda egzersiz sırası/sonrası vizing VEYA son 12 ayda gece kuru öksürüğü VEYA yaşam boyu astım VEYA yaşam boyu vizing.

Çizelge 5.6. Türkiye’de önceki çalışmalarda belirlenen çocukluk çağı astım ve benzeri semptomların prevalansları

Çalışmanın yapıldığı şehir (yıl) ve popülasyon	Yaşam boyu astım (%)	Yaşam boyu vizing (%)	Son 12 ayda vizing (%)	Referans
Eskişehir (2008) n=1.667, 9-13 yaş	7,1	10,7	8,7	MATRA projesi (Bu çalışma)
Hatay (2008) (İskenderun ve Payas bölgeleri) n=1.815, 9-13 yaş	8,7	14,9	13,9	MATRA projesi (yayınlanmamış veri)
ISAAC çalışmaları				
Sivas (2008) n=1.947, 7-16 yaş	10,1	26,8	6,5	Arslan ve ark. 2012
Aydın (2009) n=1.472, 6-7 yaş	17,1 (6-7 yaş)	30,8 (6-7 yaş)	19,3 (6-7 yaş)	Cetemen ve Yenigün 2012
n=1.537, 13-14 yaş	11,0(13-14yaş)	21,4(13-14yaş)	13,1(13-14yaş)	
Gaziantep (2010) n=1.877, 7-8 yaş	7,0	28,3	11,6	Palalı 2011
Zonguldak (2004) n=1.349, 6-16	4,9	15,5	11,2	Tomaç ve ark. 2005
İstanbul (6-12 yaş) n=2.387 (2004)	17,8	25,3	11,3	Öneş ve ark. 2006
n=2.216 (1995)	9,8	15,1	8,2	
Adana (1997) n=3.164, 6-18	12,6	19	13,5	Bayram ve ark. 2004
Denizli (2003) n=2.445, 6-7 yaş	17,3 (6-7 yaş)	22,3 (6-7 yaş)	9,9 (6-7 yaş)	Akçay ve ark.2007
n=3.004, 13-14 yaş	2,1(13-14yaş)	10,2(13-14yaş)	5,0(13-14yaş)	Akçay ve ark. 2006
Bursa (2000) n=2,154, 6-7 yaş	6,5 (6-7 yaş)	15,9 (6-7 yaş)	8,0 (6-7 yaş)	Canitez ve Sapan 2000
n=3,110, 13-14 yaş	7,0 (13-14yaş)	14,9 (13-14yaş)	5,6 (13-14yaş)	
Diğer anketlerin kullanıldığı çalışmalar				
Türkiye geneli (2005) n=11.081, 10-12 yaş	12,7 (kırsal) 9,6 (kentsel)	- -	11,2 (kırsal) 10,0(kentsel)	Kurt ve ark. 2007
Eskişehir (2001) n=2.358, 10-12 yaş	2,2	18,4	1,4	Metintaş ve ark. 2001
Eskişehir (2000) n=3.049, 6-13 yaş	5,3	-	-	Koçak ve ark. 2000

Tek kirleticili lojistik regresyon analizlerinde, potansiyel karıştırıcı faktörlere göre düzeltme yapıldığında yaz ve kış aylarında ölçülen kirletici seviyelerinin son 12 ayda vizing ve gece kuru öksürük semptomları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Diğer yandan, son 12 ayda egzersiz sırası/sonrası vizing şikâyeti ile ilgili olarak yaz dönemi SO₂ ve NO₂ derişimleri için anlamlı koruyucu etki bulunmuştur. Çalışmaya dâhil edilen çocuklarda en az bir astım semptomunun varlığını yaz dönemi O₃ seviyeleri ile anlamlı pozitif yönde ilişkilidir [OO: 1,09 (%95GA 1,01–1,18)]. Buna göre, yaz dönemi ozon seviyelerindeki her 10 µg m⁻³ artışa karşılık olarak çocukların incelenen astım semptomlarından en az birini yaşama riski yaklaşık %9 oranında artmaktadır. Hem yaz hem de kış dönemlerinde NO₂ için en az bir astım semptomunun varlığı için koruyucu etki görölmektedir (Bkz. Çizelge 5.7). Bu koruyucu etkinin NO₂'nin ozon ile ileri düzeyde anlamlı negatif bağıntıya sahip olmasından kaynaklandığı düşünölmüştür (yaz için r=-0,382, p<0,01 ve kış için r=-0,801, p<0,01). Bu nedenle, kirleticilerin kendi aralarındaki ilişkinin ele alınabilmesi için iki kirleticili modeller, astım semptomlarından en az birinin varlığı için analiz tekrarlanmıştır. Ozon kirleticisi modele eklendiğinde NO₂'nin koruyucu etkisinin ortadan kalktığı görölmüştür. Aynı şekilde, O₃ için saptanan pozitif etki de NO₂ kirleticisi modele eklendiğinde ortadan kalkmaktadır (Bkz. Çizelge 5.8).

Çizelge 5.7. Hava kirleticilerinin astım ve benzeri semptomlara etkileri^a

		Son 12 ayda vizing OO (%95 GA)	Son 12 ayda egzersiz sırası/sonrası vizing OO (%95 GA)	Son 12 ayda gece kuru öksürüğü OO (%95 GA)	En az bir astım semptomu OO (%95 GA)
Kızlar		(n=722)	(n=727)	(n=728)	(n=732)
O ₃	Yaz	0,95 (0,83-1,08)	1,02 (0,89-1,17)	1,07 (0,99-1,16)	1,09 (1,01-1,18)*
	Kış	0,92 (0,82-1,04)	1,02 (0,90-1,15)	1,03 (0,96-1,11)	1,04 (0,98-1,12)
NO ₂	Yaz	0,92 (0,53-1,60)	0,44 (0,20-0,95)*	0,74 (0,53-1,02)	0,71 (0,52-0,98)*
	Kış	1,02 (0,81-1,28)	0,95 (0,74-1,21)	0,89 (0,78-1,02)	0,87 (0,76-0,99)*
SO ₂	Yaz	0,77 (0,54-1,11)	0,67 (0,46-0,97)*	0,88 (0,70-1,09)	0,96 (0,77-1,18)
	Kış	1,08 (0,91-1,29)	1,21 (0,99-1,48)	0,96 (0,86-1,06)	0,96 (0,87-1,06)
Erkekler		(n=640)	(n=643)	(n=641)	(n=648)
O ₃	Yaz	1,08 (0,95-1,23)	1,04 (0,90-1,19)	1,05 (0,96-1,14)	1,06 (0,98-1,16)
	Kış	1,04 (0,93-1,16)	1,04 (0,92-1,16)	1,05 (0,97-1,13)	1,05 (0,98-1,13)
NO ₂	Yaz	0,66 (0,35-1,23)	0,77 (0,41-1,47)	0,88 (0,61-1,27)	0,97 (0,69-1,37)
	Kış	0,88 (0,70-1,09)	0,90 (0,71-1,14)	0,91 (0,79-1,06)	0,89 (0,77-1,03)
SO ₂	Yaz	1,15 (0,84-1,58)	1,21 (0,87-1,68)	1,20 (0,96-1,49)	1,13 (0,91-1,40)
	Kış	1,00 (0,85-1,18)	0,95 (0,80-1,13)	0,96 (0,86-1,07)	0,93 (0,84-1,04)

^a Hava kirliliğinin astım ve benzeri semptomlara etkileri çok değişkenli lojistik regresyon analizleri ile kirleticilerdeki her 10 µg m⁻³ artış için belirlenmiştir. Bağımlı değişkenlerin analizinde şu bağımsız değişkenlere (potansiyel karıştırıcı faktörler) göre düzeltme yapılmıştır; anketi yanıtlayan kişi, yaş, cinsiyet, ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi, evde sigara kullanılması, evde küf bulunma durumu ve evcil hayvan sahipliği. OO: Odds Oranı, GA: Güven Aralığı * p-değeri < 0,05

Çizelge 5.8. Astım semptomlarından en az birinin varlığı için iki kirleticili çok değişkenli lojistik regresyon analizi^a

Yaz Dönemi			
	Düzeltilme yapılan kirleticiler		
	O₃	NO₂	SO₂
Ana kirleticiler			
O ₃	1,07 (1,02-1,13)⁺*	1,06 (0,99-1,13)	1,07 (1,015-1,132)*
NO ₂	0,930 (0,718-1,206)	0,816 (0,652-1,021) ⁺	0,820 (0,652-1,031)
SO ₂	1,008(0,872-1,167)	1,018 (0,880-1,178)	1,045 (0,906-1,206) ⁺
Kış Dönemi			
	Düzeltilme yapılan kirleticiler		
	O₃	NO₂	SO₂
Ana kirleticiler			
O ₃	1,04 (0,99-1,10) ⁺	0,99 (0,92-1,07)	1,04 (0,99-1,09)
NO ₂	0,87 (0,75-1,01)	0,89 (0,81-0,97)⁺*	0,89 (0,81-0,98)*
SO ₂	0,97 (0,91-1,03)	0,97 (0,91-1,04)	0,96 (0,90-1,03) ⁺

^a Verilen Odds oranları ve %95 güven aralıkları her satırın başında belirtilen kirleticiler için sütunun üstünde belirtilen kirleticilere göre düzeltilme yapıldıktan sonra elde edilen değerleri ifade etmektedir. Bağımlı değişkenlerin analizinde şu bağımsız değişkenlere (potansiyel karıştırıcı faktörler) göre düzeltilme yapılmıştır; anketi yanıtlayan kişi, yaş, cinsiyet, ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi, evde sigara kullanılması, evde küf bulunma durumu ve evcil hayvan sahipliği.

^b Yaz döneminde düşük solunum fonksiyonuna karşı yaz döneminde ölçülen kirleticiler seviyeleri

+ Bu Odds oranları ve güven aralıkları Çizelge 5.7’de verilen tek kirleticili modellerden alınmıştır.

* p-değeri < 0,05

Çizelge 5.9’da astım ve benzeri semptomların her biri için uygulanan çok değişkenli lojistik regresyon modelleri verilmektedir. Son 12 aydaki astım semptomları (son 12 ayda vizing, son 12 ayda egzersiz sonrası/sonrası vizing ve son 12 ayda gece kuru öksürüğü) için üç bölge arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Diğer yandan yaşam boyu vizing şikâyetinin yarı kentsel bölgede (Bölge 1) kentsel-trafik bölgesine (Bölge 3) göre anlamlı daha yüksek olduğu saptanmıştır [OO = 1,78 (%95 GA 1,04–3,00)]. Ayrıca, astım semptomlarının en az birinin varlığı için de Bölge 1’de rapor edilen prevalans Bölge 3’den istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksektir [OO = 1,33 (%95 GA 1,01–2,76)]. Kentsel ve kentsel-trafik bölgelerin arasında semptomlar açısından istatistiksel anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Evin duvarlarında küf bulunmasının astım semptomlarının prevalansını en çok arttıran risk faktörü olduğu görülmüştür. Küflü bir evde yaşamının son 12 aydaki vizing, son 12 ayda egzersiz sonrası/sonrası vizing, son 12 ayda gece kuru öksürüğü ve yaşam boyu vizing ile ilişkili olduğu saptanmıştır (sırası ile [OO: 2,49 (%95GA 1,68–3,70)]; [OO: 2,21 (%95GA 1,45–3,37)], [OO: 1,68 (%95GA 1,25–2,25)] ve [OO: 2,14 (%95GA 1,39–3,31)]). Anketi annesi yanıtlayan çocuklarda son 12 ayda gece kuru öksürüğü ve yaşam boyu astım şikâyetinin daha yüksek oranlarda bildirildiği görülmüştür (sırası ile [OO: 1,30 (%95GA 1,02–1,67)] ve [OO: 1,67 (%95GA 1,03–2,71)]). Evcil hayvan sahipliği son 12 ayda egzersiz sonrası/sonrası vizing riskini arttırmaktadır ([OO: 1,67 (%95GA 1,03–2,73)]). Düşük eğitim düzeyi ve evde sigara kullanılması da son 12 ayda gece kuru öksürüğü ile ilişkilidir (sırası ile [OO: 1,39 (%95GA 1,08–1,81)] ve [OO: 1,28 (%95GA 1,01–1,61)]). Yaş, cinsiyet ve kömür/odun sobası kullanımı ile astım semptomları arasında ilişkili bulunmamıştır.

Çizelge 5.9. Astım ve benzeri semptomlar için çok değişkenli lojistik regresyon modelleri

Bağımsız değişkenler		Son 12 ayda vizing OO (%95 GA) (n=1.366)	Son 12 ayda egzersiz sırası/sonrası vizing OO (%95 GA) (n=1.370)	Son 12 ayda gece kuru öksürüğü OO (%95 GA) (n=1.369)
Bölge				
	R1 (Ref: R3)	1,12(0,69-1,81)	1,03(0,61-1,74)	1,29(0,97-1,73)
	R2 (Ref: R3)	1,35(0,80-2,28)	1,41(0,82-2,43)	0,94(0,66-1,33)
Anketi yanıtlayan	Anne (Ref: Baba)	1,34 (0,89-1,99)	0,92(0,61-1,37)	1,30(1,02-1,67)*
Yaş (yıl)	-	1,25 (0,95-1,66)	0,99(0,73-1,35)	0,92(0,76-1,11)
Cinsiyet	Kızlar (Ref: Erkekler)	0,78(0,55-1,11)	0,80(0,55-1,16)	0,96(0,77-1,21)
Ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi	Düşük eğitim (Ref: Yüksek eğitim düzeyi)	1,26(0,84-1,91)	1,48(0,96-2,30)	1,39(1,08-1,81)*
Evde sigara kullanılması	Evet (Ref: Hayır)	1,36(0,94-1,96)	1,06(0,72-1,56)	1,28(1,01-1,61)*
Kömür/odun sobası kullanımı	Evet (Ref: Hayır)	1,29(0,78-2,13)	1,22(0,72-2,06)	1,36(0,97-1,90)
Evde küf bulunması	Evet (Ref: Hayır)	2,49(1,68-3,70)*	2,21(1,45-3,37)*	1,68(1,25-2,25)*
Evcil hayvan sahipliği	Evet (Ref: Hayır)	1,50(0,93-2,41)	1,67(1,03-2,73)*	1,20(0,85-1,68)

Çizelge 5.9. (Devam) Astım ve benzeri semptomlar için çok değişkenli lojistik regresyon modelleri

Bağımsız değişkenler		Yaşam boyu astım OO (%95 GA) (n=1.378)	Yaşam boyu vizing OO (%95 GA) (n=1.364)	En az bir astım semptomu OO (%95 GA) (n=1.380)
Bölge	R1 (Ref: R3)	1,60(0,97-2,65)	1,77(1,04-3,00)	1,33(1,01-1,76)
	R2 (Ref: R3)	1,38(0,74-2,60)	1,69(0,93-3,07)	1,11(0,79-1,56)
Anketi yanıtlayan	Anne (Ref: Baba)	1,67(1,03-2,71)*	0,93(0,61-1,42)	1,30(1,02-1,65)*
Yaş (yıl)	-	1,04(0,75-1,45)	1,13(0,82-1,54)	0,91(0,76-1,09)
Cinsiyet	Kızlar (Ref: Erkekler)	0,71(0,47-1,07)	1,16(0,78-1,71)	0,90(0,72-1,12)
Ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi	Düşük eğitim (Ref: Yüksek eğitim düzeyi)	1,42(0,89-2,27)	1,23(0,78-1,95)	1,31(1,02-1,69)*
Evde sigara kullanılması	Evet (Ref: Hayır)	1,01(0,67-1,54)	1,20(0,81-1,80)	1,30(1,04-1,63)*
Kömür/odun sobası kullanımı	Evet (Ref: Hayır)	0,74(0,40-1,37)	1,46(0,83-2,58)	1,20(0,87-1,67)
Evde küf bulunması	Evet (Ref: Hayır)	1,09(0,64-1,84)	2,14(1,39-3,31)*	1,74(1,30-2,32)*
Evcil hayvan sahipliği	Evet (Ref: Hayır)	1,30(0,73-2,34)	1,29(0,76-2,19)	1,26(0,90-1,76)

Ref: İncelenen faktörün referans olarak alınan değeri, * p-değeri < 0,05

5.3.2. Allerjik rinit ve benzeri semptomlar

Çalışmaya dâhil edilen çocuklarda allerjik rinit ve benzeri semptomların prevalansları Çizelge 5.10'da verilmektedir. Bu çalışmada Eskişehir'de yaşayan çocuklarda saman nezlesi prevalansı %30,8 olarak bulunmuştur. Bu oran Türkiye'de daha önce gerçekleştirilen çalışmalar ile karşılaştırıldığında, genel olarak yüksek bir oran olarak değerlendirilebilir (Bkz. Çizelge 5.11). Bununla birlikte, Metintaş ve arkadaşlarının (2001) daha önce Eskişehir'de gerçekleştirdikleri çalışmada 6-12 yaş grubundaki çocuklar için %33,5 olarak verilen kümülatif allerjik rinit prevalansı bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir.

Çok değişkenli lojistik regresyon analizlerinde ölçülen kirletici seviyeleri ile allerjik rinit ve benzeri semptomlar arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Yalnızca rinit semptomlarından en az birinin varlığı için yaz dönemi SO₂ seviyeleri için koruyucu etki saptanmıştır (Bkz. Çizelge 5.12).

Allerjik rinit ve benzeri semptomların prevalansları bölgelere göre karşılaştırıldığında, genel olarak Bölge 2'de rapor edilen prevalansların daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir (Bkz. Çizelge 5.10). Bununla birlikte, gerçekleştirilen çok değişkenli lojistik regresyon analizlerinde çocukların yaşadığı bölgenin rinit ve benzeri semptomların sıklığını istatistiksel anlamlı olarak etkilemediği bulunmuştur (Bkz. Çizelge 5.13). Diğer bir deyişle, potansiyel karıştırıcı faktörler dikkate alındığında bölgeler arasındaki anlamlı fark ortadan kalkmaktadır. Buna göre, farklı bölgelerde yaşayan çocukların allerjik rinit ve benzeri semptomların prevalanslarındaki farklılıkların hava kirliliği ile bağlantılı olmadığını söylemek mümkündür.

Rinit ve benzeri semptomların prevalansını etkileyen faktörler anketi yanıtlayan kişi, maksimum ebeveyn eğitim düzeyi, evde küf bulunması ve evcil hayvan sahipliği olarak bulunmuştur. Evcil hayvan sahipliği incelenen tüm semptomların prevalansları ile anlamlı ilişkilidir (son 12 ayda rinokonjunktivit, son 12 ayda kaşıntılı-sulantılı gözler eşliğinde rinokonjunktivit, yaşam boyu saman nezlesi ve yaşam boyu rinokonjunktivit için sırası ile [OO: 1,74 (%95GA 1,15–2,63)]; [OO: 1,63 (%95GA 1,16–2,30)], [OO: 1,51 (%95GA 1,07–2,13)] ve

[OO: 1,88 (%95GA 1,33–2,69)]. Evde küf bulunması da son 12 ayda rinokonjunktivit, son 12 ayda kaşıntılı-sulantılı gözler eşliğinde rinokonjunktivit ve yaşam boyu rinokonjunktivit ile ilişkilidir (sırası ile, [OO: 1,93 (%95GA 1,35–2,76)]; [OO: 1,57 (%95GA 1,16–2,14)] ve [OO: 1,60 (%95GA 1,19–2,14)]). Bunlara ek olarak, anketin anne tarafından doldurulması ve maksimum ebeveyn eğitim düzeyinin 8 yıldan daha az olması da rinit ve benzeri semptomlarla ilgili şikâyetlerin artmasında rol oynamıştır. Yaş, cinsiyet, evde sigara kullanılması ve kömür/odun sobası kullanımı ile rinit ve benzeri semptomlar arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır.

Çizelge 5.10. Bölgelere göre allerjik rinit ve benzeri semptomlar

Semptom ^a	Bölge 1 (n=416)	Bölge 2 (n=532)	Bölge 3 (n=719)	P değeri (χ^2)
Son 12 ayda rinokonjunktivit	127 (32)	206 (41)	204 (30)	<0,01
Son 12 ayda kaşıntılı-sulantılı gözler eşliğinde rinokonjunktivit	71 (19)	96 (20)	98 (15)	0,05
Yaşam boyu saman nezlesi	126 (31)	144 (28)	224 (32)	0,30
Yaşam boyu rinokonjunktivit	169 (41)	263 (50)	271 (38)	<0,01
En az bir rinit semptomu ^b	214 (52)	302 (58)	342 (48)	<0,01

^a Veriler etkilenen çocuk sayısı ve parantez içinde yüzde oranlar [n (%)] olarak verilmiştir.

^b En az bir rinit semptomu= son 12 ayda rinokonjunktivit VEYA son 12 ayda kaşıntılı-sulantılı gözler eşliğinde rinokonjunktivit VEYA yaşam boyu saman nezlesi VEYA yaşam boyu rinokonjunktivit

Çizelge 5.11. Türkiye’de önceki çalışmalarda belirlenen çocukluk çağı allerjik rinit ve benzeri semptomların prevalansları

Çalışmanın yapıldığı şehir (yıl) ve popülasyon	Yaşam boyu saman nezlesi/rinit (%)	Yaşam boyu RK (%)	Son 12 ayda RK (%)	Referans
Eskişehir (2008) n=1.667, 9-13 yaş	30,6	42,2	32,2	MATRA projesi (Bu çalışma)
Hatay (2008) (İskenderun ve Payas) n=1.815, 9-13 yaş	22,7	46,6	38,6	MATRA projesi (yayınlanmamış veri)
ISAAC çalışmaları				
Sivas (2008) n=1.947, 7-16 yaş	25,2	-	16,9	Arslan ve ark. 2012
Aydın (2009) n=1.472, 6-7 yaş	8,3 (6-7 yaş)	30,4 (6-7 yaş)	35,7 (6-7 yaş)	Cetemen ve Yenigün 2012
n=1.537, 13-14 yaş	7,8(13-14yaş)	42,4(13-14yaş)	34,6(13-14yaş)	
Gaziantep (2010) n=1.877, 7-8 yaş				Palalı 2011
Türkiye geneli n= 6.963, 9-11 yaş	31	51,6	23,1	Civelek ve ark. 2010b
İstanbul n=2.500, 6-12 yaş	7,9	44,3	28,9	Tamay ve ark. 2007
Adana (1997) n=3.164, 6-18	13,6	-	11,0	Bayram ve ark. 2004
Denizli (2003) n=2.445, 6-7 yaş	6,1 (6-7 yaş)	33,5 (6-7 yaş)	8,0 (6-7 yaş)	Akçay ve ark.2007
n=3.004, 13-14 yaş	4,3 (13-14 yaş)	34,2 (13-14 yaş)	9,6 (13-14 yaş)	Akçay ve ark. 2006
Bursa (2000) n=2.154, 6-7 yaş	2,6 (6-7 yaş)	9,1 (6-7 yaş)	3,7 (6-7 yaş)	Canıtez ve Sapan 2000
n=3.110, 13-14 yaş	2,9 (13-14 yaş)	15,0 (13-14 yaş)	6,6 (13-14 yaş)	
Diğer anketlerin kullanıldığı çalışmalar				
Türkiye geneli (2005) n=11.081, 10-12 yaş	-	-	20,8 (kırsal) 15,6 (kentsel)	Kurt ve ark. 2007
Eskişehir (2001) n=2.358, 10-12	-	36,0	10,5	Metintaş ve ark. 2001
Eskişehir (2000) n=3.049, 6-13	8,5	-	-	Koçak ve ark. 2000
RK: Rinokonjunktivit				

Çizelge 5.12. Hava kirleticilerinin allerjik rinit ve benzeri semptomlara etkileri^a

		Son 12 ayda rinokonjunktivit OO (%95 GA)	Son 12 ayda kaşıntılı-sulantılı gözler eşliğinde rinokonjunktivit OO (%95 GA)	En az bir rinit semptomu OO (%95 GA)
Kızlar		(n=705)	(n=705)	(n=729)
O ₃	Yaz	1,08 (0,99-1,16)	1,09 (0,99-1,20)	1,05 (0,97-1,13)
	Kış	1,06 (0,99-1,14)	1,05 (0,96-1,15)	1,04 (0,97-1,11)
NO ₂	Yaz	0,90 (0,65-1,26)	0,84 (0,55-1,29)	0,92 (0,69-1,24)
	Kış	0,86 (0,56-1,32)	0,89 (0,75-1,06)	0,94 (0,83-1,07)
SO ₂	Yaz	0,94 (0,75-1,18)	1,09 (0,83-1,45)	0,98 (0,80-1,22)
	Kış	0,97 (0,88-1,08)	0,97 (0,85-1,10)	0,91 (0,82-1,00)*
Erkekler		(n=629)	(n=623)	(n=644)
O ₃	Yaz	0,99 (0,91-1,09)	1,02 (0,91-1,15)	1,06 (0,98-1,15)
	Kış	0,99 (0,91-1,07)	1,08 (0,97-1,19)	1,02 (0,95-1,10)
NO ₂	Yaz	0,98 (0,68-1,42)	0,87 (0,52-1,44)	0,75 (0,53-1,05)
	Kış	1,02 (0,87-1,19)	0,87 (0,71-1,06)	0,95 (0,82-1,09)
SO ₂	Yaz	1,03 (0,82-1,29)	1,21 (0,90-1,62)	0,98 (0,79-1,21)
	Kış	1,07 (0,95-1,20)	1,01 (0,87-1,17)	1,08 (0,97-1,20)

^a Hava kirliliğinin astım ve benzeri semptomlara etkileri çok değişkenli lojistik regresyon analizleri ile kirletici derişimindeki her 10 µg m⁻³ artış için belirlenmiştir. Bağımlı değişkenlerin analizinde şu bağımsız değişkenlere (potansiyel karıştırıcı faktörler) göre düzeltme yapılmıştır; anketi yanıtlayan kişi, yaş, cinsiyet, ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi, evde sigara kullanılması, evde küf bulunma durumu ve evcil hayvan sahipliği.

* p-değeri < 0,05

Çizelge 5.13. Allerjik rinit ve benzeri semptomlar için çok değişkenli lojistik regresyon modelleri

Bağımsız değişkenler		Son 12 ayda rinokonjunktivit OO (%95 GA)	Son 12 ayda kaşıntılı-sulantılı gözler eşliğinde rinokonjunktivit OO (%95 GA)	Yaşam boyu saman nezlesi OO (%95 GA)	Yaşam boyu rinokonjunktivit OO (%95 GA)	En az bir rinit semptomu OO (%95 GA)
		(n=1.334)	(n=1.334)	(n=1.353)	(n=1,367)	(n=1.373)
Bölge	R1 (Ref: R3)	1,38(0,94-2,02)	1,05(0,78-1,42)	0,92(0,69-1,23)	1,04(0,79-1,38)	1,09(0,83-1,43)
	R2 (Ref: R3)	1,17(0,74-1,85)	1,26(0,89-1,79)	0,71(0,49-1,01)	1,26(0,90-1,77)	1,09(0,78-1,52)
Anketi yanıtlayan	Anne (Ref: Baba)	1,18(0,80-1,56)	1,40 (1,08-1,81)*	1,48(1,15-1,92)*	1,29(1,02-1,64)*	1,36(1,08-1,72)*
Yaş (yıl)	-	0,976(0,77-1,25)	1,08 (0,89-1,30)	0,89(0,74-1,08)	1,10(0,92-1,32)	1,13(0,95-1,36)
Cinsiyet	Kızlar	1,06(0,78-1,44)	1,05 (0,83-1,32)	1,11(0,88-1,40)	1,10(0,88-1,37)	1,14(0,92-1,42)
	(Ref: Erkekler)					
Ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi	Düşük eğitim (Ref: Yüksek eğitim düzeyi)	1,30(0,92-1,85)	1,43 (1,10-1,87)*	1,02(0,78-1,34)	1,44(1,11-1,85)*	1,31(1,02-1,68)*
Evde sigara kullanılması	Evet	1,22(0,89-1,66)	1,22 (0,97-1,55)	1,040(0,82-1,31)	1,16(0,93-1,45)	1,21(0,98-1,51)
	(Ref: Hayır)					
Kömür/odun sobası kullanımı	Evet	1,01(0,65-1,58)	1,18 (0,84-1,66)	1,22(0,86-1,72)	1,16(0,83-1,61)	1,30(0,94-1,80)
	(Ref: Hayır)					
Evde küf bulunması	Evet	1,93(1,35-2,76)*	1,57 (1,16-2,14)*	1,34(0,99-1,81)	1,60(1,19-2,14)*	1,49(1,11-2,01)*
	(Ref: Hayır)					
Evci hayvan sahipliği	Evet	1,74(1,15-2,63)*	1,63 (1,16-2,30)*	1,51(1,07-2,13)*	1,88(1,34-2,64)*	1,89(1,33-2,69)*
	(Ref: Hayır)					

Ref: İncelenen faktörün referans olarak alınan değeri, * p-değeri < 0,05

5.3.3. Allerjik egzama ve benzeri semptomlar

Bölgelere göre allerjik egzama ve benzeri semptomların prevalansları Çizelge 5.14’de verilmektedir. Bu çalışmada Eskişehir’de yaşayan çocuklarda kümülatif egzama prevalansı %4,8 olarak bulunmuştur. Bu oran Türkiye’de daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda verilen aralıklardadır (Bkz. Çizelge 5.15).

Allerjik egzama ve benzeri semptomların prevalansları bölgelere göre karşılaştırıldığında, yaşam boyu kaşıntılı döküntü prevalansının Bölge 2’de anlamlı daha yüksek olduğu görülmüştür (Bkz. Çizelge 5.10). Tek kirleticili ve çok değişkenli lojistik regresyon analizlerinde ölçülen kirleticili seviyeleri ile allerjik egzama ve benzeri semptomlar arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır (Bkz. Çizelge 5.16). Çok değişkenli lojistik regresyon analizlerinde son 12 aydaki kaşıntılı döküntü prevalansının yarı kentsel bölgede (Bölge 1) kentsel-trafik bölgesine (Bölge 3) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır [OO = 1,7 (%95 GA 1,0–2,8)] (Bkz. Çizelge 5.17).

Evde küf bulunması son 12 aydaki kaşıntılı döküntü, son 12 ayda fleksural bölgelerde (yüz, boyun, koltuk altı, kasıklar, dış genital organlar vb.) egzama, yaşam boyu kaşıntılı döküntü ve egzama semptomlarından en az birinin varlığı ile anlamlı ilişkilidir (sırası ile [OO: 1,68 (%95GA 1,03–2,74)], [OO: 2,68 (%95GA 1,48–4,85)], [OO: 1,64 (%95GA 1,07–2,50))] ve [OO: 1,60 (%95GA 1,08–2,38)]). Anketi annesi yanıtlayan çocuklarda daha yüksek oranlarda son 12 ayda kaşıntılı döküntü prevalansı, yaşam boyu egzama, yaşam boyu kaşıntılı döküntü ve egzama semptomlarından en az birinin varlığı rapor edilmiştir (sırası ile [OO: 2,13 (%95GA 1,25–3,63)], [OO: 2,27 (%95GA 1,19–4,3)], [OO: 1,91 (%95GA 1,23–2,96)] ve [OO: 1,87 (%95GA 1,26–2,79)]). Evcil hayvan sahipliği egzama semptomlarından en az birinin varlığı ile anlamlı ilişkilidir ([OO: 1,78 (%95GA 1,14–2,76)]. Düşük eğitim düzeyi, yaş, cinsiyet, evde sigara kullanılması ve kömür/odun sobası kullanımı semptomlar arasında anlamlı bir ilişkili bulunmamıştır.

Çizelge 5.14. Bölgelere göre egzama ve benzeri semptomlar

Semptom ^a	Bölge 1 (n=416)	Bölge 2 (n=532)	Bölge 3 (n=719)	P değeri (χ^2)
Son 12 ayda kaşıntılı döküntü	35 (9)	43 (8)	41 (6)	0,15
Son 12 ayda fleksural bölgelerde kaşıntılı döküntü	20 (5)	26 (5)	20 (3)	0,10
Yaşam boyu egzama	17 (4)	34 (7)	28 (4)	0,10
Yaşam boyu kaşıntılı döküntü	42 (10)	66 (13)	56 (8)	0,03
En az bir egzama semptomu ^b	49 (12)	79 (15)	70 (10)	0,03

^a Veriler etkilenen çocuk sayısı ve parantez içinde yüzde oranlar [n (%)] ile verilmiştir.

^b En az bir egzama semptomu= son 12 ayda kaşıntılı döküntü VEYA son 12 ayda fleksural bölgelerde egzama VEYA yaşam boyu egzama VEYA yaşam boyu en az altı ay süren kaşıntılı döküntü

Çizelge 5.15. Türkiye’de önceki çalışmalarda belirlenen çocukluk çağı allerjik egzama ve benzeri semptomların prevalansları

Çalışmanın yapıldığı şehir (yıl) ve popülasyon	Yaşam boyu egzama (%)	Son 12 ayda kaşıntılı döküntü (%)	Referans
Eskişehir (2008) n=1.667, 9-13 yaş	4,8	7,1	MATRA projesi (Bu çalışma)
Hatay (2008) (İskenderun ve Payas) n=1.815, 9-13 yaş	5,0	9,4	MATRA projesi (yayınlanmamış veri)
ISAAC çalışmaları			
Aydın (2009) n=1.472, 6-7 yaş	2,9 (6-7 yaş)	7,8 (6-7 yaş)	Cetemen ve Yenigün 2012
n=1.537, 13-14 yaş	2,8(13-14yaş)	7,4 (13-14yaş)	
Türkiye geneli n=6.963, 9-11 yaş	3,6*	8,1	Civelek ve ark. 2010a
Adana (1997) n=3.164, 6-18	8,3	-	Bayram ve ark. 2004
Diğer anketlerin kullanıldığı çalışmalar			
Türkiye geneli (2005) n=11.081, 10-12 yaş	-	6,6 (kırsal) 4,1 (kentsel)	Kurt ve ark. 2007
Eskişehir (2001) n=2.358, 10-12	3,0	1,6	Metintaş ve ark. 2001
Eskişehir (2000) n=3.049, 6-13	1,4	-	Koçak ve ark. 2000

*Yaşam boyu fleksural bölgelerde egzama

Çizelge 5.16. Hava kirleticilerinin allerjik egzama ve benzeri semptomlara etkileri^a

		Son 12 ayda kaşıntılı döküntü OO (%95 GA)	Son 12 ayda fleksural bölgelerde kaşıntılı döküntü OO (%95 GA)	En az bir egzama semptomu OO (%95 GA)
Kızlar		(n=704)	(n=691)	(n=726)
O ₃	Yaz	1,01 (0,87-1,17)	0,97 (0,78-1,18)	0,94 (0,84-1,07)
	Kış	0,98 (0,86-1,13)	0,95 (0,80-1,13)	0,93 (0,83-1,03)
NO ₂	Yaz	0,48 (0,22-1,03)	0,60 (0,24-1,50)	0,81 (0,49-1,34)
	Kış	1,91 (0,70-1,18)	0,93 (0,66-1,30)	1,02 (0,83-1,25)
SO ₂	Yaz	0,98 (0,64-1,49)	0,78 (0,45-1,33)	0,82 (0,60-1,13)
	Kış	1,07 (0,87-1,31)	1,16 (0,89-1,52)	1,07 (0,92-1,25)
Erkekler		(n=624)	(n=615)	(n=639)
O ₃	Yaz	1,09 (0,94-1,26)	1,05 (0,87-1,23)	1,12 (0,98-1,25)
	Kış	1,07 (0,94-1,22)	1,09 (0,92-1,30)	1,10 (0,99-1,22)
NO ₂	Yaz	0,84 (0,44-1,60)	0,94 (0,41-2,14)	0,99 (0,60-1,67)
	Kış	0,89 (0,69-1,14)	0,77 (0,56-1,08)	0,85 (0,69-1,04)
SO ₂	Yaz	1,18 (0,81-1,74)	1,65 (0,95-2,89)	1,09 (0,80-1,51)
	Kış	0,91 (0,75-1,09)	0,89 (0,70-1,13)	0,83 (0,71-0,97)

^a Hava kirliliğinin astım ve benzeri semptomlara etkileri çok değişkenli lojistik regresyon analizleri ile kirlenici derişimindeki her 10 µg m⁻³ artış için belirlenmiştir. Bağımlı değişkenlerin analizinde şu bağımsız değişkenlere (potansiyel karıştırıcı faktörler) göre düzeltme yapılmıştır; anketi yanıtlayan kişi, yaş, cinsiyet, ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi, evde sigara kullanılması, evde küf bulunma durumu ve evcil hayvan sahipliği.

Çizelge 5.17. Allerjik egzama ve benzeri semptomlar için çok değişkenli lojistik regresyon modelleri

Bağımsız değişkenler		Son 12 ayda Kaşıntılı döküntü OO (%95 GA)	Son 12 ayda fleksural bölgelerde kaşıntılı döküntü OO (%95 GA)	Yaşam boyu egzama OO (%95 GA)	Yaşam boyu kaşıntılı döküntü OO (%95 GA)	En az bir egzama semptomu OO (%95 GA)
		(n=1.330)	(n=1.306)	(n=1.360)	(n=1.337)	(n=1.365)
Bölge	R1 (Ref: R3)	1,72(1,03-2,87)*	1,85(0,94-3,66)	1,09(0,56-2,12)	1,53(0,97-2,42)	1,34(0,88-2,04)
	R2 (Ref: R3)	1,02(0,52-1,99)	1,55(0,64-3,78)	1,95(0,91-4,17)	1,14(0,67-2,00)	1,18(0,71-1,96)
Anketi yanıtlayan	Anne (Ref: Baba)	2,13 (1,25-3,63)*	1,64(0,84-3,17)	2,27(1,19-4,32)*	1,91(1,23-2,96)*	1,87(1,26-2,79)*
Yaş (yıl)	-	1,14 (0,81-1,59)	1,01(0,65-1,58)	1,48(0,99-2,19)	1,19(0,89-1,58)	1,25(0,96-1,62)
Cinsiyet	Kızlar (Ref: Erkekler)	0,73 (0,48-1,11)	0,85(0,49-1,48)	1,08(0,61-1,66)	0,88(0,61-1,26)	0,94(0,67-1,30)
Ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi	Düşük eğitim (Ref: Yüksek eğitim düzeyi)	1,17 (0,72-1,90)	1,07(0,56-2,03)	0,92(0,51-1,65)	1,24(0,82-1,88)	1,19(0,81-1,75)
Evde sigara kullanılması	Evet (Ref: Hayır)	1,10 (0,72-1,69)	1,33(0,75-2,35)	1,02(0,61-1,69)	1,03(0,71-1,48)	1,05(0,75-1,47)
Kömür/odun sobası kullanımı	Evet (Ref: Hayır)	1,12 (0,59-2,15)	0,76(0,32-1,80)	0,92(0,44-1,93)	1,26(0,73-2,16)	1,23(0,75-2,01)
Evde küf bulunması	Evet (Ref: Hayır)	1,68 (1,03-2,74)*	2,68(1,48-4,85)*	1,01(0,53-1,93)	1,64(1,07-2,50)*	1,60(1,08-2,38)*
Evcil hayvan sahipliği	Evet (Ref: Hayır)	1,45 (0,81-2,59)	1,75(0,86-3,55)	1,75(0,92-3,35)	1,53(0,94-2,50)	1,78(1,14-2,76)*

Ref: İncelenen faktörün referans olarak alınan değeri, * p-değeri < 0,05

5.3.4. Allerjik hastalıkların prevalansları ve birlikteliği ile ilgili genel değerlendirme

Bu çalışma ile Eskişehir’de ilk kez uygulanan ISAAC anketinde, çoğunluğu 9 ile 11 yaşları arasında olan çocuklar için yaşam boyu astım, vizing, saman nezlesi, rinokonjunktivit ve egzama prevalansları sırası ile %7,1, %10,7, %30,6, %42,2 ve %4,8 olarak belirlenmiştir. Literatür incelemesinde bu verilerin karşılaştırılabileceği aynı bölgede (Eskişehir) önceden gerçekleştirilmiş yalnız bir çalışmaya rastlanmıştır. Metintaş ve arkadaşlarının (2001) 10-12 yaşındaki 2.358 ilkokul öğrencisi ile gerçekleştirdikleri çalışmada kümülatif astım prevalansı (doktor teşhisi), yaşam boyu vizing, yaşam boyu rinokonjunktivit ve kümülatif egzama prevalansı (yaşam boyu doktor teşhisi) sırası ile %2,2, %18,4, %36,0 ve %3,0 olarak bildirilmiştir. Metintaş ve arkadaşlarının (2001) çalışmasında farklı bir anket formu kullanıldığından iki çalışmanın bulgularını karşılaştırmak doğru değildir. Bununla birlikte, iki çalışmanın bulgularının genellikle uyumlu olduğu ve yaşam boyu vizing haricindeki tüm semptomların zamanla artış gösterdiği dikkati çekmektedir.

Bu çalışmada son 12 aydaki vizing, rinokonjunktivit ve egzama prevalansları sırası ile %8,7, %32,2 ve %7,1 olarak tespit edilmiştir. Önceki ISAAC çalışmalarında (Beasley ve ark. 1998) Türkiye’de daha önce gerçekleştirilmiş çok merkezli bir ISAAC çalışmasına göre 9-11 yaş arasındaki 6.963 çocuk için son 12 ayda vizing, rinokonjunktivit ve egzama prevalansları sırası ile %15,8, %23,5 ve %8,1 olarak bildirilmiştir (Civelek ve ark. 2010a). Eskişehir’i de kapsayan bir diğer çok merkezli çalışmada ise 10-12 yaş arasındaki 11.081 çocuk için son 12 ayda vizing, rinokonjunktivit ve egzama prevalansları kentsel bölgelerde yaşayanlar için sırası ile %10,0, %15,6 ve %4,1 ve kırsal bölgelerde yaşayanlar için sırası ile %11,2, %20,8% ve %6,6% olarak bildirilmiştir (Kurt ve ark. 2007). İlgili çalışmada ISAAC anketi kullanılmadığından, verilerin karşılaştırılması pek uygun değildir. Bu çalışma Eskişehir’deki uygulanan ilk ISAAC çalışması olması nedeniyle, kentte daha sonra yapılacak ISAAC çalışmalarına zaman içindeki prevalans değişimini karşılaştırma olanağı sunmaktadır.

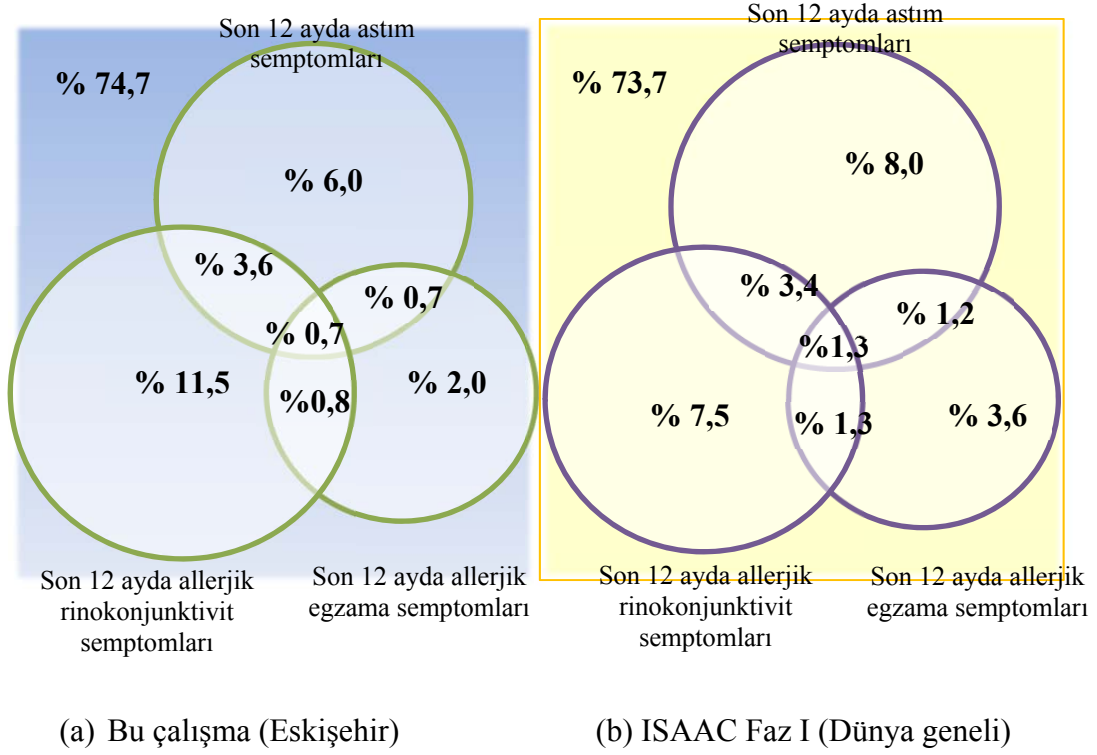
Allerjik rinit ile ilişkili semptomların prevalansları Türkiye’de daha önce gerçekleştirilmiş çalışmalar ile karşılaştırıldığında, bu çalışmada saptanan prevalansların mevcut en yüksek değerler arasında yer aldığı görülmüştür. Bu çalışmada yaşam boyu saman nezlesi, yaşam boyu rinokonjunktivit ve son 12 ayda rinokonjunktivit prevalansları sırası ile %30,6, %42,2 ve %32,2 olarak belirlenmiştir. İstanbul’da yaşayan 6-12 yaşındaki yaklaşık 2.500 çocuk ile gerçekleştirilen bir ISAAC çalışmasında doktor tanılı rinit, yaşam boyu rinit ve son 12 ayda rinit prevalansları sırası ile %7,9, %44,3 ve %28,9 olarak bildirilmiştir (Tamay ve ark. 2007). Civelek ve arkadaşlarının (2010b) gerçekleştirdikleri bir diğer ISAAC çalışmasında ise 9-11 yaşındaki 6.963 çocuk için doktor tanılı rinit, yaşam boyu rinit ve son 12 ayda rinit ve son 12 ayda rinokonjunktivit prevalansları sırası ile %31,0, %51,6, %43,5 ve %23,1 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen prevalanslar önceki bu iki ISAAC çalışmasının bulguları ile uyumludur.

Ülkemizde gerçekleştirilen farklı çalışmaların bulguları incelendiğinde, astım, rinit ve egzama olmak üzere üç allerjik hastalık ve semptomları için belirlenen kümülatif ve son 12 aydaki prevalansların genel olarak önceki çalışmalarda bildirilen aralıkların içinde olduğu görülmüştür. Ortalama değerler ile karşılaştırıldığında ise, Eskişehir kenti, astım prevalansı açısından ülkemizdeki düşük prevalans saptanan bölgeler arasındadır (bu çalışmada saptanan Eskişehir ortalaması %7,0 ve Türkiye ortalaması kentsel bölgeler için %9,6). Rinit ve benzeri semptomların prevalansı ise uluslararası çalışmalarla ve Türkiye’de daha önce gerçekleştirilen çalışmalara göre yüksek bir oran olarak değerlendirilebilir (bu çalışmada saptanan Eskişehir ortalaması %30,8 ve Türkiye ortalaması kentsel bölgeler için %15,6). Egzama prevalansı ise diğer çalışmalarda belirtilen Türkiye ortalamasına oldukça yakındır (bu çalışmada saptanan Eskişehir ortalaması %4,1 ve Türkiye ortalaması kentsel bölgeler için %4,8).

Toplam 56 ülkeden 13-14 yaşındaki 463.801 çocuğa uygulanan ISAAC Faz I çalışmaları sonucunda son 12 aydaki astım, allerjik rinokonjunktivit ve allerjik egzama semptomlarının birbirleri ile ilişkileri ortaya çıkarılmıştır (Beasley ve ark. 1998). Şekil 5.4’de bu tez çalışmasında (Eskişehir) ve önceki ISAAC çalışmalarında Dünya geneli için belirlenen son 12 ayda astım, allerjik

rinokonjunktivit ve allerjik egzama prevalansları ile bu hastalıkların kombinasyonları gösterilmektedir. Şekil 5.5 incelendiğinde, Eskişehir’de rapor edilen son 12 aydaki rinokonjunktivit prevalansının (%16,6) Dünya ortalamasının (%13,5) üzerinde olduğu dikkati çekmektedir. Diğer yandan, bu çalışmada rapor edilen son 12 aydaki astım ve egzama prevalansları (sırası ile %11 ve %4,2) Dünya ortalamasının (sıra ile %13,9 ve %7,4) altındadır. Son 124 ayda allerjik hastalıkların semptomlarının en az birinin rapor edildiği çocukların oranı Eskişehir (25,3) ve Dünya geneli için (%26,3) birbirine benzer olarak toplam popülasyonun yaklaşık dörtte biri civarındadır. Genel olarak, son 12 ayda astım semptomları olan çocukların %40-45’inde allerjik rinokonjunktivit ve allerjik egzama semptomlarının en az birinin daha olduğu görülmektedir. Aynı şekilde, hem Eskişehir hem de Dünya geneli için son 12 ayda egzama semptomları olan çocukların yaklaşık %52’sinde astım ve allerjik rinokonjunktivit semptomlarının en az birinin daha olduğu görülmektedir.

Son 12 ayda en allerjik astım, rinokonjunktivit ve egzama semptomlarından en az birini yaşayan çocukların oranı Bölge 1, Bölge 2 ve Bölge 3’de sırası ile %25,3, %30,9 ve %25,4’dür. Bölge 2’de yaşayan çocuklarda semptomların genel olarak daha yaygın olduğu görülmekle birlikte, χ^2 testi ve çok değişkenli lojistik regresyon ile gerçekleştirilen analizlerde semptomların prevalansı açısından bölgeler arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Ayrıca, gerçekleştirilen tek kirleticili lojistik regresyon analizlerinde karıştırıcı faktörler için düzeltme yapıldığında ölçülen kirletici seviyeleri ile allerjik semptomlar arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.



Şekil 5.5. Son 12 ayda allerjik hastalıkların birlikteliği¹

¹ Astım, rinokonjunktivit ve egzama semptomları sırası ile son 12 ayda vizing, son 12 ayda kaşıntılı-sulantılı gözler eşliğinde rinokonjunktivit ve son 12 ayda fleksural bölgelerde kaşıntılı döküntü ile ifade edilmiştir.

5.4. Hava Kirliliğinin Çocukların Solunum Fonksiyonlarına Etkileri

Çizelge 5.18’de bölgelere göre yaz ve kış dönemlerinde ölçülen solunum fonksiyon değerleri verilmektedir. Hem yaz hem de kış dönemlerinde Bölge 2’de yaşayan çocukların solunum fonksiyon ölçümlerinin diğer iki bölgede yaşayan çocuklara kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Daha önce de açıklandığı gibi, Bölge 2 düşük sosyo-ekonomik seviye (SES) bölgesi olarak tanımlanmıştır ve bu bölgede yaşayan çocukların boyları diğer iki bölgedeki yaşlılarından biraz daha kısadır. Vücut uzunluğunun çocukların solunum fonksiyonunu etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu düşünüldüğünde, çocukların boylarının daha kısa olduğu Bölge 2’de ölçülen solunum fonksiyon değerlerinin de daha düşük olması çok olağan bir durumdur. Bu nedenle, çocuklarda solunum fonksiyonlarını etkileyen diğer faktörleri dikkate almadan ölçülen solunum fonksiyonu değerlerini bölgeler arasında karşılaştırarak hava kirliliği açısından yorum yapmak anlamlı olmayacaktır.

Çizelge 5.18. Bölgelere göre ölçülen solunum fonksiyon parametreleri

Solunum fonksiyon parametresi*	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	p değeri (Kruskall-Wallis)
Yaz dönemi (n=1.841)	(n = 519)	(n=571)	(n=751)	
FVC (L)	2,29 ± 0,46	2,24 ± 0,39	2,30 ± 0,4	0,01
FEV1 (L)	1,95 ± 0,35	1,90 ± 0,32	1,96 ± 0,34	<0,01
PEF (L/s)	4,13 ± 0,89	3,94 ± 0,88	4,14 ± 0,92	<0,01
FEF ₂₅₋₇₅ (L/s)	2,32 ± 0,69	2,21 ± 0,68	2,31 ± 0,66	<0,01
Kış dönemi (n=1.497)	(n =413)	(n=465)	(n=619)	
FVC (L)	2,57 ± 0,47	2,49 ± 0,46	2,56 ± 0,48	<0,01
FEV1 (L)	2,14 ± 0,35	2,08 ± 0,37	2,15± 0,34	<0,01
PEF (L/s)	4,67 ± 0,89	4,45 ± 0,96	4,68 ± 0,92	<0,01
FEF ₂₅₋₇₅ (L/s)	2,37 ± 0,77	2,33 ± 0,79	2,42 ± 0,69	0,17

FVC: zorlu vital kapasite, FEV₁: birinci saniyedeki zorlu ekspirasyon hacmi; PEF: zirve ekspiratuvar akım hızı; FEF₂₅₋₇₅: ekspiryum ortası hava akımı

* Veriler aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Yaz ve kış dönemlerinde gerçekleştirilen iki solunum fonksiyon testi kampanyası arasında yaklaşık dokuz aylık bir süre bulunmaktadır. Bu süre zarfında çocukların boyları uzamış, akciğerleri gelişmiş ve dolayısıyla solunum fonksiyonları da artmıştır. FVC, FEV₁, PEF ve FEF₂₅₋₇₅ parametreleri için kızlarda sırası ile %15,3, %13,1, %20,0 ve %17,8 oranlarında ve erkeklerde de sırası ile %11,7, %9,4, %14,0 ve %10,6 oranlarında artış meydana gelmiştir. Çizelge 5.19’da her bölgede solunum fonksiyonu parametrelerindeki zamansal değişim kızlar ve erkekler için ayrı olarak verilmektedir. FVC ve FEV₁ parametreleri için iki ölçüm dönemi arasında çocukların solunum fonksiyonunda gerçekleşen artış miktarı bölgelere arasında anlamlı farklılık göstermektedir. Yarı-kentsel bölgede yaşayan kızların FVC değerleri diğer bölgelerde yaşayan hemcinslerine kıyasla daha fazla artmıştır. FEV₁ parametresi için de, yarı kentsel bölgede yaşayan erkeklerin solunum fonksiyonlarının diğer bölgelerdeki hemcinslerine göre daha fazla arttığı görülmektedir. PEF ve FEF₂₅₋₇₅ parametreleri için ne kızlar ne de erkeklerde zamansal değişim için bölgeler arasında anlamlı fark bulunmuştur. İlginç olarak, Bölge 2’de yaşayan erkek çocuklarında kış döneminde ölçülen ortalama FEF₂₅₋₇₅ değerlerinin yaza göre daha düşük olduğu dikkat çekmektedir.

Çizelge 5.19. Solunum fonksiyon parametrelerinin zamansal değişimi

	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	p değeri (ANOVA)
KIZLAR	n=203	n=215	n=283	
(FVC _{kış}) – (FVC _{yaz}) (L)	0,37±0,34	0,28±0,39	0,28±0,29	<0,01
(FEV ₁ kış) – (FEV ₁ yaz) (L)	0,24±0,24	0,22±0,26	0,21±0,23	<0,37
(PEF _{kış}) – (PEF _{yaz}) (L/s)	0,69±0,089	0,60±0,94	0,64±0,88	0,58
(FEF ₂₅₇₅ kış) – (FEF ₂₅₇₅ yaz) (L/s)	0,09±0,82	0,24±0,79	0,16±0,69	0,13
ERKEKLER	n=185	n=206	n=297	
(FVC _{kış}) – (FVC _{yaz}) (L)	0,29±0,34	0,24±0,34	0,24±0,32	0,30
(FEV ₁ kış) – (FEV ₁ yaz) (L)	0,20±0,22	0,13±0,24	0,17±0,22	<0,05
(PEF _{kış}) – (PEF _{yaz}) (L/s)	0,52±0,76	0,38±0,86	0,49±0,85	0,23
(FEF ₂₅₇₅ kış) – (FEF ₂₅₇₅ yaz) (L/s)	0,06±0,70	-0,01±0,65	0,09±0,62	0,20

* Veriler aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 5.20’de cinsiyet, boy ve yaşa göre beklenen değerin yüzdesi olarak ifade edilen solunum fonksiyonları bölge bazında verilmektedir. Ölçülen değerlere göre Bölge 2’de yaşayan çocukların solunum fonksiyonları diğer bölgelerdeki çocuklardan daha düşük görünürken, beklenen değerin yüzdesi cinsinden ifade edildiğinde bu durum değişmektedir. Bölge 2’de beklenen ile gözlenen değerler arasındaki uyum (PEF parametresi dışındaki) en yüksek seviyededir. Diğer yandan, Bölge 1’de yaşayan çocuklarda ölçülen FVC ve FEV₁ parametrelerinin beklenen değerlere oranının diğer bölgelerde yaşayan çocuklara kıyasla daha az olduğu görülmektedir (p<0,01). Kent merkezinden uzaktaki O₃ seviyelerinin yüksek olduğu yarı kentsel bölgeyi temsil eden Bölge 1’de trafik yükü ve nüfus yoğunluğu diğer bölgelere göre daha düşüktür. Bu sonuçlar düşük solunum fonksiyonu ve ozon seviyeleri arasında ilişki olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 5.20. Bölgelere göre gözlenen solunum fonksiyon değerlerinin beklenen değerlere oranı (%)

	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	p değeri (ANOVA)
Yaz dönemi (n=1.841)	(n = 519)	(n = 571)	(n = 751)	
FVC - gözlenen/beklenen (%)	95,4 ± 14,7	99,9 ± 15,7	97,2 ± 14,3	<0,01
FEV1 - gözlenen/beklenen (%)	92,0 ± 12,5	95,1 ± 13,6	93,6 ± 12,2	<0,01
PEF - gözlenen/beklenen (%)	90,0 ± 17,5	90,1 ± 18,5	91,3 ± 17,8	0,35
FEF ₂₅₋₇₅ - gözlenen/beklenen (%)	89,9 ± 26,3	89,5 ± 26,6	90,5 ± 24,0	0,74
Kış dönemi (n=1.497)	(n = 413)	(n = 465)	(n = 619)	
FVC - gözlenen/beklenen (%)	97,2 ± 12,7	99,0 ± 14,7	97,3 ± 12,3	0,07
FEV1 - gözlenen/beklenen (%)	91,8 ± 10,6	92,8 ± 11,6	92,7 ± 10,2	0,35
PEF - gözlenen/beklenen (%)	93,4 ± 15,5	91,7 ± 17,2	94,0 ± 16,2	0,07
FEF ₂₅₋₇₅ - gözlenen/beklenen (%)	84,2 ± 26,2	85,3 ± 26,9	87,1 ± 23,2	0,21

* Veriler aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 5.21’de belirlenen kriterlere göre düşük solunum fonksiyonuna sahip çocukların sayıları ve oranları (%) gösterilmektedir. Önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında, düşük solunum fonksiyonuna sahip çocukların oranlarının oldukça fazla olduğu dikkati çekmektedir. Örneğin, ABD ve Kanada’da farklı 22 bölgeden 8-12 yaşlarındaki yaklaşık 10.000 çocuğu kapsayan bir çalışmada, FVC değeri beklenenin %85’inden daha düşük olan çocukların oranının %2 ile %8,9 arasında değişirken, Eskişehir için bu oran ortalama %17,7 olarak bulunmuştur (Raizenne et.al., 1996). Avrupa ve Kuzey Amerika’da 8 farklı ülkede yaşayan 6-12 yaşındaki 20.000’den fazla çocuğu kapsayan bir başka çalışmada ise bu oran %3,6 ile %8,8 arasında rapor edilmiştir (Moshammer et.al., 2006). Hindistan’da 9-17 yaş arasında yaklaşık 8.000 çocuk ile gerçekleştirilen bir çalışmada bu çalışmaya benzer olarak FVC değeri beklenenin %80’inden daha düşük olan çocukların oranı kentsel ve kontrol bölgeleri için sırası ile %20,3 ve %14,3 olarak bildirilmiştir (Siddique et.al., 2010). Çizelge 5.21’de sunulan verilerin bölgeler arasında karşılaştırması yapıldığında, önceki bulgularla uyumlu olarak Bölge 1’de düşük FVC ve FEV₁’ye sahip (ölçülen değeri beklenen değerin %85’inden daha düşük olan) çocukların oranının diğer iki bölgede yaşayan çocuklara kıyasla anlamlı olarak daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir ($p<0,05$).

Çizelge 5.22’de çok değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları verilmektedir. Normal solunum fonksiyonuna sahip olan çocukların oranı Bölge 1’de Bölge 3’e kıyasla daha azdır [OO = 1,33 (%95 GA 1,01–1,75)]. Bu durum Bölge 1’de ölçülen yüksek ozon derişimleri ile ilişkili olabilir. Ayrıca, kızlarda yaz döneminde düşük solunum fonksiyonuna sahip olanların oranı erkeklere göre daha fazladır [OO = 2,08 (%95 GA 1,67–2,59)]. Diğer faktörlerin solunum fonksiyonunu etkilemediği görülmüştür. Çok değişkenli lojistik regresyon analizleri kızlar ve erkekler için ayrı gerçekleştirildiğinde, düşük solunum fonksiyonlarına sahip kız çocuklarının oranının (sadece yaz dönemi için) ozon seviyelerinin yüksek olduğu yarı kentsel ve kentsel bölgelerde kentsel-trafik bölgesine göre daha yüksek olduğu görülmüştür (sırası ile [odds oranı OO = 1,49 (%95 GA 1,04–2,14) ve [OO= 1,69 (%95 GA 1,06-2,71)]]. Bu ilişki erkeklerde ve kış dönemi için gözlenmemiştir.

Çizelge 5.21. Bölgelere göre düşük solunum fonksiyonuna sahip çocukların sayıları ve oranı (%)^a

	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	p değeri (χ^2)
Yaz dönemi (n=1.841)	(n = 519)	(n=571)	(n=751)	
Düşük FVC (< %85 beklenen), [n (%)]	116 (23)	75 (13)	119 (16)	<0,01
Düşük FEV1 (< %85 beklenen), [n (%)]	135 (26)	116 (20)	157 (21)	0,03
Düşük PEF (< %75 beklenen), [n (%)]	92 (18)	123 (22)	130 (17)	0,11
Düşük FEF ₂₅₋₇₅ (<%75 beklenen), [n (%)]	128 (25)	162(28)	179 (24)	0,14
Düşük solunum fonksiyonu ^a [n (%)]	243 (47)	255(45)	309 (41)	0,09
Kış dönemi (n=1.497)	(n = 413)	(n=465)	(n=619)	
Düşük FVC (< %85 beklenen), [n (%)]	65 (16)	66 (15)	78 (13)	0,36
Düşük FEV1 (< %85 beklenen), [n (%)]	99 (25)	99 (23)	127 (21)	0,45
Düşük PEF (< %75 beklenen), [n (%)]	45 (11)	63 (14)	69 (11)	0,28
Düşük FEF ₂₅₋₇₅ (<%75 beklenen), [n (%)]	125 (31)	132 (30)	166 (28)	0,47
Düşük solunum fonksiyonu [n (%)]	184 (46)	191(44)	251 (42)	0,52

^a Veriler etkilenen çocuk sayısı ve parantez içinde yüzde oranlar [n (%)] olarak verilmiştir.

Çizelge 5.22. Düşük solunum fonksiyonu için çok değişkenli lojistik regresyon modelleri

Bağımsız değişkenler		Düşük solunum fonksiyonu yaz dönemi OO (%95 GA)	Düşük solunum fonksiyonu kış dönemi OO (%95 GA)	Düşük solunum fonksiyonu yaz dönemi OO (%95 GA)	Düşük solunum fonksiyonu yaz dönemi OO (%95 GA)
		(n=1.380)	(n=1.118)	(n=731)	(n=649)
Bölge	R1 (Ref: R3)	1,33 (1,01-1,75)*	1,25 (0,93-1,68)	1,49(1,04-2,14)*	1,16(0,77-1,75)
	R2 (Ref: R3)	1,20 (0,86-1,67)	1,23 (0,85-1,77)	1,69(1,06-2,71)*	0,81(0,50-1,32)
Cinsiyet	Kızlar (Ref: Erkekler)	2,08 (1,67-2,59)*	1,21 (0,95-1,53)	KIZLAR	ERKEKLER
Yaş (yıl)	-	1,10 (0,92-1,32)	1,02 (0,84-1,24)	1,07(0,84-1,38)	1,14(0,87-1,48)
Ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi	Düşük eğitim (Ref: Yüksek eğitim düzeyi)	1,06 (0,82-1,36)	0,92 (0,70-1,22)	1,040(0,73-1,47)	1,04(0,72-1,50)
Evde sigara kullanılması	Evet (Ref: Hayır)	1,18 (0,95-1,48)	1,03 (0,81-1,31)	1,26(0,94-1,71)	1,09(0,78-1,51)
Kömür/odun sobası kullanımı	Evet (Ref: Hayır)	1,07 (0,77-1,48)	1,00 (0,70-1,43)	0,99(0,64-1,56)	1,16(0,72-1,86)
Evde küf bulunması	Evet (Ref: Hayır)	0,84 (0,63-1,13)	0,88 (0,63-1,22)	0,92(0,62-1,37)	0,73(0,47-1,16)
Evcil hayvan sahipliği	Evet (Ref: Hayır)	0,67 (0,48-0,94)	0,93 (0,65-1,33)	0,76(0,49-1,17)	0,53(0,30-0,94)

Ref: İncelenen faktörün referans olarak alınan değeri, * p-değeri < 0,05

Bölge bazında yapılan incelemeler O₃ ile düşük solunum fonksiyonu arasında ilişki olabileceğini gösterdiğinden, hava kirlleticilerinin ölçülen derişimleri ile çocuklarda düşük solunum fonksiyonu arasındaki ilişki çok değişkenli lojistik regresyon analizi ile incelenmiştir. Önceki analizlerde yaz döneminde cinsiyet ve düşük solunum fonksiyonu arasında anlamlı ilişki bulunması nedeni ile hava kirleticilerinin etkileri kızlar ve erkekler için ayrı olarak ele alınmıştır. Her defasında tek bir kirleticisi için uygulanan çok değişkenli lojistik regresyon analizlerinin sonuçları Çizelge 5.23’de sunulmaktadır.

Çizelge 5.23. Hava kirleticilerinin düşük solunum fonksiyonuna etkileri^a

Kirleticiler	Dönem	Düşük solunum fonksiyonu ^b OO (%95 GA)	
		KIZLAR	ERKEKLER
		n=731 (yaz) n=588 (kış)	n=649 (yaz) n=530 (kış)
O ₃	Yaz	1,11 (1,03-1,19)*	1,02 (0,93-1,10)
	Kış	1,03 (0,96-1,11)	1,03 (0,95-1,11)
NO ₂	Yaz	0,79 (0,59-1,06)	1,23 (0,88-1,71)
	Kış	0,97 (0,84-1,11)	0,98 (0,84-1,14)
SO ₂	Yaz	1,08 (0,88-1,34)	0,93 (0,75-1,15)
	Kış	1,00 (0,90-1,11)	0,93 (0,83-1,05)

^a Hava kirliliğinin düşük solunum fonksiyonuna etkileri çok değişkenli lojistik regresyon analizleri ile kirleticisi derişimindeki her 10 µg m⁻³ artış için belirlenmiştir. Bağımlı değişkenlerin analizinde şu bağımsız değişkenlere (potansiyel karıştırıcı faktörler) göre düzeltme yapılmıştır; yaş, cinsiyet, ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi, evde sigara kullanılması, evde küf bulunma durumu ve evcil hayvan sahipliği. OO: Odds Oranı, GA: Güven Aralığı * p-değeri < 0,05

a: Düşük solunum fonksiyonu için belirlenen kriter; FEV1 <% 85 beklenen VEYA FVC < %85 beklenen VEYA PEF < %75 beklenen VEYA FEF₂₅₋₇₅ < %75 beklenen.

* p-değeri < 0,05

Yaz döneminde düşük solunum fonksiyonu ve ozon derişimleri arasında ilişki bulunmuştur. Kız çocukları için yaz döneminde ölçülen iki haftalık ortalama ozon derişimlerindeki $10 \mu\text{g m}^{-3}$ 'lük artışa karşılık düşük solunum fonksiyonuna sahip olma riski %11 oranında artmaktadır [OO = 1,11 (%95 GA 1,03–1,19)]. Her iki cinsiyet için ayrı analiz yapıldığında da erkekler için ve kış dönemi için anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Daha önce gerçekleştirilen epidemiyolojik çalışmalardan kısa süreli olarak ozona maruz kalımın çocuklarda ölçülen FVC, FEV₁, PEF vb. solunum fonksiyon parametrelerinde azalmalara neden olduğu bilinmektedir (Brunekreef ve ark. 1995; Jalaludin ve ark. 2000). Dolayısıyla, bu bulgu önceki bulgular ile uyumludur. Ayrıca, bazı çalışmalar uzun süreli O₃ maruz kalımının da çocukların akciğer fonksiyonlarının gelişimini olumsuz etkilediğini bildirmektedir (Peters ve ark. 1999; DSÖ 2003).

Düşük solunum fonksiyonu ve açık havadaki O₃ seviyeleri arasındaki ilişkinin yalnızca kızlar için bulunmuş olması ilgi çekicidir. Önceki çalışmalardan pek çoğu kız çocuklarının hava kirliliğinin olumsuz etkilerine karşı erkek çocuklarından daha hassas olduğunu bildirmiştir (Brunekreef ve ark. 1997; Peters ve ark. 1999; Frye ve ark. 2003; Rojas-Martinez ve ark. 2007; Oftedal ve ark. 2008; Liu ve Zhang, 2009; Rosenlund ve ark. 2009). Örneğin, Güney Kaliforniya'da gerçekleştirilen hava kirliliğinin uzun süreli etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bu çalışmaya benzer olarak solunum fonksiyonlarında azalma ile O₃ seviyeleri arasındaki ilişki olduğu saptanmış ve özellikle astımlı ve dışarıda daha çok zaman geçiren kız çocuklarında etkilerin daha belirgin olduğu vurgulanmıştır (Peters ve ark. 1999). Diğer yandan, erkek çocuklarında daha fazla etki gözlemlendiğini (Jedrychowski ve ark. 1999; Delfino ve ark. 2004) ya da çocukların cinsiyetinin hava kirliliğinin etkisini değiştirebileceğine dair bulgu elde edilmediğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Liu ve ark. 2009; Gauderman ve ark. 2004). Hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına etkisinde cinsiyetin rolü ile ilgili bulgular yetersizdir ve konu halen tartışmalıdır (Clougherty 2010).

Düşük solunum fonksiyonu ve açık havada ölçülen O₃ seviyeleri arasındaki ilişki yalnızca yaz mevsimi değerlendirmesi için saptanmıştır. Açık havadaki O₃

seviyeleri atmosferde artan fotokimyasal reaksiyonlar nedeniyle yaz dönemlerinde en yüksek seviyelerine ulaşmaktadır. Ayrıca, insanların yaz aylarında açık havada kışa göre daha çok zaman geçirdikleri de bilinen bir gerçektir. Hem ozon derişimlerinin yüksek olması hem de dışarıda daha çok zaman geçirilmesi yaz döneminde düşük solunum fonksiyonu ile ozon arasındaki ilişkinin saptanmasını kolaylaştırmış olabilir.

Bilindiğı gibi, hava kirliliğine maruz kalım yalnız ölçülen kirlilik seviyelerine değil, aynı zamanda dışarıda geçirilen zamana da bağlıdır. Bu nedenle, çocuklar dışarıda daha çok zaman geçirdiklerinde hava kirliliğinden daha çok etkilenmiş olurlar (Peters ve ark. 1999; Gauderman ve ark. 2000; Langkulsen ve ark. 2006). Diğer yandan, çocukların dışarıda geçirdikleri zaman açısından bölgeler arasında farklılık olabileceğı de düşünülmektedir. Genellikle çok katlı ve bitişik düzende binaların bulunduğu, trafik ağının karmaşık ve nüfus yoğunluğunun oldukça fazla olduğu kentsel-trafik bölgesinde (Bölge 3) çocukların dışarıda oyun oynayabilecekleri park gibi alanların daha sınırlıdır. Bu nedenle, yarı kırsal bölge özelliğı taşıyan Bölge 1’de yaşayan çocuklar açık havada kentsel-trafik bölgesindeki çocuklara kıyasla daha fazla zaman geçirmiş ve dolayısıyla daha fazla hava kirliliğine maruz kalmış olabilirler. Bununla birlikte, sağlık çalışmaları sırasında çocukların zaman kullanımları ile ilgili mevsimlik veriler toplanmadığından, elimizde farklı bölgelerden yaşayan çocukların zaman kullanımlarının değiştiğine dair somut kanıt bulunmamaktadır.

Önceki çalışmalar ozonun sağlık etkilerinin tespitinin partikül madde gibi diğer kirlleticilerin eşliğinde daha zor olabileceğini bildirmiştir (Uysal ve Schapira, 2003). Bu çalışmada solunum fonksiyon testlerinin gerçekleştirildiğı süre boyunca 4 noktada partikül madde (PM_{2.5} ve PM₁₀) seviyeleri de ölçülmüş olmakla birlikte, bu ölçümler okul bazında gerçekleştirilmediğinden partikül madde verileri istatistiksel analizlere dâhil edilmemiştir. Daha önce gerçekleştirilen uluslararası epidemiyolojik çalışmalar incelendiğinde, Eskişehir’de ölçülen yüksek partikül madde seviyelerinin bölgede yaşayan çocuklar için olumsuz sağlık etkilerine yol açmış olması muhtemeldir (Pope ve ark. 1991; Dockery ve Pope 1994; Pope ve Dockery 1992, 1999, 2006). Düşük solunum fonksiyonu ve ölçülen O₃ seviyeleri arasındaki ilişkinin

yalnızca yaz mevsimi değerlendirmesi için saptanmış olması kış döneminde çalışma alanının genelinde artan partikül madde seviyelerinin ozonun etkisinin gözlenmesini zorlaştırmış olması olabilir.

Hava kirleticilerinin birbiri aralarındaki ilişki nedeni ile iki kirleticili model ile analiz tekrarlanmıştır. Çizelge 5.24’de düşük solunum fonksiyonuna sahip olma durumları için iki kirleticili lojistik regresyon analizlerinin sonuçları gösterilmektedir. İki kirleticili modelde, modele NO₂ ve SO₂ kirleticilerinin de eklenmesi yaz dönemi ozon derişimlerinin etkisi ortadan kaldırmamaktadır. SO₂ ise ozonun etkisini değiştirmemektedir. Hem tek kirleticili hem de çok kirleticili modellerde kış döneminde kirletici seviyeleri ile düşük solunum fonksiyonu arasında ne kızlar ne de erkekler için ilişki bulunamamıştır.

Çizelge 5.24. Yalnız kızlar için yaz döneminde hava kirleticilerinin düşük solunum fonksiyonuna etkisinin iki kirleticili çok değişkenli lojistik regresyon ile analizi (n=731)^a

Düşük solunum fonksiyonu^b			
Ana kirletici	Düzeltilme yapılan kirletici		
	O₃	NO₂	SO₂
O ₃	1,11 (1,03-1,19)⁺*	1,10 (1,02-1,21)*	1,11 (1,03-1,19)*
NO ₂	0,99 (0,71-1,40)	0,79 (0,59-1,06) ⁺	0,80 (0,60-1,08)
SO ₂	1,03 (0,84-1,28)	1,05 (0,85-1,30)	1,08 (0,88-1,34) ⁺

^a Verilen Odds oranları ve %95 güven aralıkları her satırın başında belirtilen kirletici için sütunun üstünde belirtilen kirleticiye göre düzeltme yapılmış olan değerleri ifade etmektedir. Bağımlı değişkenlerin analizinde şu bağımsız değişkenlere (potansiyel karıştırıcı faktörler) göre düzeltme yapılmıştır; yaş, cinsiyet, ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi, evde sigara kullanılması, evde küf bulunma durumu ve evcil hayvan sahipliği.

^b Yaz döneminde düşük solunum fonksiyonuna karşı yaz döneminde ölçülen kirletici seviyeleri

+ Bu Odds oranları ve güven aralıkları Çizelge 5.23’de verilen tek kirleticili modellerden alınmıştır.

* p-değeri < 0,05

5.5. Hava Kirliliğinin Çocuklarda Hava Yolları İnflamasyonu ve Ekshale Azot Monoksit Seviyelerine Etkileri

Kış döneminde 643 çocuk ile eNO ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçülen en yüksek 3 değer (58 ppb; 84 ppb ve 103 ppb) aşırı uç değerler olduğundan bu değerler veri setinden çıkartılarak 640 veri ile değerlendirme yapılmıştır. Ekshale NO ölçümlerinin yapıldığı bu alt popülasyonun özellikleri Çizelge 5.25’de verilmektedir.

Çalışma popülasyonunda ölçülen ortalama eNO seviyesi $12,2 \pm 6,7$ ppb (geometrik ortalama 10,7 ppb) olarak bulunmuştur. Ölçülen eNO değerleri 2 ppb ile 45 ppb arasında değişmektedir. Farklı ülkelerde gerçekleştirilen önceki çalışmalar incelendiğinde, çocuklarda ölçülen ortalama eNO değerlerinin büyük değişkenlik gösterdiği görülmektedir (Bkz. Çizelge 5.26).

Ölçülen ekshale NO değerleri Çizelge 5.27’de incelenen popülasyonun farklı özelliklerine göre belirlenen alt gruplar için ayrı ayrı verilmiş ve gruplar arasındaki farklılık doğrusal karma model ile incelenmiştir. Ölçülen eNO değerleri log-normal dağılıma sahip olduklarından geometrik ortalama (standart sapma) ile ifade edilmiş ve istatistiksel analizlerde logaritmik dönüştürme uygulanarak kullanılmıştır. Konu ile ilgili daha önce gerçekleştirilen diğer çalışmalarda da eNO verilerinin log-normal dağılıma sahip olduğu ve benzer şekilde analiz edildiği görülmektedir (Fischer ve ark., 2002; Malmberg ve ark., 2006). Doğrusal karma model ile uygulanan tek değişkenli analizlerde, ekshale NO seviyelerinin yarı kentsel (B1) ve kentsel-trafik (B3) bölgelerinde birbirinden anlamlı farklılık gösterdiği bulunmuştur ($p=0,04$). Ozon seviyelerinin daha yüksek olduğu yarı kentsel bölgede yaşayan çocuklarda ölçülen eNO seviyeleri trafik kaynaklı kirliliğin daha yaygın olduğu Bölge 3’e göre daha yüksektir [bağıl değişim = 1,13 (%95 güven aralığı GA 1,00 - 1,28)]. Ölçülen eNO seviyeleri için kızlar ve erkeklerde istatistiksel anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Ayrıca, çocuğun yaşı ve ailenin evde sigara kullanma durumu ile eNO seviyeleri arasında da bir ilişki gözlenmemiştir. Diğer yandan, çocukların test edildiği saat ölçüm sonuçlarını anlamlı olarak etkilemektedir. (Çizelge 5.27).

Çizelge 5.25. Ekshale NO ölçümü yapılan çocukların özellikleri (n=640)

1. Antropometrik özellikler	Yarı kentsel (Bölge 1)	Kentsel (Bölge 2)	Kentsel-trafik (Bölge 3)	p değeri (ANOVA)
Ortalama yaş $\pm$ SS ^a (yıl)	11,30 $\pm$ 0,62	11,25 $\pm$ 0,63	11,23 $\pm$ 0,63	0,19
Ortalama boy $\pm$ SS (cm) ^b	145,7 $\pm$ 7,4	143,2 $\pm$ 7,2	145,7 $\pm$ 7,1	<0.01
2. Diğer özellikler	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	p değeri (χ^2 testi)
Cinsiyet – kız [n (%)]	121 (57)	84 (46)	113 (45)	0,01
Ailenin sigara kullanım durumu [n (%)] ^c	87 (51)	89 (55)	115 (51)	0,70
Ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi [n (%)] ^d	42 (25)	116 (72)	68 (30)	<0.01
Kömür/odun sobası kullanımı (%)	2 (1)	107 (70)	34 (16)	<0.01
Evcil hayvan sahipliği [n (%)]	22 (13)	30 (19)	20 (9)	0,02
Evde küf görülme sıklığı [n (%)]	33 (20)	38 (24)	25 (11)	<0.01
3. Kronik sağlık semptomları	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	p değeri (χ^2 testi)
Astım teşhisi [n (%)]	19 (11)	13 (8)	12 (5)	0,11
Yaşam boyu göğüste hırıltılı nefes [n (%)]	14 (8)	30 (18)	18 (8)	<0.01
Saman nezlesi teşhisi [n (%)]	53 (32)	55 (35)	70 (32)	0,77
Üşütme/grip dışı aksırma, hapşırma, burun akması/ tıkanması [n (%)]	72 (42)	86 (54)	84 (38)	<0.01
Egzama teşhisi [n (%)]	8 (5)	15 (9)	7 (3)	0,02
En az altı ay süren kaşıntılı döküntü [n (%)]	19 (11)	17 (11)	17 (8)	0,43

Çizelge 5.25. (Devam) Ekshale NO ölçümü yapılan çocukların özellikleri (n=640)

4. Akut sağlık semptomları	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	p değeri (χ^2 testi)
Son 7 günde soğuk algınlığı	63 (30)	45 (25)	49 (19)	0,03
Şu anda soğuk algınlığı	42 (20)	35 (19)	35 (14)	0,16
Son 7 günde boğaz ilgili sorun	41 (20)	22 (12)	19 (8)	<0,01
Şu anda boğaz ilgili sorun	28 (13)	16 (9)	20 (9)	0,18
Son 7 günde burun akıntısı	63 (30)	51 (28)	57 (23)	0,16
Şu anda burun akıntısı	32 (15)	36 (20)	40 (16)	0,43
Son 7 günde soluk almada zorluk ya da hırıltı	11 (5)	16 (9)	13 (5)	0,22
Yanıtı evet ise, bu rahatsızlık için ilaç kullanımı	5 (2)	6 (3)	6 (2)	0,81
Bugün soluk almada zorluk ya da hırıltı	6 (3)	8 (4)	6 (2)	0,48
Yanıtı evet ise, bu rahatsızlık için ilaç kullanımı	3 (1)	1 (<1)	1 (<1)	0,42
5. Solunum fonksiyonları	Bölge 1 (n=184)	Bölge 2 (n=157)	Bölge 3 (n=226)	P değeri (ANOVA)
FVC - beklenen değerin yüzdesi (%)	97,42 ± 12,56	99,62 ± 13,53	98,59 ± 12,71	0,29
FEV ₁ - beklenen değerin yüzdesi (%)	91,54 ± 10,62	93,16 ± 10,95	92,45 ± 10,42	0,37
PEF - beklenen değerin yüzdesi (%)	91,95 ± 15,64	90,29 ± 15,70	92,86 ± 16,15	0,29
FEF ₂₅₋₇₅ -beklenen değerin yüzdesi (%)	82,74 ± 25,60	84,24 ± 24,57	84,60 ± 23,61	0,73

^a Veriler etkilenen çocuk sayısı ve parantez içinde yüzde oranlar [n (%)] olarak verilmiştir.

^a Standart Sapma

^b İlk (yaz dönemi) solunum fonksiyon testleri sırasında ölçülen değerler

^c Evde sigara kullanan en az bir kişi bulunması

^d En az 8 yıl eğitim görmüş olmak

*p<0,05

Çizelge 5.26. Önceki çalışmalarda ölçülen ekshale NO değerleri

Çalışma popülasyonu	Ekshale NO değeri (ppb)	Referans
Eskişehir n=640, 9-13 yaş	12,2 ± 6,7 Astımlı çocuklar: 14,5 ± 7,7 Astım olmayanlar: 11,9 ± 6,4 (p<0,01)	MATRA projesi (Bu çalışma)
Hatay (İskenderun ve Payas bölgeleri) n=694, 9-13 yaş	13,2 ± 10,1 Astımlı çocuklar: 14,5 ± 11,3 Astım olmayanlar: 12,5 ± 7,0 (p=0,07)	MATRA projesi (yayınlanmamış veri)
Portekiz n=271, 8-12 yaş	Astımlı çocuklar: 40,2 ± 29,3 Astım olmayanlar: 27,2 (21,4) (p=0,06) Atopik olmayan çocuklar: 11,9 ± 6,4 Atopik çocuklar: 33,4 ± 26,6 (p<0,05)	Silva ve ark., 2010
Kanada n=1.135, 9-12 yaş	Sağlıklı çocuklar: 14 ± 0,52 Allerjik çocuklar: 18,1 ± 1,13 Astım + allerjik : 22,9 ± 1,97 (p=0,002)	Kovesi ve Dales, 2009
Japonya n=19, 5-10 yaş	Sağlıklı çocuklar: 27,1 ± 9,7 Astımlı çocuklar: 57,7 ± 18,6 (p=0,09)	Murata ve ark., 2007
Meksika n=194, 6-12 yaş	Sağlıklı çocuklar: 3,1 ± 3,0 Astımlı çocuklar: 5,6 ± 4,5 (p<0,01)	Holguin ve ark., 2007
Finlandiya n=114, 7-16 yaş	Sağlıklı çocuklar: 10,3 Atopik çocuk (-semptomlar): 14,6 Atopik çocuk (+semptomlar): 16,1 (p<0,01)	Malmberg ve ark., 2006
Uluslar arası çalışma n=405, 4-17 yaş	Geometrik ort: 9,7	Buchvald ve ark., 2005
Amerika n=19, 6-13 yaş	Kış dönemi: 19,1 ± 11,4 Yaz dönemi: 12,5 ± 6,6	Koenig ve ark., 2003
Hollanda n=68, 10-11 yaş	29,1 (5 -116)	Fischer ve ark., 2002

Aksi belirtilmediği durumda, ekshale NO değerleri aritmetik ort. ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 5.27. Farklı özelliklere göre ölçülen ekshale NO değerleri

Alt gruplar	Kişi sayısı n (%)	Ekshale NO değeri (ppb)*	p değeri (Kruskall-Wallis)	p değeri (Karma model)
Bölge				
Yarı kentsel (Bölge 1)	208 (33)	11,4 (1,6)	0,07	B1 - B3 = 0,04
Kentsel (Bölge 2)	182 (28)	10,5 (1,6)		B2 - B3 =0,49
Kentsel-trafik (Bölge 3)	250 (39)	10,4 (1,6)		
eNO testinin yapıldığı saat				
08:00-10:00	109 (17)	13,1 (1,5)	<0,01	<0,01
10:00-12:00	246 (38)	10,2 (1,6)		
12:00-14:00	74 (12)	10,9 (1,7)		
14:00-16:00	137 (21)	10,8 (1,6)		
16:00-18:00	74 (12)	9,3 (1,6)		
Yaş				
<10	299 (47)	10,3 (1,6)	0,19	0,22
10-11	263 (41)	11,4 (1,6)		
> 11	76 (12)	10,6 (1,7)		
Alt gruplar	Kişi sayısı n (%)	Ekshale NO değeri (ppb)*	p değeri (Mann-Whitney U)	p değeri (Karma model)
Cinsiyet				
Kız	316 (50)	10,8 (1,6)	0,87	0,97
Erkek	324 (50)	10,7 (1,6)		
Ailenin sigara kullanım durumu				
Evet	291 (52)	10,6 (1,6)	0,86	0,65
Hayır	267 (48)	10,8 (1,7)		
Kömür/odun sobası kullanımı				
Evet	143 (27)	9,9 (1,6)	<0,01	0,02
Hayır	382 (73)	11,1 (1,6)		
Astım				
Var	44 (8)	12,7 (1,7)	0,02	0,02
Yok	510 (92)	10,5 (1,6)		

* Veriler geometrik ortalama (standart sapma) olarak verilmiştir.

ISAAC anketi ile belirlenen semptomlar ve ekshale NO arasındaki ilişki incelendiğinde, astımlı çocuklarda ölçülen eNO değerlerinin diğer çocuklardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Rinit, egzama ve benzeri semptomlar için ise, ölçülen eNO değerleri ile ilişki bulunmamıştır. Solunum fonksiyon parametrelerinin de eNO değerleri ile ilişkili olmadığı görülmektedir.

Ekshale NO ölçümleri ve solunum fonksiyon testlerinin öncesinde yapılan sözlü sağlık mülakatından elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde, çocuğun son günlerdeki sağlık durumunun ekshale NO ölçümlerini etkilediği görülmüştür (Bkz. Çizelge 5.28). Son 7 günde ya da ölçümlerin gerçekleştirildiği gün boyunca soğuk algınlığı, boğaz ile ilgili sorun ya da burun akıntısı yaşayan çocukların ekshale NO değerleri istatistiksel anlamlı olarak daha yüksektir. Buna göre, çocukların son günlerde yaşadıkları akut solunum yolu rahatsızlıklarının hava yollarında inflamasyona neden olduğu ve nefeste ölçülen NO değerlerini arttırdığı anlaşılmaktadır. Diğer yandan, çocukların yaşadığı bu akut solunum yolu rahatsızlıklarının hava kirletici parametreler ile ilişkili olup olmadığı lojistik regresyon analizi ile incelenmiş ve O₃ seviyeleri ile bazı rahatsızlıklar arasında anlamlı pozitif ilişki bulunmuştur (Bkz. Çizelge 5.29). Bu bulgulara göre, ozon seviyeleri arttıkça çocuklarda ölçümlerin gerçekleştirildiği gün boyunca yaşanan soğuk algınlığı, son 7 gündeki boğaz şikâyeti ve son 7 gündeki burun akıntısı yaşama riski de artmaktadır. Örneğin, okulda ölçülen iki haftalık ortalama O₃ derişimleri 10 µg m⁻³ yükseldiğinde ölçümün gerçekleştirildiği gün boyunca soğuk algınlığı yaşama riski %20 oranında artmaktadır. Ayrıca, SO₂ seviyeleri arttıkça da son 7 günde soluk almada zorluk ya da hırıltı riski artmaktadır. NO₂ seviyelerindeki artışa bağlı olarak son 1 haftada yaşanan semptomların sıklığında herhangi bir artış olmamıştır. Ozon ile pozitif ilişki bulunan sağlık semptomlarının bazılarında SO₂ ve NO₂ için koruyucu etki gözlenmiştir.

Çizelge 5.28. Akut solunum yolu rahatsızlıklarının ekshale NO seviyelerine etkileri (n=640)^a

Akut semptomlar	Bağıl değişim (%95 GA)
Son 7 günde soğuk algınlığı	1,16 (1,06 - 1,26)**
Şu anda soğuk algınlığı	1,31 (1,19 - 1,44)**
Son 7 günde boğaz ilgili sorun	1,14 (1,02 - 1,28)*
Şu anda boğaz ilgili sorun	1,17 (1,03 - 1,33)*
Son 7 günde burun akıntısı	1,15 (1,06 - 1,26)**
Şu anda burun akıntısı	1,18 (1,07 - 1,3)**
Son 7 günde soluk almada zorluk ya da hırıltı	1,03 (0,88 - 1,2)
Yanıtı evet ise, bu rahatsızlık için ilaç kullanımı	0,93 (0,73 - 1,17)
Bugün soluk almada zorluk ya da hırıltı	1,06 (0,86 - 1,31)
Yanıtı evet ise, bu rahatsızlık ilaç kullanımı	0,99 (0,65 - 1,52)

^a Ölçülen ekshale NO değerleri modelde logaritmik dönüştürme yapılarak kullanılmıştır. *p < 0,05 ** p<0,001

Çizelge 5.29. Kış döneminde ölçülen hava kirleticilerinin akut solunum yolu rahatsızlıklarına etkileri
(n=640)^a

	O ₃	SO ₂	NO ₂
Akut semptom	Odds Oranı	Odds Oranı	Odds Oranı
	(%95 GA)	(%95 GA)	(%95 GA)
Son 7 günde soğuk algınlığı	1,09 (0,99-1,19)	0,92 (0,83-1,02)	0,88 (0,75-1,03)
Şu anda soğuk algınlığı	1,20 (1,02-1,23)*	0,89 (0,80-0,99)*	0,93 (0,77-1,11)
Son 7 günde boğaz ilgili sorun	1,18 (1,06-1,32)*	0,83 (0,74-0,95)*	0,72 (0,59-0,89)*
Şu anda boğaz ilgili sorun	1,11 (0,98-1,25)	0,85 (0,74-0,98)*	0,85 (0,68-1,07)
Son 7 günde burun akıntısı	1,09 (1,00-1,19)*	0,93 (0,84-1,03)	0,91 (0,78-1,06)
Şu anda burun akıntısı	1,10 (0,99-1,21)	0,92 (0,82-1,03)	1,08 (0,90-1,30)
Son 7 günde soluk almada zorluk ya da hırıltı	1,10 (0,95-1,28)	1,25 (1,01-1,53)*	0,91 (0,69-1,21)
Yanıtı evet ise, bu rahatsızlık için ilaç kullanımı	1,05 (0,84-1,32)	1,03 (0,78-1,36)	0,94 (0,61-1,43)
Bugün soluk almada zorluk ya da hırıltı	1,19 (0,97-1,47)	1,07 (0,82-1,38)	0,78 (0,53-1,15)
Yanıtı evet ise, bu rahatsızlık ilaç kullanımı	1,33 (0,89-1,98)	0,50 (0,28-0,89)*	0,46 (0,19-1,07)

^a Analizler tek değişkenli lojistik regresyon modeli ile uygulanmış ve hava kirleticilerinin etkisi kirleticilerin derişimlerindeki her 10 µg m⁻³'lük artış için incelenmiştir. Sonuçlar odds oranı ve %95 güven aralığı olarak verilmiştir.

*p < 0,05

Ozon seviyelerinin oldukça yüksek olduğu yarı kentsel bölgede yaşayan çocuklarda ölçülen eNO değerlerinin kent merkezinde yaşayan çocuklara göre daha yüksek olması, ekshale NO seviyelerindeki artışın ozon kirliliği ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Ancak, yapılan tek kirleticili analizlerde O₃ ve diğer hava kirletici bileşenlerin seviyeleri ile eNO miktarları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (Bkz. Çizelge 5.30). Diğer yandan, sağlık mülakatı verileri incelendiğinde son bir haftada yaşanan akut solunum yolu rahatsızlıklarının ozon kirliliği ile ilişkili olduğu görülmektedir. Son bir haftada akut solunum yolu rahatsızlıkları yaşayan çocuklarda ölçülen ekshale NO seviyelerinin de istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bilgisinden yola çıkarak, O₃ seviyelerindeki artışın çocuklarda son bir haftada görülen solunum yolu şikâyetlerini arttırdığı ve dolaylı olarak solunum yollarında daha yüksek seviyelerde eNO ve artan inflamasyona neden olduğu düşünülmüştür. Böyle dolaylı bir etki olabileceği düşünülse de, eNO seviyeleri ile O₃ seviyeleri birlikte analiz edildiğinde bu ilişki doğrudan gözlenememektedir. Sonuç olarak, çocuklarda ölçülen eNO seviyeleri O₃ derişimlerinin daha yüksek olduğu yarı kentsel bölgede istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek olmakla birlikte bu ilişki iki haftalık ortalama O₃ seviyeleri ile ortaya konamamıştır. Ekshale NO seviyelerinin dış ortam hava kirleticilerinin seviyelerindeki saatlik değişimlere dahi yanıt verebilen bir sağlık parametresi olduğu düşünülürse, iki haftalık ortalama kirletici seviyelerinin bu ilişkiyi yansıtamadığı görülmüştür.

Çizelge 5.30. Kış döneminde ölçülen hava kirleticilerinin ekshale NO seviyelerine etkileri (n=640)^a

Kirletici	Tüm popülasyon	Kızlar	Erkekler
	Bağıl değişim (%95 GA)	Bağıl değişim (%95 GA)	Bağıl değişim (%95 GA)
O₃	1,01 (0,99 - 1,04)	1,02 (0,99 - 1,05)	1,00 (0,97 - 1,03)
SO₂	0,99 (0,96 - 1,02)	1,00 (0,97 - 1,02)	1,00 (0,96 - 1,04)
NO₂	0,97 (0,92 - 1,01)	0,97 (0,92 - 1,01)	0,98 (0,92 - 1,04)

^a Ölçülen eNO değerleri logaritmik dönüştürme yapılarak kullanılmıştır. Analizlerde tek değişkenli doğrusal karma model ile uygulanmış ve hava kirleticilerinin etkisi kirleticilerin derişimlerindeki her 10 µg m⁻³'lük artış için incelenmiştir. Sonuçlar bağıl değişim ve %95 güven aralığı olarak verilmiştir.

5.6. Dış Ortam Hava Kirliliği Haricindeki Çevresel Risk Faktörleri ile ilgili Genel Değerlendirme

Allerjik hastalıkların oluşmasına neden olan mekanizmalar henüz tam olarak anlaşılamamış olmakla birlikte, genetik faktörlerin yanında birçok çevresel faktörün de önem taşıdığı bilinmektedir (DSÖ 2005). Genetik olarak birbirinden farklı olmayan popülasyonlarda allerjik hastalıkların ve semptomlarının prevalanslarının farklı olması maruz kalınan çevresel koşulların önemini ön plana çıkarmaktadır. Allerjik faktörlerin oluşumunda ve hastalığın seyrinde rol oynayan önemli çevresel risk faktörleri arasında dış/iç ortam hava kirliliğinin yanı sıra sigara dumanına maruz kalım, küfler, hayvan tüyleri ve ağaç/çiçek polenlerini de saymak mümkündür. Ayrıca, sosyo-ekonomik seviye de bu hastalıkların gelişiminde etkili olmaktadır (von Mutius 2000). İnsan sağlığını etkileyen birçok diğer faktör olması nedeniyle, hava kirliliğinin sağlık etkilerinin belirlenebilmesi için çok değişkenli analizler ile diğer potansiyel risk faktörlerinin değerlendirmelerinin de yapılması önemlidir. Bu çalışmada hava kirliliğinin yanı sıra evde sigara dumanına maruz kalım, küf ve evcil hayvan sahipliği gibi bazı ev içi çevresel risk faktörlerinin çocuklarda allerjik rahatsızlıklara etkisi de incelenmiştir. Bahsi geçen çevresel faktörlerin allerjik hastalıklara etkilerinin saptanması, bu çevresel faktörlerin önlenabilir olmaları dolayısıyla allerjik hastalıkların kontrolü açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada dış ortam hava kirliliğinin çocukların sağlığına etkilerinin ortaya konması hedeflenmiştir. Diğer yandan, insanların zamanlarının büyük kısmını kapalı ortamlarda geçirdikleri de bilinen bir gerçektir. Dış ortam havası aynı zamanda iç ortam hava kirliliği için partikül maddelerin ve gaz kirleticilerin ana kaynağı olması nedeniyle iç ortam hava kalitesini de önemli oranda etkilemektedir. Bu çalışmada iç ortam hava kirliliği doğrudan ele alınmamıştır. Yalnızca, iç ortam hava kalitesi ile ilişkili olabilecek evde sigara kullanımı ve kömür/odun sobası kullanımı parametreleri çok değişkenli analizlere dâhil edilmiştir.

Bu çalışmada küflü bir evde yaşamayan çocuklarda allerjik hastalıkların seyrini büyük ölçüde etkilediği görülmüştür. Evin duvarlarında küf bulunması astım,

rinit ve egzama olmak üzere incelenen tüm allerjik hastalılarda hem yaşam boyu ve hem de son 12 aydaki semptomların çoğunu anlamlı olarak arttırmaktadır. Küflü bir evde yaşamının son 12 aydaki vizing, son 12 ayda egzersiz sırası/sonrası vizing, son 12 ayda gece kuru öksürüğü ve yaşam boyu vizing ile ilişkili olduğu saptanmıştır (sırası ile [OO: 2,49 (%95GA 1,68–3,70)]; [OO: 2,21 (%95GA 1,45–3,37), [OO: 1,68 (%95GA 1,25–2,25)] ve [OO: 2,14 (%95GA 1,39–3,31))]. Son 12 ayda rinokonjunktivit, son 12 ayda kaşıntılı-sulantılı gözler eşliğinde rinokonjunktivit ve yaşam boyu rinokonjunktivit de evde küf bulunması ile ilişkilidir (sırası ile, [OO: 1,93 (%95GA 1,35–2,76)]; [OO: 1,57 (%95GA 1,16–2,14] ve [OO: 1,60 (%95GA 1,19–2,14)]). Egzama semptomlarından da son 12 aydaki kaşıntılı döküntü, son 12 ayda fleksural bölgelerde egzama, yaşam boyu kaşıntılı döküntü ve egzama semptomlarından en az birinin varlığının evde küf bulunması ile arttığı görülmüştür (sırası ile [OO: 1,68 (%95GA 1,03–2,74)], [OO: 2,68 (%95GA 1,48–4,85)], [OO: 1,64 (%95GA 1,07–2,50)] ve [OO: 1,60 (%95GA 1,08–2,38)]). Diğer yandan, düşük solunum fonksiyonu ve evde küf bulunması arasında anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır. Önceki çalışmaların pek çoğu evde küf bulunmasının ya da nemli bir evde oturmaının çocuklarda allerjik rahatsızlıkları arttırdığını ve solunum yollarını olumsuz etkilediğini bildirmektedir (Simoni ve ark. 2005; Antova ve ark. 2008).

Evcil hayvan sahipliği incelenen rinit ve benzeri semptomların tümü ile anlamlı ilişkilidir. Evlerinde tüylü evcil hayvan bulunan çocuklarda rinit semptomlarının prevalansı yaklaşık 1,5-2 kat daha yüksektir (son 12 ayda rinokonjunktivit, son 12 ayda kaşıntılı-sulantılı gözler eşliğinde rinokonjunktivit, yaşam boyu saman nezlesi ve yaşam boyu rinokonjunktivit için sırası ile [OO: 1,74 (%95GA 1,15–2,63)]; [OO: 1,63 (%95GA 1,16–2,30), [OO: 1,51 (%95GA 1,07–2,13)] ve [OO: 1,88 (%95GA 1,33–2,69)]). Ayrıca, evcil hayvan sahipliği bazı astım ve egzama semptomlarını da anlamlı etkilemektedir (son 12 ayda egzersiz sırası/sonrası vizing ve egzama semptomlarından en az birinin varlığı için sırası ile [OO: 1,67 (%95GA 1,03–2,73] ve [OO: 1,78 (%95GA 1,14–2,76)]).

Evde sigara kullanımının bazı astım semptomlarının prevalansını etkilediği bulunmuştur. Örneğin, astım semptomlarından en az birinin varlığı için ailesi evde

sigara kullanan çocukların 1,3 kat daha çok astım semptomu belirttiği saptanmıştır [OO:1,30 (%95 CI 1,04–1,63)] Sigara kullanımı ile allerjik rinit, egzama ve düşük solunum fonksiyonu arasında ilişki saptanmamıştır. Önceki çalışmalardan bazıları evde sigara kullanılmasının çocukluk çağı astımı ve solunum fonksiyonundaki azalmalar ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (Mannino ve ark. 2001; Moshammer ve ark. 2006). Kurt ve arkadaşlarının (2007) yaklaşık 26,000 çocuk ile ülkemizde gerçekleştirdikleri çalışmada da evde sigara dumanına maruz kalan çocuklarda astım, vizing ve allerjik rinit riskinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (sırasıyla [OO: 1,20 (%95 GA: 1,08–1,33)]; [OO: 1,21 (%95 GA: 1,09–1,34)] ve [OO: 1,32 (%95 GA: 1,21–1,43)]) (Kurt ve ark. 2007).

Anketi annesi yanıtlayan çocuklarda astım, rinit ve egzama semptomlarının çoğunun prevalansları daha yüksek bulunmuştur. Annelerin diğer yanıtlayıcılara göre semptomları daha fazla rapor etmeye meyilli olduğu diğer önceki çalışmaların bulgularında da vurgulanmaktadır (Almqvist ve ark. 2005; Langkulsen ve ark. 2006). Cinsiyet ile allerjik rahatsızlıkların prevalansları arasında ilişki saptanmamıştır. Tüm popülasyonun %99'unun 10-11 yaş arasında bulunduğu dar bir aralıkta çalışıldığı için incelenen herhangi bir sağlık parametresi ile yaş değişkeni arasında da ilişki bulunamamıştır.

Bu çalışmada düşük eğitim düzeyinin astım ve rinit semptomları ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Önceki çalışmalarda da düşük eğitim düzeyi ve düşük SES parametreleri astım, vizing ve rinit gibi çeşitli solunum sistemi semptomları ile ilişkilendirilmiştir (De Meer ve ark. 2010). Bu çalışmada ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyinin 8 yıldan daha az olması ve kömür/odun sobası kullanımı düşük SES için ölçü olarak belirlenmiştir. Bu ölçülere göre, Bölge 2 düşük sosyo-ekonomik seviyeyi temsil eden bölge olarak kabul edilmiştir. Astım, rinit ve egzama rahatsızlıklarının semptomlarının görülme sıklığının sosyo-ekonomik seviyenin daha düşük olduğu Bölge 2'de diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Bu hastalıkların doktor tarafından teşhisi (yaşam boyu astım, saman nezlesi ve egzama) için ise bölgeler arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Bu durumun doktora gidilmediği için hastalıkların teşhis edilmemiş olmasından

kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Özellikle düşük SES bölgesi olan Bölge 2’de daha az doktora gidildiği için teşhis konulmuş hastalık oranı daha düşük bildirilmiş olabilir. Bununla birlikte, vizing ve rinokonjunktivit prevalanslarının Bölge 2’de yaşayan çocuklarda daha yüksek olduğu görülmüştür. Kaşıntılı döküntü hariç olmak üzere, son 12 aydaki diğer semptomların tümü Bölge 2’de yaşayan çocuklarda sistematik olarak daha yaygındır. Semptomların çoğunun, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, genellikle Bölge 2’de diğer bölgelere göre daha yaygın olduğu dikkati çekmektedir. Ayrıca, doktor tanıli hastalıkların prevalansı da sosyo-ekonomik seviyenin daha düşük olduğu bu bölgede muhtemelen olduğundan daha düşük rapor edilmiştir. Bununla birlikte, bu bölgede yaşayan çocukların solunum fonksiyonlarının da hem yaz hem de kış dönemi için diğer bölgelerde yaşayan çocuklardan daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun bu çocukların diğer bölgelerde yaşayan yaşlılarına göre daha kısa olmalarından kaynaklandığı görülmüştür. Düşük sosyo-ekonomik seviye, ev içinde küf ve evcil hayvan vb. iç-ortam alerjenlerinin yaygın olarak bulunması Bölge 2’de yaşayan çocuklarda allerjik semptomların prevalansının daha yüksek olması ile ilişkili olabilir. Bölge 2’de rapor edilen yaşam boyu saman nezlesi teşhisinin yaşam boyu rinokonjunktivit prevalansından daha düşük olması ilgi çekicidir. Bunun nedeninin eğitim düzeyinin düşük olduğu Bölge 2’de “saman nezlesi” kavramının yanlış algılanması ve dolayısıyla bu rahatsızlığın prevalansının olduğundan daha düşük tahmin edilmesi olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇ

Hava kirliliğinin etkilerinin farklı kirleticiler ve sağlık çıktıları açısından ele alındığı bu tez çalışmasının bulguları doğrultusunda ulaşılan temel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Bu çalışma ile Eskişehir’de ilk kez uygulanan ISAAC anketinde, çoğunluğu 9 ile 11 yaşları arasında olan çocuklar için yaşam boyu astım, vizing, saman nezlesi, rinokonjunktivit ve egzama prevalansları sırası ile %7,1, %10,7, %30,6, %42,2 ve %4,8 olarak belirlenmiştir. Son 12 aydaki vizing, rinokonjunktivit ve egzama prevalansları ise sırası ile %8,7, %32,2 ve %7,1 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada sadece yaz dönemi için iki hafta boyunca ölçülen ortalama O₃ seviyelerindeki artışa bağlı olarak düşük solunum fonksiyonuna sahip kız çocuklarının prevalansında anlamlı bir artış gözlenmiştir. Ayrıca, düşük solunum fonksiyonlarına sahip kız çocuklarının oranının (sadece yaz dönemi için) ozon seviyelerinin yüksek olduğu yarı kentsel ve kentsel bölgelerde kentsel-trafik bölgesine göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Altuğ ve ark. 2013). Daha önce gerçekleştirilen epidemiyolojik çalışmalardan kısa süreli olarak ozona maruz kalımın çocuklarda ölçülen FVC, FEV₁, PEF vb. solunum fonksiyon parametrelerinde azalmalara neden olduğu bilinmektedir (Brunekreef ve ark. 1995; Jalaludin ve ark. 2000). Dolayısıyla, bu çalışma önceki bulgular ile uyumlu sonuçlar üretmiştir.

Düşük solunum fonksiyonu ve açık havadaki O₃ seviyeleri arasındaki ilişki yalnızca kızlar ve yaz mevsimi için bulunmuştur. Konu ile ilgili önceki çalışmalar incelediğinde, hava kirliliğinin çocukların solunum fonksiyonlarına etkisinde cinsiyetin rolü ile ilgili bulguların yetersiz ve konunun halen tartışmalı olduğu görülmektedir (Clougherty 2010). Ozonun etkilerinin yalnızca yaz mevsimi değerlendirmesi için saptanmamasının ise, O₃ seviyelerinin atmosferde artan fotokimyasal reaksiyonlar nedeniyle yaz dönemlerinde en yüksek seviyelerine ulaşması ve ayrıca insanların yaz aylarında açık havada kışa göre daha çok zaman geçirmeleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Solunum fonksiyon testleri öncesinde uygulanan sözlü sağlık mülakatı sonuçları incelendiğinde, testin uygulandığı gün boyunca soğuk algınlığı, son bir hafta boyunca boğaz ağrısı ve son 1 hafta boyunca burun akıntısı şikâyetlerinin kış döneminde ölçülen O₃ seviyeleri ile anlamlı pozitif ilişkili olduğu görülmüştür. Ayrıca, kış döneminde SO₂ seviyeleri de çocukların son bir hafta boyunca yaşadıkları soluk almada zorluk ya da hırıltı şikâyetini anlamlı olarak arttırmaktadır. Buna göre, kış döneminde ölçülen SO₂ ve O₃ seviyelerinin son bir haftadaki akut solunum yolu şikâyetlerini arttırdığını söylemek mümkündür.

Son bir haftadaki akut solunum yolu şikâyetleri ekshale NO ölçümleri ile birlikte değerlendirildiğinde, çocukların son günlerde yaşadıkları akut solunum yolu rahatsızlıklarının hava yollarında inflamasyona neden olduğu ve nefeste ölçülen NO değerlerini arttırdığı görülmüştür. Ozon seviyelerinin son bir haftada yaşanan akut solunum yolu rahatsızlıklarını artırdığı bulgusundan yola çıkarak, O₃ seviyelerindeki artışın dolaylı olarak solunum yollarında daha yüksek seviyelerde eNO ve artan inflamasyona neden olabileceği düşünülmüştür. Ancak, eNO seviyeleri ile O₃ seviyeleri birlikte analiz edildiğinde doğrudan böyle bir ilişki saptanamamıştır. Ekshale NO seviyelerinin dış ortam hava kirleticilerinin seviyelerindeki saatlik değişimlere dahi yanıt verebilen hassas bir sağlık parametresi olduğu düşünülürse, iki haftalık ortalama kirletici seviyelerinin bu ilişkiyi yansıtamadığı görülmektedir.

Hava kirliliğinin astım, rinit ve egzama ile ilgili etkilerini belirlemek üzere yapılan analizlerde yalnızca O₃ için pozitif yönde anlamlı ilişkiler tespit edilmiş, NO₂ ve SO₂ için ya anlamlı ilişki saptanamamış ya da anlamlı koruyucu etki gözlenmiştir. Bölgeler arasında karşılaştırma yapıldığında ise, astım ve egzama ile ilişkili bazı semptomlar için O₃ seviyelerinin yüksek olduğu yarı kentsel bölgede (Bölge 1) kentsel-trafik bölgesine (Bölge 3) kıyasla anlamlı yüksek prevalans gözlenmiştir. Buna göre, hem ölçülen kirletici derişimleri ile yapılan analizler hem de bölgeler arası karşılaştırmalar ozon kirleticini işaret etmektedir. Bu durum solunum fonksiyonu ve sağlık mülakatı ile ilgili bulgularla da örtüşmektedir.

Bu çalışmada O₃ ile düşük solunum fonksiyonu, akut solunum yolu şikâyetleri, ekshale NO seviyeleri ve allerjik semptomlar arasında saptanan ilişkiler,

incelenen diğ er hava kirletici bileş enler için göz lenmemiştir. Bunun nedeni ç alışma bölgesinde ölç ülen NO₂ ve SO₂ seviyelerinin değ iş kenliğ inin O₃ ile kıyaslandığında daha az olması olabilir. Zira ç alışma alanında miktar olarak en fazla değ iş kenliğ e sahip olan kirletici ozondur. Yaz ve kış dönemlerindeki ölç üm periyodu boyunca haftalık ortalama O₃ deriş imlerinin sırası ile 60-161 µg m⁻³ ve 26-133 µg m⁻³ arasında değ iş tiğ i gör ülmüştür. Buradan ozon seviyelerinin kent içindeki coğ rafi dağ ılımının geniş bir aralıkta seyrettiğ i anlaşılmaktadır. Yaz ve kış dönemlerimde ölç ülen kirletici seviyeleri ise NO₂ için sırası ile 5-25 µg m⁻³ ve 6-53 µg m⁻³ arasında ve SO₂ için sırası ile 9-43 µg m⁻³ ve 18-116 µg m⁻³ arasında değ iş mektedir. Hava kirleticilerinin seviyelerindeki değ iş kenlik bölgeler arasında ve bölgeler içinde incelendiğ inde, tüm örnekleme dönemleri boyunca ve tüm kirletici bileş enler için bölgeler arasındaki değ iş kenliğ in bölgeleri içindeki değ iş kenlikten istatistiksel anlamlı olarak daha çok olduğ unu göstermiştir. Bununla birlikte, ölç ülen hava kirleticilerinin seviyelerindeki değ iş kenlik ne bölgeler arasında ne de bölgeler içinde çok güçlüdür.

Bu ç alışmada gerç ekleştirilen hava kirliliğ i ölç ümleri yalnızca sınırlı bir süre (yaz ve kış mevsimleri için ikiş er hafta) için mümkün olabilmiş ve bu nedenle ç alışmada hava kirliliğ inin yarı-akut etkileri incelenebilmiştir. Yaz ve kış dönemlerine ait haftalık ortalama değ erler tüm yıl için mevsimsel ortalamaları temsil etmeyebilir. Bu ç alışmanın bulguları doç rultusunda, temsil gücü daha yüksek sonuçlar için daha uzun süreli hava kirliliğ i ölç ümlerine ihtiyaç olduğ u sonucuna varılmış tır. Diğ er yandan, hava kirliliğ i ölç ümlerinin 100 km² lik bir alanda 16 noktada eş zamanlı ölç ülmüş olması alansal ç özünürlüğü ve coğ rafi temsiliyeti yüksek verinin üretilmesini sağ lamıştır.

Hava kirliliğ inin insan sağ lığ ını bozarak halk sağ lığ ı açısından tehdit oluşt urduğ u kanısı son yıllarda giderek yaygınlaş maktadır. Bu bağ lamda ö lkemizde hava kirliliğ inin sağ lık etkileri ile ilgili olarak çocuklar üzerinde gerç ekleştirilen kapsamlı epidemiyolojik ç alışmalardan biri olan bu ç alışma, dış ortam hava kirliliğ inin çocukların sağ lığ ını olumsuz etkilediğ i gerç eę ini Türkiye özelinde bir kez daha ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

- Aekplakorn, W., Loomis, D., Vichit-Vadakan, N., Shy, C., Wongtim, S. ve Vityanon, P. (2003), “Acute effect of sulphur dioxide from a power plant on pulmonary function of children, Thailand”, *Int. J. Epidemiol.*, **32**, 854-861.
- Akcay, A., Tamay, Z., İnan, M., Gürses, D., Zencir, M., Öneş, Ü. ve Güler, N. (2006), “Denizli’deki 13-14 yaş okul çocuklarında allerjik hastalık belirtilerinin yaygınlığı”, *Turk Ped. Arş.*, **41**, 81-86.
- Akcay, A., Tamay, Z., Dagdeviren, E., Zencir, M., Ones, U. ve Guler, N. (2007), “Denizli’deki 6-7 yaş okul çocuklarında allerjik hastalıkları prevalansları”, *Ege Tıp Dergisi*, **46**, 145-150.
- Akinbami, L.J., Lynch, C.D., Parker, J.D. ve Woodruff, T.J. (2010), “The association between childhood asthma prevalence and monitored air pollutants in metropolitan areas, United States, 2001-2004”, *Environ. Res.*, **110**, 294-301.
- Al-Sahab, B., Atoui, M., Musharrafieh, U., Zaitoun, F., Ramadan, F. ve Tamim, H. (2008), “Epidemiology of eczema among Lebanese adolescents”, *Int. J. Public Health*, **53**, 260-267.
- Almqvist, C., Pershagen, G. ve Wickman, M. (2005), “Low socioeconomic status as a risk factor for asthma, rhinitis and sensitization at 4 years in a birth cohort”, *Clin. Exp. Allergy*, **35**(5), 612-618.
- Altuğ, H., Gaga, E.O., Döğeroğlu, T., Özden, Ö., Örnektekin, S., Brunekreef, B., Meliefste, K., Hoek, G. ve van Doorn, W. (2013), “Effects of air pollution on lung function and symptoms of asthma, rhinitis and eczema in primary school children”, *Environ Sci Pollut R*, **20** (9), 6455-6467.
- Anonim (1999), *Ozone Position Paper*, EU, Luxembourg.
http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/documents/pos_paper.pdf
- Anonim (2007), *Aerocrine Scientific Backgrounder, Chapter V. Measurement of Exhaled NO*. <http://www.aerocrine.com/en/healthcare-professionals-new/publications/scientific-backgrounder-2007/>

Anonim (2010), *Eskişehir İli Temiz Hava Planı (2011-2014)*

<http://www.temizhava.anadolu.edu.tr>

Anonim (2013a), *Amerika Ulusal Açık Ortam Hava Kalitesi Standartları (National Ambient Air Quality Standards-NAAQS)* <http://www.epa.gov/ttn/naaqs/>

Anonim (2013b), *Avrupa Birliği Açık Ortam Hava Kalitesi Standartları*

<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

Anderson, H.R., Ruggles, R., Pandey, K.D., Kapetanakis, V., Brunekreef, B., Lai, C.K.W., Strachan, D.P., Weiland, S.K. ve ISAAC Faz I Çalışma Grubu (2010), “Ambient particulate pollution and the world-wide prevalence of asthma, rhinoconjunctivitis and eczema in children: Phase One of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)”, *Occup. Environ. Med.*, **67**, 293-300.

Anderson, H.R., Butland, B.K., van Donkelaar, A., Brauer, M., Strachan, D.P., Clayton, T., van Dingenen, R., Amann, M., Brunekreef, B., Cohen, A., Dentener, F., Lai, C., Lamsal, L. N., Martin, R. V., ISAAC Faz I Çalışma Grubu ve ISAAC Faz III Çalışma Grubu (2012), “Satellite-based estimates of ambient air pollution and global variations in childhood asthma prevalence”, *Environ. Health Perspect.*, **120**, 1333-1339.

Annesi-Maesano, I., Moreau, D., Caillaud, D., Lavaud, F., Le Moullec, Y., Taytard, A. , Pauli, G. ve Charpin, D. (2007), “Residential proximity fine particles related to allergic sensitisation and asthma in primary school children”, *Resp. Med.*, **101**, 1721-1729.

Annesi-Maesano, I., Hulin, M., Lavaud, F., Raherison, C., Kopferschmitt, C., de Blay, F., Charpin, D. A. ve Denis, C. (2012), “Poor air quality in classrooms related to asthma and rhinitis in primary schoolchildren of the French 6 Cities Study”, *Thorax*, **67**, 682-688.

Antova, T., Pattenden, S., Brunekreef, B., Heinrich, J., Rudnai, P., Orastiere, F., Luttmann-Gibson, H., Rize, L., Katsnelson, B., Moshhammer, H., Ikiforov, B., Slachtova, H., Slotova, K., Zlotkowska, R. ve Fletcher, T. (2008), “Exposure

- to indoor mould and children's respiratory health in the PATY study”, *J. Epidemio. Commun. H.* **62 (8)**, 708-714.
- Arnedo-Pena, A., García-Marcos, L., Carvajal Urueña, I., Busquets Monge, R., Morales Suárez-Varela, M., Miner Canflanca, I., Batlles Garrido, J., Blanco Quirós, A., López-Silvarrey, Varela A., García Hernández, G., Aguinaga Ontoso, I. ve González Díaz, C. (2009), “Air pollution and recent symptoms of asthma, allergic rhinitis, and atopic eczema in schoolchildren aged between 6 and 7 years”, *Arch. Bronconeumol*, **45(5)**, 224-229.
- Arslan, S., Ugurlu, S., Demirel, Y. ve Can, G. (2012), “Sivas yöresinde ilköğretim çocuklarında astım ve allerjik hastalıkların ilişkisi ve prevalansı”, *Nobel Medicus*, **8**, 30-34.
- Asher, M.I., Montefort, S., Björkstén, B., Lai, C.K. W., Strachan, D.P., Weiland, S.K., Williams, H. ve ISAAC Faz III Çalışma Grubu (2006), “Worldwide time trends in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in childhood: ISAAC phases one and three repeat multicountry cross-sectional surveys”, *Lancet*, **368**, 733–743.
- Asher, M.I., Stewart, A.W., Mallol, J., Montefort, S., Lai, C.K.W., Ait-Khaled, N., Odhiambo, J. ve Isaac Phase One Study Grp (2010), “Which population level environmental factors are associated with asthma, rhinoconjunctivitis and eczema? Review of the ecological analyses of ISAAC Phase One”, *Resp. Res.*, **11**, 8.
- Atkinson, R.W., Anderson, H.R. ve Sunyer, J. (2001), “Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from the APHEA2 study”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **164**, 1860–6.
- ATS (1995), American Thoracic Society “Standardization of spirometry: 1994 update”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*; **152**, 1107-1136.
- ATS/ERS (2005), American Thoracic Society/European Respiratory Society “Recommendations for standardized procedures for the online and offline measurement of exhaled lower respiratory nitric oxide and nasal nitric oxide”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **171 (8)**, 912-930.

- Avol, E.L., Gauderman, W.J., Tan, S.M., London, S.J. ve Peters, J.M. (2001), “Respiratory effects of relocating to areas of differing air pollution levels”, *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, **164**, 2067–2072.
- Baraldi, E., Azzolin, N.M., Dario, C., Carra, S., Ongaro, R., Biban, P., Zacchello ve F. (1998), “Effect of atmospheric nitric oxide (NO) on measurements of exhaled NO in asthmatic children”, *Pediatr. Pulmonol.*, **26**, 30-34.
- Barnett, A.G., Williams, G.M., Schwartz, J., Neller, A.H., Best, T.L., Petroeschevsky, A.L. ve Simpson, R.W. (2005), “Air pollution and child respiratory health: a case-crossover study in Australia and New Zealand”, *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, **171**, 1272–1278.
- Barraza-Villarreal, A., Sunyer, J., Hernandez-Cadena, L., Escamilla-Núñez, M.C., Sienra-Monge, J.J., Ramirez-Aguilar, M., Cortez-Lugo, M., Holguin, F., Diaz-Sánchez, D., Olin, A.C. ve Romieu, I. (2008), “Air pollution, airway inflammation, and lung function in a cohort study of Mexico City schoolchildren”, *Environ. Health Perspect.*, **116**, 832–838.
- Bartra, J., Mullol, J., del Cuvillo, A., Davila, I., Ferrer, M., Jauregui, I., Montoro, J., Sastre, J. ve Valero, A. (2007), “Air pollution and allergens”, *J. Invest. Allerg. Clin.*, **17**, 3-8.
- Bates, D.V. (1995), “Effects of air pollution on children”, *Environ. Health Perspect.*, **103**, 49-53.
- Bateson, T.F. ve Schwartz, J. (2008), “Children's response to air pollutants”, *J. Toxicol. Env. Health, Part A*, **71**, 238-243.
- Bayram, H., Devalia, J.L., Sapsford, R.J., Ohtoshi, T., Miyabara, Y., Sagai, M. ve Davies, R.J. (1998), “The effect of diesel exhaust particles on cell function and release of inflammatory mediators from human bronchial epithelial cells in vitro”, *Am. J. Resp. Cell Mol.*, **18**, 441-448.
- Bayram, H. (2007), “Dış ortam hava kirliliğinde in vitro deneysel modeller”, Türk Toraks Derneği, *Dış Ortam Hava Kirliliği Sempozyumu, Bolu*.
- Bayram, I., Guneser-Kendirli, S., Yilmaz, M., Altintas, D.U., Alparslan, N. ve Bingol-Karakoc, G. (2004), “The prevalence of asthma and allergic diseases

- in children of school age in Adana in Southern Turkey”, *Turkish J. Pediatr.*, **46**, 221-225.
- Beasley, R., Keil, U., von Mutius, E., Pearce, N., Ait-Khaled, N., Anabwani, G., Anderson, H. R., Asher, M. I., Bjorkstein, B., Burr, M. L., Clayton, T. O., Crane, J., Ellwood, P., Lai, C. K. W., Mallol, J., Martinez, F. D., Mitchell, E. A., Montefort, S., Robertson, C. F., Shah, J. R., Sibbald, B., Stewart, A. W., Strachan, D. P., Weiland, S. K., Williams, H. C., Int Study Asthma Allergies, Childhood (1998). “Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC”, *Lancet*, **351**, 1225-1232.
- Berhane, K., Zhang, Y., Linn, W.S., Rappaport, E.B., Bastain, T.M., Salam, M.T., Islam, T., Lurmann, F. ve Gilliland, F.D. (2011), “The effect of ambient air pollution on exhaled nitric oxide in the Children's Health Study”, *Eur. Respir. J.*, **37**, 1029-1036.
- Bertoni, G., Tappa, R. ve Allegrini, I. (2000), “Assessment of a new device for the monitoring of benzene and other volatile aromatic compounds in the atmosphere”, *Annali di Chim.*, **90**, 249-263.
- Bircan, H. (2004), “Lojistik regresyon analizi: tıp verileri üzerine bir uygulama”, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, **2**, 185-208.
- Boezen, H.M., van der Zee, S.C., Postma, D.S., Vonk, J.M., Gerritsen, J., Hoek, G., Brunekreef, B., Rijcken, B. ve Schouten, J.P. (1999), “Effects of ambient air pollution on upper and lower respiratory symptoms and peak expiratory flow in children”, *Lancet*, **353**, 874-878.
- Brauer, M. ve Brook, J.R.(1995), “Personal and fixed site ozone measurements with a passive sampler”, *Japca. J. Air Waste Ma.*, **45**, 529–537.
- Brauer, M., Hoek, G., Van Vliet, P., Meliefste, K., Fischer, P.H., Wijga, A., Koopman, L.P., Neijens, H.J., Gerritsen, J., Kerkhof, M., Heinrich, J., Bellander, T. ve Brunekreef, B. (2002), “Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and asthmatic and allergic symptoms in children”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **166**, 1092-1098.

- Brauer, M., Hoek, G., Smith, H.A., de Jongste, J.C., Gerritsen, J., Postma, D.S., Kerkhof, M. ve Brunekreef, B. (2007), "Air pollution and development of asthma, allergy and infections in a birth cohort", *Eur. Respir. J.*, **29**, 879–888.
- BraunFahrlander, C., Vuille, J.C., Sennhauser, F.H., Neu, U., Kunzle, T., Grize, L., Gassner, M., Minder, C., Schindler, C., Varonier, H.S. ve Wuthrich, B (1997), "Respiratory health and long-term exposure to air pollutants in Swiss schoolchildren", *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **155 (3)**, 1042-1049.
- Brunekreef, B., Dockery, D.W. ve Krzyzanowski, M. (1995), "Epidemiologic studies on short-term effects of low levels of major ambient air pollution components", *Environ. Health Perspect.*, **103**, 3-13.
- Brunekreef, B., Janssen, N.A.H., de Hartog, J., Harssema, H., Knape, M. ve van Vliet, P. (1997), "Air pollution from truck traffic and lung function in children living near motorways", *Epidemiology*, **8**, 3, 298–303.
- Brunekreef, B. ve Sunyer, J. (2003), "Asthma, rhinitis and air pollution: is traffic to blame?", *Eur. Respir. J.*, **21**, 913-915.
- Brunekreef, B., Stewart, A.W., Anderson, H.R., Lai, C.K., Strachan, D.P. ve Pearce, N. (2009), "Self-reported truck traffic on the street of residence and symptoms of asthma and allergic disease: a global relationship in ISAAC phase 3", *Environ. Health Perspect.*, **117**, 1791–1798.
- Brunekreef, B. ve Holtage, S.T., (2002), "Air pollution and health", *Lancet*, **360**, 1233-1242.
- Buchvald, F., Baraidi, E., Carraro, S., Gaston, B., De Jongste, J., Pijnenburg, M.W.H., Silkoff, P. E. ve Bisgaard, H. (2005), "Measurements of exhaled nitric oxide in healthy subjects age 4 to 17 years", *J. Allergy Clin. Immun.*, **115**, 1130-1136.
- Burgaz, S., Demircigil, G.C., Karahalil, B. ve Karakaya, A.E. (2002), "Chromosomal damage in peripheral blood lymphocytes of traffic policemen and taxi drivers exposed to urban air pollution", *Chemosphere*, **47**, 57-64.
- Burnett, R.T., Smith-Doiron, M., Stieb, D., Raizenne, M.E., Brook, J.R., Dales, R.E., Leech, J.A., Cakmak, S. ve Krewski, D. (2001), "Association between ozone

- and hospitalization for acute respiratory diseases in children less than 2 years of age”, *Am J Epidemiol*, **153**, 444-452.
- Cakmak, S., Mahmud, M., Grgicak-Mannion, A. ve Dales, R.E. (2012), “The influence of neighborhood traffic density on the respiratory health of elementary schoolchildren”, *Environ. Int.*, **39**, 128-132.
- Canitez, Y. ve Sapan, N. (2000), “The prevalence of asthma, allergic rhinitis, and eczema in Bursa, Turkey: An ISAAC study”, *J. Allergy Clin. Immunol.* 2000, **105**, part 2, 318.
- Cetemen, A. ve Yenigün, A. (2012), “Aydın il merkezinde okul çocuklarında astım ve allerjik hastalıkların prevalansı”, *Asthma Allergy Immunol.*, **10**, 84-92.
- Chang, Y.K., Wu, C.C., Lee, L.T., Lin, R.S., Yu, Y.H. ve Chen, Y.C. (2012), “The short-term effects of air pollution on adolescent lung function in Taiwan”, *Chemosphere*, **87**, 26-30.
- Chauhan, A.J., Inskip, H.M., Linaker, C.H., Smith, S., Schreiber, J., Johnston, S.L. ve Holgate, S.T. (2003), “Personal exposure to nitrogen dioxide (NO₂) and the severity of virus-induced asthma in children”, *Lancet*, **361**, 1939-1944.
- Chen, Y.C., Tsai, C.H. ve Lee, Y.L. (2011), “Early-life indoor environmental exposures increase the risk of childhood asthma”, *Int. J. Hyg. Envir. Heal.*, **215**, 19-25.
- Ciccone, G., Forastiere, F., Agabiti, N., Biggeri, A., Bisanti, L., Chellini, E., Corbo, G., Dell’Orco, V., Dalmaso, P., Volante, T.F., Galassi, C., Piffer, S., Renzoni, E., Rusconi, F., Sestini, P., Viegi, G. ve Sidria collaborative grp (1998), “Road traffic and adverse respiratory effects in children”, *Occup. Environ. Med.*, **55**, 771-778.
- Civelek, E., Cakir, B., Boz, A.B., Yuksel, H., Orhan, F., Uner, A. ve Sekerel, B.E. (2010a), “Extent and burden of allergic diseases in elementary schoolchildren: a national multicenter study”, *J. Investig. Allergol Clin. Immunol.*, **20**, 280-288.
- Civelek, E., Yavuz, S.T., Boz, A.B., Orhan, F., Yuksel, H. ve Uner, A., Cakir, B. ve Sekerel, B.E. (2010b), “Epidemiology and burden of rhinitis and

- rhinoconjunctivitis in 9-to 11-year-old children”, *Amj. Rhinol. Allergy*, **24**, 364-370.
- Clark, N.A., Demers P.A., Karr, C.J., Koehoorn, M., Lencar, C., Tamburic, L. ve Brauer, M. (2010), “Effect of early life exposure to air pollution on development of childhood asthma”, *Environ. Health Perspect.*, **118**, 284-290.
- Clougherty, J.E. (2010), “A growing role for gender analysis in air pollution epidemiology”, *Environ. Health Perspect.*, **118**, 167-176.
- Curtis, L., Rea, W., Smith-Willis, P., Fenyves, E. ve Pan, Y. (2006), “Adverse health effects of outdoor air pollutants”, *Environ. Int.*, **32**, 6, 815-830.
- Çınar, H., (2003), *Eskişehir için hava kirliliği envanterinin ve CBS destekli hava kirliliği haritalarının oluşturulması*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010), *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve Lisrel uygulamaları*, Pegem Akademi Yayınları, Ankara.
- Çokuğraş, H. (2008), “Allerjik yürüyüş”, *Güncel Pediatri*, **6**, 51-52.
- D’Amato, G., Liccardi, G., D’Amato, M. ve Holgate, S. (2005), “Environmental risk factors and allergic bronchial asthma”, *Clin. Exp. Allergy*, **35**, 1113-1124.
- Dales, R., Wheeler, A., Mahmud, M., Frescura, A.M., Smith-Doiron, M., Nethery, E. ve Liu, L. (2008), “The influence of living near roadways on spirometry and exhaled nitric oxide in elementary schoolchildren”, *Environ. Health Perspect.*, **116**, 1423–1427.
- De Meer, G., Reijneveld, S.A. ve Brunekreef, B. (2010), “Wheeze in children: the impact of parental education on atopic and non-atopic symptoms”, *Pediatr. Allergy Immu.*, **21(5)**, 823-830.
- Delfino, R.J. (2002), “Epidemiologic evidence for asthma and exposure to air toxics: Linkages between occupational, indoor and community air pollution research”, *Environ. Health Perspect.*, **110**, 573-589.
- Delfino, R.J., Quintana, P.J.E., Floro, J., Gastañaga, V.M., Samimi, B.S., Kleinman, M.T., Liu, L-J.S., Bufalino, C., Wu, C-F. ve McLaren, C.E. (2004),

- “Association of FEV₁ in asthmatic children with personal and microenvironmental exposure to airborne particulate matter”, *Environ. Health Perspect.*, **112** (8), 932–941.
- Delfino, R.J., Staimer, N., Gillen, D., Tjoa, T., Sioutas, C., Fung, K., George, S.C. ve Kleinman, M.T. (2006), “Personal and ambient air pollution is associated with increased exhaled nitric oxide in children with asthma”, *Environ. Health Perspect.*, **114**, 1736–1743.
- Delfino, R.J., Staimer, N., Tjoa, T., Gillen, D., Kleinman, M.T., Sioutas, C. ve Cooper, D. (2008), “Personal and ambient air pollution exposures and lung function decrements in children with asthma”, *Environ. Health Perspect.*, **116** (4), 550-558.
- Diaz-Sanchez, D., Penichet-Garcia, M. ve Saxon, A. (2000), “Diesel exhaust particles directly induce activated mast cells to degranulate and increase histamine levels and symptom severity”, *J.Allergy Clin Immunol.*, **106**, 1140-1146.
- Diepgen, T.L. (2001), “Atopic dermatitis: the role of environmental and social factors: the European experience”, *J. Am. Acad. Dermatol.*, **45**, 44-48.
- Dockery, D.W., Speizer, F.E., Stram, D.O., Ware, J.H., Spengler, J.D. ve Ferris, B.G. (1989), “Effects of inhalable particles on respiratory health of children”, *Am. Rev. Respir. Dis.*, **139**, 587-594.
- Dockery, D.W. ve Pope, (1994), “Acute respiratory effects of particulate air pollution”, *Annu. Rev. Public Health*, **15**, 107-32.
- Dockery, D.W.,Cunningham, J., Damokosh, A.L., Neas, L.M., Spengler, J.D.,Koutrakis, P., Ware, J.H.,Raizenne, M. ve Speizer, F.E. (1996), “Health effects of acid aerosols on north American children: respiratory symptoms”, *Environ. Health Perspect.*, **104**, 5.
- DSÖ-Dünya Sağlık Örgütü (2000) *Quantification of the health effects of exposure to air pollution*. Report of a WHO Working Group, World Health Organization, European Centre for Environment and Health, Bilthoven, Netherlands.

- DSÖ- Dünya Sağlık Örgütü (2003) *Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide*. Report of a WHO Working Group, World Health Organization, Bonn, Germany.
- DSÖ-Dünya Sağlık Örgütü (2005) *Effects of air pollution on children's health and development: a review of the evidence*. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- DSÖ-Dünya Sağlık Örgütü (2006) *Air quality guidelines. Global update 2005*. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- DSÖ-Dünya Sağlık Örgütü (2006b) *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment*. World Health Organization.
- Duhme, H., Weiland, S.K., Keil, U., Kraemer, B., Schmid, M., Stender, M. ve Chambless, L. (1996), "The association between self-reported symptoms of asthma and allergic rhinitis and self-reported traffic density on street of residence in adolescents", *Epidemiology*, **7**, 578-582.
- Eckel, S.P., Berhane, K., Salam, M.T., Rappaport, E.B., Linn, W.S., Bastain, T.M., Zhang, Y., Lurmann, F., Avol, E.L. ve Gilliland, F.D. (2011), "Residential traffic-related pollution exposures and exhaled nitric oxide in the Children's Health Study", *Environ. Health Perspect.*, **119**, 1472-1477.
- Englert, N. (2004), "Fine particles and human health - a review of epidemiological studies", *Toxicol. Lett.*, **149**, 1-3, 1, 235-242.
- English, P., Neutra, R., Scalf, R., Sullivan, M., Waller, L. ve Zhu, L. (1999), "Examining associations between childhood asthma and traffic flow using a geographic information system", *Environ. Health Perspect.*, **107**, 761-767.
- Fischer, P.H., Steerenberg, P.A., Snelder, J.D., van Loveren, H. ve van Amsterdam, J.G.C. (2002), "Association between exhaled nitric oxide, ambient air pollution and respiratory health in school children", *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **75**, 348-353.
- Flamant-Hulin, M., Caillaud, D., Sacco, P., Penard-Morand, C. ve Annesi-Maesano, I. (2010), "Air pollution and increased levels of fractional exhaled nitric oxide

- in children with no history of airway damage”, *J. Toxicol. Env. Health, Part A*, **73**, 272-283.
- Friedman, M.S., Powell, K.E., Hutwanger, L., Graham, L.M. ve Teague, W.G. (2001), “Impact of changes in transportation and commuting during the 1996 Summer Olympic Games in Atlanta on air quality and childhood asthma”, *JAMA-J. Am. Med. Assoc.*, **285**, 897-905.
- Frischer, T., Studnicka, M., Gartner, C., Tauber, E., Horak, F., Veiter, A., Spengler, J., Kuhr, J. ve Urbanek, R. (1999), “Lung function growth and ambient ozone - A three-year population study in school children”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **160 (2)**, 390-396
- Frye, C., Hoelscher, B., Cyrus, J., Wjst, M., Wichmann, H.E. ve Heinrich, J. (2003), “Association of lung function with declining ambient air pollution” *Environ. Health Perspect.*, **111**, 383–387.
- Fusco, D., Forastiere, F., Michelozzi, P., Spadea, T., Ostro, B., Arca, M. ve Perucci, C.A. (2001), “Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy”, *Eur. Respir. J.*, **17**, 1143-1150.
- Gaga, E.O., Döğeroğlu, T., Özden, Ö., Ari, A., Yay, O.D., Altuğ, H., Akyol, N., Örnektekin, S. ve Van Doorn, W. (2012), “Evaluation of air quality by passive and active sampling in an urban city in Turkey: current status and spatial analysis of air pollution exposure”, *Environ. Sci. Pollut. R.*, **19**, 3579 - 3596. doi: 10.1007/s11356-012-0924-y.
- Gauderman, W.J., Connell, R.B., Gilliland, F., London, S., Thomas, D., Avol, E., Vora, H., Berhane, K., Rappaport, E.B., Lurmann, F., Margolis, H.G. ve Peters, J. (2000), “Association between air pollution and lung function growth in southern California children”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **162 (4)**, 1383–1390.
- Gauderman, W.J., Gilliland, G.F., Vora, H., Avol, E., Stram, D., McConnell, R., Thomas, D., Lurmann, F., Margolis, H.G., Rappaport, E.B., Berhane, K., Peters, J.M. (2002), “Association between air pollution and lung function

- growth in southern California children - results from a second cohort”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **166** (1), 76-84.
- Gauderman, W.J., Avol, E., Gilliland, F.D., Vora, H., Thomas, D., Berhane, K., McConnell, R., Kuenzli, N., Lurmann, F., Rappaport, E., Margolis, H., Bates, D. ve Peters, J. (2004), “The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age”, *N. Engl. Med.*, **351** (11), 1057-1067.
- Gauderman, W.J., Avol, E., Lurmann, F., Kuenzli, N., Gilliland, F., Peters, J. ve McConnell, R. (2005), “Childhood asthma and exposure to traffic and nitrogen dioxide”, *Epidemiology*, **16**, 737–743.
- Gauderman, W.J. (2006), “Air Pollution and children - an unhealthy mix”, *New Eng. J. Med.*, **355** (1), 78-79.
- Gauderman, W.J., Vora, H., McConnell, R., Berhane, K., Gilliland, F., Thomas, D., Lurmann, F., Avol, E., Kunzli, N., Jerrett, M. ve Peters, J. (2007), “Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study”, *Lancet*, **369**, 571-577.
- Gent, J.F., Triche, E.W., Holford, T.R., Belanger, K., Bracken, M.B., Beckett, W.S. ve Leaderer, B.P. (2003), “Association of low-level ozone and fine particles with respiratory symptoms in children with asthma”, *JAMA-J. Am. Med. Assoc.*, **290** (14), 1859-1867.
- Gehring, U., Wijga, A.H., Brauer, M., Fischer, P., de Jongste, J.C., Kerkhof, M., Oldenwening, M., Smit, H.A. ve Brunekreef, B. (2010), “Traffic-related air pollution and the development of asthma and allergies during the first 8 years of life”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **181**, 596–603.
- Gielen, M.H., vanderZee, S.C., vanWijnen, J.H., vanSteen, C.J. ve Brunekreef, B. (1997), “Acute effects of summer air pollution on respiratory health of asthmatic children”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **155**, 2105-2108.
- Giroux, M., Brémont, F., Ferrières, J. ve Dumas, J.C. (2001), “Exhaled NO in asthmatic children in unpolluted and urban environments”, *Environ. Int.*, **27**, 335-340.

- Gold, D.R., Damokosh, A.I., Pope, C.A., Dockery, D.W., McDonnell, W.F., Serrano, P., Retama, A. ve Castillejos, M. (1999), "Particulate and ozone pollutant effects on the respiratory function of children in southwest Mexico City", *Epidemiology*, **10**, 8-16.
- Gong, H. (1992), "Health effects of air pollution – a review of clinical studies", *Clin. Chest Med.*, **13**, 201-214.
- Gouveia, N. ve Fletcher, T. (2000), "Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status", *J. Epidemiol. Commun. H.*, **54**, 750-755.
- Götschi, T., Heinrich, J., Sunyer, J., Kunzli, N. (2008), "Long-term effects of ambient air pollution on lung function - A review", *Epidemiology*, **19**, 690-701.
- Graveland, H., Van Roosbroeck, S.A.H., Rensen, W.M., Brunekreef, B. ve Gehring, U. (2011), "Air pollution and exhaled nitric oxide in Dutch schoolchildren", *Occup. Environ. Med.*, **68**, 551-556.
- Guo, Y.L., Lin, Y.C., Sung, F.C., Sung, F.C., Huang, S.L., Ko, Y.C., Lai, J.S., Su, H.J., Shaw, C.K., Lin, R.S. ve Dockery, D.W. (1999), "Climate, traffic-related air pollutants, and asthma prevalence in middle-school children in Taiwan", *Environ. Health Perspect.*, **107** (12), 1001–1006.
- Gustafsson, L.E., Leone, A.M., Persson, M.G., Wiklund, N.P. ve Moncada, S. (1991), "Endogenous nitric oxide is present in the exhaled air of rabbits, guinea pigs and humans", *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **181**, 852–857.s
- Gül, H., Gaga, E.O., Döğeroğlu, T., Özden, Ö., Ayvaz, O., Özel, S. ve Güngör, G. (2011), "Respiratory health symptoms among students exposed to different levels of air pollution in a Turkish City", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **8**, 1110-1125.
- Ha, E.H., Lee, J.T., Kim, H., Hong, Y.C., Lee, B.E., Park, H.S. ve Christiani, D.C. (2003), "Infant susceptibility of mortality to air pollution in Seoul, South Korea", *Pediatrics*, **111**, 284-290.
- Hajat, S., Haines, A., Atkinson, R.W., Bremner, S.A., Anderson, H.R. ve Emberlin, J. (2001), "Association between air pollution and daily consultations with

- general practitioners for allergic rhinitis in London, United Kingdom”, *Am. J. Epidemiol.*, **153**, 704–714.
- Hankinson, J.L., Odencrantz, J.R. ve Fedan, K.B. (1999), “Spirometric reference values from a sample of the general U.S. population”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **159**, 179-87.
- Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (2008), Çevre ve Orman Bakanlığı, Resmi Gazete Tarihi: 06.06.2008 Resmi Gazete Sayısı: 26898
- Heinrich, J. ve Wichmann, H.E. (2004), “Traffic related pollutants in Europe and their effect on allergic disease”, *Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.*, **4**, 341–348.
- Hirsch, T., Weiland, S.K., von Mutius, E., Safeca, A.F., Grafe, H., Csaplovics, E., Duhme, H., Keil, U. ve Leupold, W. (1999) “Inner city air pollution and respiratory health and atopy in children”, *Eur. Respir. J.*, **14**, 669-677.
- Hoek, G., Fischer, P., Brunekreef, B., Lebret, E., Hofschreuder, P. ve Mennen, M.G. (1993), “Acute Effects of Ambient Ozone on Pulmonary-Function of Children in the Netherlands”, *Am. Rev. Respir. Dis.*, **147**, 111-117.
- Hoek, G., Pattenden, S., Willers, S., Antova, T., Fabianova, E., Braun-Fahrlander, C., Forastiere, F., Gehring, U., Luttmann-Gibson, H., Grize, L., Heinrich, J., Houthuijs, D., Janssen, N., Katsnelson, B., Kosheleva, A., Moshhammer, H., Neuberger, M., Privalova, L., Rudnai, P., Speizer, F., Slachtova, H., Tomaskova, H., Zlotkowska, R., Fletcher, T. (2012), “PM10 and children's respiratory symptoms and lung function in the PATY study”, *Eur. Respir. J.*, **40**, 538-547.
- Holguin, F., Flores, S., Ross, Z., Cortez, M., Molina, M., Molina, L., Rincon, C., Jerrett, M., Berhane, K., Granados, A. ve Romieu, I. (2007), “Traffic-related exposures, airway function, inflammation, and respiratory symptoms in children”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **176**, 1236–1242.
- Horak, F. Jr., Studnicka, M., Gartner, C., Spengler, J.D., Tauber, E., Urbanek, R., Veiter, A. ve Frischer, T. (2002), “Particulate matter and lung function

- growth in children: a 3-yr follow-up study in Austrian schoolchildren”, *Eur. Respir J.*, **19**, 838-845.
- Hutter, H.P., Borsoi, L., Wallner, P., Moshhammer, H. ve Kundi, M. (2009), “Assessing lung function and respiratory health in school children as a means to improve local environmental conditions”, *J. Public Health P.*, **30**, 144–157.
- Hwang, B.F., Lee, Y.L., Lin, Y.C., Jaakkola, J.J. ve Guo, Y.L. (2005), “Traffic related air pollution as a determinant of asthma among Taiwanese schoolchildren”, *Thorax*, **60**, 467–473.
- Hwang, B.F., Jaakkola, J.J.K., Lee, Y.L., Lin, Y.C. ve Guo, Y.L.(2006), “Relation between air pollution and allergic rhinitis in Taiwanese schoolchildren”, *Resp. Res.*, **7**, 23.
- ISAAC (1998). ISAAC Phase one manual. International Study of Asthma and Allergies in Childhood Steering Committee, Auckland, Yeni Zelanda.
- İyit, N. (2008), *İlişkili veri analizinde lineer karma modellerin yapılandırılması*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Jalaludin, B.B., Chey, T., O’Toole, B.I., Smith, W.T., Capon, A.G. ve Leeder, S.R. (2000), “Acute effects of low levels of ambient ozone on peak expiratory flow rate in a cohort of Australian children”, *Int. J. Epidemiol.*, **29**, 549-557.
- Jalaludin, B.B., O’Toole, B.I. ve Leeder, S.R. (2004), “Acute effects of urban ambient air pollution on respiratory symptoms, asthma medication use, and doctor visits for asthma in a cohort of Australia children”, *Environ. Res.*, **95**, 32-42.
- Janssen, N.A.H., Brunekreef, B., van Vliet, P., Aarts, F., Meliefste, K., Harssema, H. ve Fischer, P. (2003), “The relationship between air pollution from heavy traffic and allergic sensitization, bronchial hyperresponsiveness, and respiratory symptoms in Dutch schoolchildren”, *Environ. Health Perspect.*, **111**, 1512-1518.
- Jedrychowski, W., Flak, E. ve Mróz, E. (1999)., “The adverse effect of low levels of ambient air pollutants on lung function growth in preadolescent children”, *Environ. Health Perspect.*, **107**, 669–674.

- Jerrett, M., Shankardass, K., Berhane, K., Gauderman, W.J., Kunzli, N., Avol, E., Gilliland, F., Lurmann, F., Molitor, J.N., Molitor, J.T., Thomas, D.C., Peters, J. ve McConnell, R. (2008)., "Traffic-related air pollution and asthma onset in children: a prospective cohort study with individual exposure measurement", *Environ. Health Perspect.*, **116**, 1433-1438.
- Karaman, Ö. (2006), "Pediatrik astımda tanı", *Güncel Pediatri*, **4(1)**, 12-14.
- Karpuzcu M., *Çevre kirlenmesi ve kontrolü*, Kubbealtı Akademisi Kültür ve Sanat Vakfı, Dördüncü Baskı, İstanbul (1994).
- Keleş, N. ve Ilıcalı, C. (1998) "The impact of outdoor pollution on upper respiratory diseases", *Rhinology*, **36**, 24-27.
- Keleş, N., Ilıcalı, C. ve Değer K.(1999a) "Impact of air pollution on prevalence of rhinitis in Istanbul", *Arch. Environ. Health*, **54**, 48-51.
- Keleş, N., Ilıcalı, C. ve Değer, K. (1999b), "The effects of different levels of air pollution on atopy and symptoms of allergic rhinitis", *Am. J. Rhinol.*, **13**, 185- 90.
- Keleş, N. (2010), "Hava Kirliliği ve Allerjik Rinit", *Allerjik Rinit* (Ed: Şekerel, B.E.), 43-52, Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara.
- Kim, J.J., Smorodinsky, S., Lipsett, M., Singer, B.C., Hodgson, A.T. ve Ostro, B (2004), "Traffic-related air pollution near busy roads - The East Bay children's respiratory health study", *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **170**, 520-526.
- Kinney, P.L., Thurston, G.D. ve Raizenne, M. (1996), "The effects of ambient ozone on lung function in children: A reanalysis of six summer camp studies", *Environ. Health Perspect.*, **104**, 170-174.
- Knox, R.B., Suphioglu, C., Taylor, P., Desai, R., Watson, H.C., Peng, J.L. ve Bursill, L.A. (1997), "Major grass pollen allergen Lol p 1 binds to diesel exhaust particles: Implications for asthma and air pollution", *Clin. Exp. Allergy*, **27**, 246-251.
- Ko, F.W.S., Tam, W., Wong, T.W., Lai, C.K.W., Wong, G.W.K., Leung, T.F., Ng S. S. S. ve Hui, D.S.C. (2007), "Effects of air pollution on asthma hospitalization

- rates in different age groups in Hong Kong”, *Clin. Exp. Allergy*, **37**, 1312-1319.
- Koçak, A.K., Bor, Ö., Özdemir, M.A. ve Aydoğdu, S.D. (2000), “Eskişehir’deki ilkokul çocuklarında atopik hastalıkların prevalansı ve etki eden faktörler”, *Türk Ped. Arş.*, **35**, 2, 108-115.
- Koenig, J.Q., Jansen, K., Mar, T.F., Lumley, T., Kaufman, J., Trenga, J.A., Sullivan, J., Liu, K.J.S., Shapiro, G.G. ve Larson, T.V. (2003), “Measurement of offline exhaled nitric oxide in a study of community exposure to air pollution”, *Environ. Health Perspect.*, **111**, 13, 1625-1629.
- Kopp, M.V., Bohnet, W., Frischer, T., Ulmer, C., Studnicka, M., Ihorst, G., Gardner, C., Forster, J., Urbanek, R. ve Kuehr, J. (2000), “Effects of ambient ozone on lung function in children over a two-summer period”, *Eur. Respir. J.*, **16**, 893-900.
- Kovesi, T.A. ve Dales, R.E. (2009), “Effects of the indoor environment on the fraction of exhaled nitric oxide in school-aged children”, *Can Respir J.*, **16**(3), e18–e23.
- Krämer, U., Koch, T., Ranft, U., Ring, J. ve Behrendt, H. (2000), “Traffic related air pollution is associated with atopy in children living in urban areas”, *Epidemiology*, **11**, 64–70.
- Krämer, U., Sugiri, D., Ranft, U., Krutmann, J., von Berg, A., Berdel, D., Behrendt, H., Kuhlbusch, T., Hochadel, M., Wichmann, H.E. ve Heinrich, J. (2009), “Eczema, respiratory allergies, and traffic-related air pollution in birth cohorts from small-town areas”, *J. Dermatol. Sci.*, **56**, 99–105.
- Kunzli, N., Kaiser, R., Medina, S., Studnicka, M., Chanel, O., Filliger, P., Herry, M., Horak, F., Puybonnieux-Textier, V., Quenel, P., Schneider, J., Seethaler, R., Vergnaud, J. C. ve Sommer, H. (2000), “Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment”, *Lancet*, **356**, 795- 801.
- Kurt, E., Metintas, S., Basyigit, I., Bulut, I., Coskun, E., Dabak, S., Deveci, F., Fidan, F., Kaynar, H., Uzaslan, E.K., Onbasi, K., Ozkurt, S., Pasaoglu, G., Sahan, S., Sahin, U., Oguzulgen, K., Yildiz, F., Mungan, D., Yorgancioglu, A.,

- Gemicioglu, B., Kalyoncu, A.F. ve PARFAIT Çalışma Grubu (2007). “Prevalence and risk factors of allergies in Turkey (PARFAIT): Results of a multicentric cross-sectional study in children”, *Pediatr. Allergy Immunol.*, **18**, 566–574.
- Kuyucu, S. (2010), “Allerjik Rinit Epidemiyolojisi”, *Allerjik Rinit* (Ed: Şekerel, B.E.), 29-42, Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara.
- Langkulsen, U., Jinsart, W., Karita, K. ve Yano, E. (2006), “Respiratory symptoms and lung function in Bangkok school children”, *Eur. J. Public Health*, **16** (6), 676–681.
- Lee, Y.L., Shaw, C.K., Su, H.J., Lai, J.S., Ko, Y.C., Huang, S.L. Sung, F-C. ve Guo, Y.L. (2003), “Climate, traffic-related air pollutants and allergic rhinitis prevalence in middle-school children in Taiwan”, *Eur. Respir. J.*, **21**, 964-970.
- Lee, S.L., Wong, H.S. ve Lau, Y.L. (2006), “Association between air pollution and asthma admission among children in Hong Kong”, *Clin. Exper. Allergy*, **36**, 1138–1146.
- Lee, Y.L., Su, H.J., Sheu, H.M., Yu, H.S. ve Guo, Y.L. (2008), “Traffic-related air pollution, climate and prevalence of eczema in Taiwanese school children”, *J. Invest. Dermatol.*, **128**, 2412–2420.
- Lee, Y.L., Wang, W.H., Lu, C.W., Lin, Y.H., Hwang, B.F. (2011), “Effects of ambient air pollution on pulmonary function among schoolchildren”, *Int. J. Hyg. Envir. Heal.*, **214** (5), 369-375.
- Lewis, T.C., Robins, T.G., Dvonch, J.T., Keeler, G.J., Yip, F.Y., Mentz, G.B., Lin, X., Parker, E.A., Israel, B.A., Gonzalez, L. ve Hill, Y. (2005), “Air pollution–associated changes in lung function among asthmatic children in Detroit”, *Environ. Health Perspect.*, **113** (8), 1068-1075.
- Lin, M., Chen, Y., Burnett, R.T., Villeneuve, P.J. ve Krewski, D.. (2002), “The influence of ambient coarse particulate matter on asthma hospitalization in children: Case-crossover and time-series analyses”, *Environ. Health Perspect.*, **110**, 575-581.

- Lin, M., Chen, Y., Burnett, R.T., Villeneuve, P.J. ve Krewski, D. (2003), “Effect of short-term exposure to gaseous pollution on asthma hospitalisation in children: a bi-directional case-crossover analysis”, *J. Epidemio. Commun. H.***57**, 50-55.
- Linares, B., Guizar, J.M., Amador, N., Garcia, A., Miranda, V., Perez, J.R. ve Chapela, R. (2010), “Impact of air pollution on pulmonary function and respiratory symptoms in children. Longitudinal repeated-measures study”, *BMC Pulmonary Medicine*, **10**, 62.
- Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W. ve Wolfinger, R.D. (2006) *SAS system for mixed models. Second Edition*. SAS Institute Inc., Cary, NC..
- Liu, L., Poon, R., Chen, L., Frescura, A., Montuschi, P., Ciabattini, G., Wheeler, A. ve Dales, R. (2009), “Acute effects of air pollution on pulmonary function, airway inflammation, and oxidative stress in asthmatic children”, *Environ. Health Perspect.*, **117**, 4, 668–674.
- Liu, L. ve Zhang, J. (2009), “Ambient air pollution and childrens lung function in China”, *Environ. Int.*, **35**, 178-186.
- Loomis, D., Castillejos, M., Gold, D.R., McDonnell, W. ve Borja-Aburto, V.H. (1999), “Air pollution and infant mortality in Mexico City”, *Epidemiology*, **10**, 118-123.
- Makri, A. ve Stilianakis, N.I. (2008), “Vulnerability to air pollution health effects”, *Int. J. Hyg. Envir. Heal.*, **211**, 326-336.
- Malmberg, L.P., Petäys, T., Haahtela, T., Laatikainen, T., Jousilahti, P., Vartiainen, E. ve Mäkelä, M.J. (2006), “Exhaled nitric oxide in healthy nonatopic school-age children: Determinants and height adjusted reference values”, *Pediat. Pulm.*, **41**, 635-642.
- Mannino, D.M., Moorman, J.E., Kingsley, B., Rose, D. ve Repace, J. (2001), “Health effects related to environmental tobacco smoke exposure in children in the United States - Data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey”, *Arch. Pediat. Adol. Med.*, **155**(1), 36-41.

- Mar, T.F., Jansen, K., Shepherd, K., Lumley, T., Larson, T.V. ve Koenig, J.Q. (2005), "Exhaled nitric oxide in children with asthma and short-term PM_{2.5} exposure in Seattle", *Environ. Health Perspect.*, **113**, 12, 1791-1794.
- Maynard, R. (2004), "Key airborne pollutants - the impact on health", *Sci. Total Environ.*, **334**, 9-13.
- McConnell, R., Berhane, K., Gilliland, F., London, S.J., Vora, H., Avol, E., Gauderman, W.J., Margolis, H.G., Lurmann, F., Thomas, D.C. ve Peters, J.M. (1999). "Air pollution and bronchitic symptoms in Southern California children with asthma" *Environ. Health Perspect.*, **107** (9), 757-760.
- McConnell, R., Berhane, K., Gilliland, F., London, S.J., Islam, T., Gauderman, W.J. Avol, E., Margolis, H.G. ve Peters, J.M.(2002), "Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study", *Lancet*, **359**, 386-391.
- McConnell, R., Berhane, K., Yao, L., **et al.** (2006), "Traffic, susceptibility, and childhood asthma", *Environ. Health Perspect.*, **114**, 766-772.
- McCunney, R.J. (2005), "Asthma, genes and air pollution", *J. Occup. Environ. Med.*, **47**, 1285-1291.
- Merrill R.M., *Environmental epidemiology, principles and methods*, Jones and Bartlett Publishers 2008.
- Metintaş, S., Metintaş, M., Kalyoncu, C., Ucgun, I.I. ve Ozdamar, K.K. (2001), "Prevalence of asthma and other allergic diseases in primary schoolchildren of Eskisehir (Turkey)", *Allergy Clin. Immunol. Int: J. World Allergy Org.*, **13** (6), 250-255.
- Min, J.Y., Min, K.B., Cho, S. ve Paek, D. (2008), "Lag effect of particulate air pollution on lung function in children", *Pediatr. Pulm.*, **43**, 476-480.
- Moschandreas, D.J. ve Saksena S. (2002), "Modeling exposure to particulate matter", *Chemosphere*, **49** (9), 1137-1150.
- Morgenstern, V., Zutavern, A., Cyrys, J., Brockow, I., Koletzko, S., Krämer, U., Behrendt, H., Herbarth, O., von Berg, A., Bauer, C.P., Wichmann, H.E., Heinrich, J., GINI Çalışma Grubu ve LISA Çalışma Grubu (2008), "Atopic

- diseases, allergic sensitization, and exposure to traffic-related air pollution in children”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **177**, 1331-1337.
- Moshhammer, H., Hoek, G., Luttmann-Gibson, H., Neuberger, M.A., Antova, T., Gehring, U., Hrubá, F., Pattenden, S., Rudnai, P., Slachetová, H., Zlotkowska, R. ve Fletcher, T. (2006), “Parental smoking and lung function in children: an international study”, *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **173**, 1255–1263.
- Murata, A., Kida, K., Hasunuma, H., Kanagae, H., Ishimaru, Y., Motegi, T., Yamada, K., Yoshioko, H., Yamamoto, K. ve Kudoh, S., (2007), “Environmental influence on the measurement of exhaled nitric oxide concentration in school children: special reference to methodology”, *J. Nippon Med. Sch.*, **74 (1)**, 30-36.
- Müezzinoğlu A. (2000), *Hava kirliliğinin ve kontrolünün esasları*, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Myers, J.M.B., Wang, N., LeMasters, G.K., Bernstein, D.I., Epstein, T.G., Lindsey, M.A., Eriksen, M.B., Chakraborty, R., Ryan, P.H., Villareal, M.S., Burkle, J.W., Lockey, J.E., Reponen, T. ve Hersley, G.K.K. (2009), “Genetic and environmental risk factors for childhood eczema development and allergic sensitization in the CCAAPS cohort”, *J. Invest. Dermatol.*, **130 (2)**, 430-437.
- National Academy of Sciences (NAS) (1991), *Human exposure assessment for airborne pollutants, advances and opportunities*. National Academy Press, Washington, DC.
- Nastos, P.T., Paliatsos, A.G., Anthracopoulos, M.B., Roma, E.S. ve Priftis, K.N. (2010), “Outdoor particulate matter and childhood asthma admissions in Athens, Greece: a time-series study”, *Environ. Health*, **9**, 45.
- Neas, L.M., Dockery, D.W., Koutrakis, P., Tollerud, D.J., Speizer, F.E. (1995), “The association of ambient air-pollution with twice-daily peak expiratory flow-rate measurements in children”, *Am. J. Epidemiol.*, **141**, 111-122
- Neuberger, M., Moshhammer, H. ve Kundi, M. (2002), “Declining ambient air pollution and lung function improvement in Austrian children”, *Atmos. Environ.*, **36**, 1733–1736.

- Nickmilder, M., de Burbure, C., Carbonnelle, S., Dumont, X., Bernard, A., Derouane, A. (2007), "Increase of exhaled nitric oxide in children exposed to low levels of ambient ozone", *J. Toxicol. Env. Health, Part A*, **72**, 358-358.
- Nicolai, T., Carr, D., Weiland, S.K., Duhme, H., von Ehrenstein, O., Wagner, C. ve von Mutius, E. (2003), "Urban traffic and pollutant exposure related to respiratory outcomes and atopy in a large sample of children", *Eur. Respir. J.*, **21**, 956-963.
- Norris, G., YoungPong, S.N., Koenig, J.Q., Larson, T.V., Sheppard, L. ve Stout, J.W. (1999), "An association between fine particles and asthma emergency department visits for children in Seattle", *Environ. Health Perspect.*, **107**, 489-493.
- O'Connor, G.T., Neas, L., Vaughn, B., Kattan, M., Mitchell, H., Crain, E.F., Evans, R., Gruchalla, R., Morgan, W., Stout, J., Adams, G.K., Lippmann, M. (2008), "Acute respiratory health effects of air pollution on children with asthma in US inner cities", *J. Allergy Clin. Immunol.*, **121**, 1133-1139.
- Odhambo, J.A., Williams, H.C., Clayton, T.O., Robertson, C.F. ve Asher, M.I. (2009), "Global variations in prevalence of eczema symptoms in children from ISAAC Phase Three", *J Allergy Clin Immunol*, **124**, 1251-1258.
- Oftedal, B., Brunekreef, B., Nystad, W., Madsen, C., Walker, S.E. ve Nafstad, P. (2008), "Residential outdoor air pollution and lung function in schoolchildren", *Epidemiology*, **19**, 1, 129-137.
- Oftedal, B., Nystad, W., Brunekreef, B. ve Nafstad, P. (2009), "Long-term traffic-related exposures and asthma onset in schoolchildren in Oslo, Norway", *Environ. Health Perspect.*, **117**, 839-844.
- Oğuzülgen, İ.K. (2000), "Hava yolu hastalıklarında ekspirasyon havasındaki inflamasyon göstergeleri", *Toraks Dergisi*, **1 (3)**, 65-70.
- Oğuzülgen, İ.K. (2002), "Stabil astımda ekspirasyon havasındaki nitrik oksit düzeyini etkileyen faktörler", *Toraks Dergisi*, **3 (3)**, 232-235.

- Ones, U., Akcay, A., Tamay, Z., Guler, N., Zencir, M. (2006), "Rising trend of asthma prevalence among Turkish schoolchildren (ISAAC phases I and III)", *Allergy*, **61**, 1448-1453.
- Oosterlee, A., Drijver, M., Lebet, E. ve Brunekreef, B. (1996), "Chronic respiratory symptoms in children and adults living along streets with high traffic density", *Occup. Environ. Med.*, **53**, 241-247.
- Ostro, B., Roth, L., Malig, B. ve Marty, M (2009), "The effects of fine particle components on respiratory hospital admissions in children", *Environ. Health Perspect.*, **117**, 475-480.
- Öğretmenoğlu, O. (2010), "Rinitlerde Tanım ve Sınıflama", *Allerjik Rinit* (Ed: Şekerel, B.E.), 19-22, Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara.
- Özdemir O. (2006), *Medikal istatistik*, İstanbul Medikal Yayıncılık, İstanbul.
- Özden, Ö. (2005) *Hava kalitesinin monitorlanmasında pasif örnekleyicilerin kullanılması*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özden, Ö., Döğeroğlu, T. ve Kara, S. (2008), "Assessment of ambient air quality in Eskişehir, Turkey", *Environ. Int.*, **34** (5), 678-687.
- Öztürk, A.B. ve Bayram, H. (2011), "Dizel egzoz partiküllerinin allerjik rinit prevalansı ve patogenezi üzerine etkisi", *Asthma Allergy Immunol.*, **9**, 123-130.
- Öztürkcan, S. ve Bayraktar, D. (2006), "Allerjik deri hastalıkları", *Sağlıkta Birikim*, **1**, 94-102.
- Palalı, M.F., (2011), *Gaziantep il merkezinde 7-8 yaş çocuklarda astım bronşiale ve allerjik hastalıklar prevalansı ile risk faktörleri araştırılması*, Uzmanlık Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Gaziantep.
- Pearce, N., Aiet-Khaled, N., Beasley, R., Mallol, J., Keil, U., Mitchell, E., Robertson, C. ve Issac Faz III Çalışma Grubu (2007), "Worldwide trends in the prevalence of asthma symptoms: phase III of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)", *Thorax*, **62** (9), 758-766.

- Peled, R., Friger, M., Bolotin, A., Bibi, H., Epstein, L., Pilpel, D., Scharf, S. (2005), "Fine particles and meteorological conditions are associated with lung function in children with asthma living near two power plants", *Public Health*, **119**, 418-25.
- Pekkanen, J., Timonen, K.L., Ruuskanen, J., Reponen, A. ve Mirme, A. (1997), "Effects of ultrafine and fine particles in urban air on peak expiratory flow among children with asthmatic symptoms", *Environ. Res.*, **74**, 24-33.
- Penard-Morand, C., Charpin, D., Raheison, C., Kopferschmitt, C., Caillaud, D., Lavaud, F. ve Annesi-Maesano, I. (2005), "Long-term exposure to background air pollution related to respiratory and allergic health in schoolchildren", *Clin. Exp. Allergy*, **35**, 1279-1287.
- Penard-Morand, C., Raheison, C., Charpin, D., Kopferschmitt, C., Lavaud, F., Caillaud, D. ve Annesi-Maesano, I. (2010), "Long-term exposure to close-proximity air pollution and asthma and allergies in urban children", *Eur. Respir. J.*, **36** (1), 33-40.
- Peters, A., Goldstein, I. F., Beyer, U., Franke, K., Heinrich, J., Dockery, D. W., Spengler, J. D. ve Wichmann, H.E. (1996), "Acute health effects of exposure to high levels of air pollution in Eastern Europe", *Am. J. Epidemiol.*, **144** (6), 570-581.
- Peters, A., Dockery, D.W., Heinrich, J. ve Wichmann, H.E. (1997), "Short-term effects of particulate air pollution on respiratory morbidity in asthmatic children", *Eur. Respir. J.*, **10**, 872-879.
- Peters, J.M., Avol, E., Navidi, W., London, S.J., Gauderman, W.J., Lurmann, F., Linn, W.S., Margolis, H., Rappaport, E., Gong, H. ve Thomas, D.C. (1999), "A study of 12 Southern California communities with differing levels and types of air pollution. I Prevalence of respiratory morbidity", *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **159**, 760-767.
- Pope, C.A., Dockery, D.W., Spengler, J.D. ve Raizenne, M.E. (1991), "Respiratory health and PM10 pollution. A daily time series analysis," *Am. Rev. Respira. Dis.*, **144**, 668-674.

- Pope, C.A., Dockery D.W. (1992), "Acute health-effects of PM10 pollution on symptomatic and asymptomatic children". *Am. Rev. Respir. Dis.*, **145**, 1123-112.
- Pope, C. A. ve Dockery, D.W. (1999), "Epidemiology of particle effects", *Air Pollution and Health* (Ed: Holgate, S.T., Samet, J.M., Koren, H.S., Maynard, R.L.), 673–705, Academic Press, San Diego, USA.
- Pope, C.A. ve Dockery, D.W. (2006), "Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect", *Japca. J. Air Waste Ma.*, **56**, 6, 709-742.
- Pujades-Rodriguez, M., Lewis, S., McKeever, T., Britton, J. ve Venn, A. (2009), "Effect of living close to a main road on asthma, allergy, lung function and chronic obstructive pulmonary disease", *Occup. Environ. Med.*, **66**, 679-684.
- Raizenne, M., Neas, L.M., Damokosh, A.I., Dockery, D.W., Spengler, J.D., Koutrakis, P., Ware, J.H. ve Speizer, F.E. (1996), "Health effects of acid aerosols on North American children: Pulmonary function", *Environ. Health Perspect.*, **104** (5), 506-514.
- Ramadour, M., Burel, C., Lanteaume, A., Vervloet, D., Charpin, D., Brisse, F. ve Dutau, H. (2000), "Prevalence of asthma and rhinitis in relation to long-term exposure to gaseous air pollutants", *Allergy*, **55**, 1163-1169.
- Renzetti, G., Silvestre, G., D'Amario, C., Bottini, E., Gloria-Bottini, F., Bottini, N., Auais, A., Perez, M.K. ve Piedimonte, G. (2009), "Less air pollution leads to rapid reduction of airway inflammation and improved airway function in asthmatic children", *Pediatrics*, **123**, 1051-1058.
- Riedl, M. ve Diaz-Sanchez, D. (2005), "Biology of diesel exhaust effects on respiratory function", *J. Allergy Clin. Immun.*, **115**, 221-228.
- Riedl, M.A (2008), "The effect of air pollution on asthma and allergy", *Curr. Allergy and Asthm. R.*, **8**, 139-146.
- Ring, J., Krämer, U., Schafer, T., Abeck, D., Vieluf, D. ve Behrendt, H. (1999), "Environmental risk factors for respiratory and skin atopy: Results from epidemiological studies in former East and West Germany", *Int. Arch. Allergy Imm.*, **118**, 403-407.

- Roemer, W., Hoek, G., Brunekreef, B., Haluszka, J., Kalandidi, A. ve Pekkanen, J. (1998), "Daily variations in air pollution and respiratory health in a multicentre study: the PEACE project", *Eur. Respir. J.*, **12**, 1354-1361.
- Rojas-Martinez, R., Perez-Padilla, R., Olaiz-Fernandez, G., Mendoza-Alvarado, L., Moreno-Macias, H., Fortoul, T., McDonnell, W., Loomis, D. ve Romieu, I. (2007), "Lung function growth in children with long-term exposure to air pollutants in Mexico City", *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **176** (4), 377-384.
- Romieu, I., Meneses, F., Ruiz, S., Sienra, J.J., Huerta, J., White, M.C. ve Etzel, R.A. (1996), "Effects of air pollution on the respiratory health of asthmatic children living in Mexico City", *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **154** (2), 300-307.
- Rosenlund, M., Forastiere, F., Porta, D., De Sario, M., Badaloni, C. ve Perucci, C.A. (2009), "Traffic-related air pollution in relation to respiratory symptoms, allergic sensitisation and lung function in schoolchildren", *Thorax*, **64**, 573-580.
- Qian, Z., Lin, H.M., Chinchilli, V.M., Lehman, E.B., Duan, Y., Craig, T.J., Wilson, W.E., Liao, D., Lazarus, S.C. ve Bascom, R. (2010), "Interaction of ambient air pollution with asthma medication on exhaled nitric oxide among asthmatics", *Arch. Environ. Occup. H.*, **64** (3), 168-176.
- Salvi, S. (2007), "Health effects of ambient air pollution in children", *Paediatr. Respir. Rev.*, **8**, 275-280.
- Samoli, E., Nastos, P.T., Paliatsos, A.G., Katsouyanni, K. ve Priftis, K.N. (2011), "Acute effects of air pollution on pediatric asthma exacerbation: Evidence of association and effect modification", *Environ. Res.*, **111**, 418-424.
- Sarnat, S.E., Raysoni, A.U., Li, W.W., Holguin, F., Johnson, B.A., Luevano, S.F. ve Sarnat, J.A. (2012), "Air Pollution and Acute Respiratory Response in a Panel of Asthmatic Children along the U.S.-Mexico Border", *Environ. Health Perspect.*, **120**, 437-444.
- Scarlett, J.F., Abbott, K.J., Peacock, J.L., Strachan, D.P. ve Anderson, H.R. (1996), "Acute effects of summer air pollution on respiratory function in primary school children in southern England", *Thorax*, **51**, 1109-1114.

- Schultz, E.S., Gruzieva, O., Bellander, T., Bottai, M., Hallberg, J., Kull, I., Svartengren, M., Melen, E. ve Pershagen, G. (2012), "Traffic-related air pollution and lung function in children at 8 years of age a birth cohort study", *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **186**, 1286-1291.
- Schwartz, J., Slater, D., Larson, T.V., Pierson, W.E. ve Koenig, J.Q. (1993), "Particulate air-pollution and hospital emergency visits for asthma in Seattle", *Am. Rev. Respir. Dis.*, **147**, 826-831.
- Schwartz, J. (2004), "Air pollution and children's health", *Pediatrics*, **113** (4), 1037-1043
- Scoggins, A., Kjellstrom, T., Fisher, G., Connor, J. ve Gimson, N. (2004), "Spatial Analysis of Annual Air Pollution Exposure and Mortality", *Sci. Total Environ.*, **321**, 71-85.
- Segala, C., Fauroux, B., Just, J., Pascual, L., Grimfeld, A. ve Neukirch, F. (1998), "Short-term effect of winter air pollution on respiratory health of asthmatic children in Paris", *Eur. Respir. J.*, **11**, 677-685.
- Shima, M., Nitta, Y., Adachi, M. (2003), "Traffic-related air pollution and respiratory symptoms in children living along trunk roads in Chiba Prefecture, Japan", *J. Epidemiol.*, **13** (2), 108-119.
- Siddique, S., Banerjee, M., Ray, M.R. ve Lahiri, T. (2010), "Air Pollution and its Impact on Lung Function of Children in Delhi, the Capital City of India", *Water Air Soil Poll.*, **212**, 89-100.
- Silva, R., Cruz, L., Vieira, T., Leblanc, A., Ferreira, A., Fonseca, J., Moreira, A. ve Castel-Branco, M.G. (2010), "Prevalence of aeroallergen sensitization and increased exhaled nitric oxide values in schoolchildren of different socioeconomic status", *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, **20**(3), 210-213
- Silverman, R.A. ve Ito, K. (2010), "Age-related association of fine particles and ozone with severe acute asthma in New York City", *J. Allergy Clin. Immunol.*, **125**, 367-373.
- Simoni, M., Lombardi, E., Berti, G., Rusconi, F., La Grutta, S., Piffer, S., Petronio, M.G., Galassi, C., Forastiere, F., Viegi, G. ve Sidria-Collaborat Grp. (2005),

- “Mould/dampness exposure at home is associated with respiratory disorders in Italian children and adolescents: the SIDRIA-2 Study”, *Occup. Environ. Med.*, **62(9)**, 616-622.
- Simoni, M., Annesi-Maesano, I., Sigsgaard, T., Norback, D., Wieslander, G., Nystad, W., Canciani, M., Sestini, P. ve Viegi, G. (2010), “School air quality related to dry cough, rhinitis and nasal patency in children”, *Eur. Respir. J.*, **35**, 742-749.
- Slachtova, H., Gehring, U., Hoek, G., Tomaskova, H., Luttmann-Gibson, H., Moshhammer, H., Paldy, A., Pattenden, S., Slotova, K., Speizer, F., Zlotkowska, R. ve Heinrich, J. (2011), “Parental education and lung function of children in the PATY study”, *Eur. J. Epidemiol.*, **26**, 45-54.
- Solé, D., Camelo-Nunes, I.C., Wandalsen, G.F., Pastorino, A.C., Jacob, C.M.A., Gonzalez, C., Wandalsen, N.F., Rosário Filho, N.A., Fischer, G.B. ve Naspitz, C.K. (2007), “Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema in Brazilian adolescents related to exposure to gaseous air pollutants and socioeconomic status”, *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, **17(1)**, 6-13.
- Song, S., Lee, K., Lee, Y.M., Lee, J.H., Il Lee, S., Yu, S.D. ve Paek, D. (2011), “Acute health effects of urban fine and ultrafine particles on children with atopic dermatitis”, *Environ. Res.*, **111**, 394-399.
- Spengler, J.D., Koutrakis, P., Dockery, D.W., Raizenne, M. ve Speizer, F.E. (1996), “Health effects of acid aerosols on North American children: air pollution exposures”, *Environ. Health Perspect.*, **104**, 5.
- Steenenbergh, P.A., Snelder, J.B., Fischer, P., Vos, J.G., van Loveren, H. ve van Amsterdam, J.G.C. (1999), “Increased exhaled nitric oxide (NO) on days with high outdoor air pollution is of endogenous origin”, *Eur. Respir. J.*, **13**, 334-337.
- Steenenbergh, P.A., Nierkens, S., Fischer, P.H., van Loveren, H., Opperhuizen, A., Vos, J.G. ve van Amsterdam, J.G. (2001), “Traffic-related air pollution affects peak expiratory flow, exhaled nitric oxide, and inflammatory nasal markers”, *Arch. Environ. Health*, **56**, 167-174.

- Steenenbergh, P.A., Janssen, N.A.H., de Meer, G., Fischer, P.H., Nierkens, S., van Loveren, H., Opperhuizen, A., Brunekreef, B. ve van Amsterdam, J.G. (2003), "Relationship between exhaled NO relationship between exhaled NO, respiratory symptoms, lung function, bronchial hyperresponsiveness, and blood eosinophilia in school children", *Thorax*, **58**, 242–245.
- Studnicka, M., Hackl, E., Pischinger, J., Fangmeyer, C., Haschke, N., Kuhr, J., Urbanek, R., Neumann, M. ve Frischer, T. (1997), "Traffic-related NO₂ and the prevalence of asthma and respiratory symptoms in seven year olds", *Eur. Respir. J.*, **10**, 2275-2278.
- Şıklar, E.İ., (2000), *Regresyon analizine giriş*, Anadolu Üniversitesi yayınları, no. 1255. Fen Fakültesi yayınları no. 16. Eskişehir.
- Tabaku, A., Bejtja, G., Bala, S., Toci, E. ve Resuli, J. (2011), "Effects of air pollution on children's pulmonary health", *Atmos. Environ.*, **45**, 7540-7545
- Tamay, Z., Akcay, A., Ones, U., Guler, N., Kilic, G. ve Zencir, M. (2007), "Prevalence and risk factors for allergic rhinitis in primary school children", *Int. J. Pediatr. Otorh.*, **71**, 463-471.
- Tang, C.S., Chang, L.T., Lee, H.C. ve Chan, C.C. (2007), "Effects of personal particulate matter on peak expiratory flow rate of asthmatic children", *Sci. Total Environ.*, **382**, 43-51.
- Tecer, L.H., Alagha, O., Karaca, F., Tuncel, G. ve Eldes, N. (2008), "Particulate matter (PM_{2.5}, PM_{10-2.5}, and PM₁₀) and children's hospital admissions for asthma and respiratory diseases: a bidirectional case-crossover study", *J. Toxicol. Env. Health, Part A*, **71 (8)**, 512- 520.
- Thepanondh, S. ve Toruska, W. (2011), "Proximity Analysis of Air Pollution Exposure and Its Potential Risk", *J. Environ. Monit.*, **13(5)**, 1264-1270.
- Timonen, K.L., Pekkanen, J., Tiittanen, P. ve Salonen, R.O. (2002), "Effects of air pollution on changes in lung function induced by exercise in children with chronic respiratory symptoms", *Occup Environ Med*, **59**, 129–134.
- Tolbert, P.E., Mulholland, J.A., MacIntosh, D.L., Xu, F., Daniels, D., Devine, O.J., Carlin, B.P., Klein, M., Dorley, J., Butler, A.J., Nordenberg, D.F., Frumkin,

- H., Ryan, P. B. ve White, M.C. (2000), "Air quality and pediatric emergency room visits for asthma in Atlanta, Georgia", *Am. J. Epidemiol.*, **151**, 798-810.
- Tomaç, N., Demirel, F., Acun, C. ve Ayoglu, F. (2005), "Prevalence and risk factors for childhood asthma in Zonguldak, Turkey", *Allergy Asthma Proc.*, **26**, 397-402
- Trasande, L. ve Thurston, G.D., (2005), "The role of air pollution in asthma and other pediatric morbidities", *J. Allergy Clin Immunol.*, **115**, 689-699.
- Trenga, C.A., Sullivan J.H., Schildcrout J.S., Shepherd K.P., Shapiro G.G., Liu L-J.S., Kaufman J.D. ve Koenig J.Q., (2006), "Effects of particulate air pollution on lung function in adult and pediatric subjects in a Seattle panel study", *Chest*, **129**, 1614-1622.
- Tzivian, L. (2011), "Outdoor air pollution and asthma in children", *J. Asthma*, **48**, 470-481.
- Uysal, N. ve Schapira, R.M. (2003), "Effects of ozone on lung function and lung diseases", *Curr. Opin. Pulm. Med.*, **9**, 144-150.
- VanVliet, P., Knape, M., deHartog, J., Janssen, N., Harssema, H. ve Brunekreef, B. (1997), "Motor vehicle exhaust and chronic respiratory symptoms in children living near freeways", *Environ. Res.*, **74**, 122-132.
- Vedal, S., Petkau, J., White, R. ve Blair, J. (1998), "Acute effects of ambient inhalable particles in asthmatic and nonasthmatic children", *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, **157**, 1034-1043.
- von Mutius, E., Weiland, S.K., Fritzsch, C., Duhme, H. ve Keil, U. (1998), "Increasing prevalence of hay fever and atopy among children in Leipzig, East Germany", *Lancet*, **351**, 862-866.
- von Mutius, E. (2000), "The environmental predictors of allergic disease", *J. Allergy Clin. Immunol.*, **105** (1), 9-19.
- Wang, T.N., Ko, Y. C., Chao, Y. Y., Huang, C. C. ve Lin, R. S. (1999), "Association between indoor and outdoor air pollution and adolescent asthma from 1995 to 1996 in Taiwan", *Environ. Res.*, **81**, 239-247.

- Wark, K., Warner C.F. ve Davis W.T. (1998), *Air pollution : its origin and control*, 3.baskı, Addison-Wesley, Menlo Park, Calif. USA.
- Weiland, S.K., Mundt, K.A., Ruckmann, A. ve Keil, U. (1994), “Self reported wheezing and allergic rhinitis in children and traffic density on street of residence”, *Ann. Epidemiol.*, **4**, 243–247.
- White, M.C., Etzel, R.A., Wilcox, W.D. ve Lloyd, C. (1994), “Exacerbations of childhood asthma and ozone pollution in Atlanta”, *Environ. Res.*, **65**, 56-68.
- Wjst, M., Reitmeir, P., Dold, S., Wulff, A., Nicolai, T., Vonloeffelholzcolberg, E. F. ve von Mutius, E. (1993), “Road traffic and adverse effects on respiratory health in children”, *BMJ*, **307**, 596–600.
- YoussefAgha, A.H., Jayawardene, W.P., Lohrmann, D.K. ve El Afandi, G.S. (2012), “Air pollution indicators predict outbreaks of asthma exacerbations among elementary school children: integration of daily environmental and school health surveillance systems in Pennsylvania”, *J. Environ. Monitor.*, **14**, 3202-3210.
- Yurdakul, A.S. (2002), “Akciğer hastalıklarında ekspire edilen havadaki nitrik oksit ölçümü”, *Türkiye Klinikleri J. Med. Sci.*, **22**, 438-441.
- Zmirou, D., Gauvin, S., Pin, I., Momas, I., Sahraoui, F., Just, J., Le Moullec, Y., Bremont, F., Cassadou, S., Reungoat, P., Albertini, M., Lauvergne, N., Chiron, M., Labbe, A., Vesta Investigators (2004), “Traffic related air pollution and incidence of childhood asthma: results of the Vesta case-control study”, *J. Epidemio. Commun. H.*, **58**, 18-23.
- Zuraimi, M.S., Tham, K.W., Chew, F.T., Ooi, P.L. ve Koh, D. (2011), “Home air-conditioning, traffic exposure, and asthma and allergic symptoms among preschool children”, *Pediatr. Allergy Immu.*, **22**, e112-e118.

EKLER

Ek-1 Çocuklar için Sağlık Anketi Formu

MATRA-Projesi- GİRİŞİM YAPABİLECEK FAKTÖRLER SORU KAĞIDI (Mayıs 2008)

Açıklama

Sayın katılımcı Hollanda Hükümeti Dış İşleri Bakanlığınca finanse edilen, Hollanda'dan Royal Haskoning, Türkiye'den Anadolu Üniversitesi ve Mustafa Kemal Üniversitesi'nin ortaklaşa yürüttüğü bir MATRA Projesi olan "Eskişehir ve İskenderun'da Temiz hava için el ele" çalışmanın yürütüldüğü yörelerde konuyla ilgisi olan resmi kurumları, sanayicileri, akademisyenleri ve demokratik kitle örgütlerini bir araya getirerek ortak bir çözüme ulaşmayı amaçlayan bir ortak girişimdir. Bu anket proje çerçevesinde yürütülen çalışmalardan biridir. Anketin içinde yaşanan evin özellikleri, evde yaşayanların sigara kullanma alışkanlıkları ve çocuğunuzun günlük zaman kullanım faaliyetleri ile ilgili sorular bulacaksınız. Hava kirliliği ve solunum yolları rahatsızlıkları arasındaki ilişkiyi etkileyebileceğinden anket kapsamında incelenen farklı çocuk grupları arasında karşılaştırma yapabilmek için tüm bu faktörlerin ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle ankette yer alan tüm soruları tercihen çocuğun annesi tarafından tam olarak yanıtlanması son derece önemlidir. Soruların büyük çoğunluğu doğru yanıtın ☒ şeklinde işaretlenebileceği türdendir. Bazı sorularda ise yanıtın bırakılan boşluğa yazıyla kaydedilmesi gerekmektedir. Anketi yanıtladığınız ve çabamıza katkı sağladığınız için teşekkür ederiz.

1. GENEL SORULAR

1.1. Okul adı _____

1.2. Anket tarihi _____ / _____ / 2008
gün ay yıl

1.3. Çocuğunuzun adı, soyadı _____

1.4. Telefon numarası: _____

1.5. Anket kim tarafından dolduruluyor?

☐ 1. çocuğun annesi

☐ 2. çocuğun babası

☐ 3. diğer, isim olarak _____

1.6. Çocuğunuzun doğum tarihi _____ / _____ / _____
gün ay yıl

1.7. Çocuğunuzun cinsiyeti

☐ erkek / ☐ kız

1.8. Çocuğın oturduğu ev ile okuduğu okulun arasındaki uzaklık yaklaşık kaç metredir?_____

2. AİLELERİN EĞİTİM DÜZEYİ

2.1. Anne ve babanın eğitim durumu nedir? (en son mezun olduğu okulu işaretleyiniz)

Anne:

- ☐ 1. ilkokul
- ☐ 2. ortaokul
- ☐ 3. lise
- ☐ 4. yüksekokul
- ☐ 5. 4 yıllık üniversite programı
- ☐ 6. lisans üstü

Baba:

- ☐ 1. ilkokul
- ☐ 2. ortaokul
- ☐ 3. lise
- ☐ 4. yüksekokul
- ☐ 5. 4 yıllık üniversite programı
- ☐ 6. lisans üstü

3. ASTIM SORULARI

3.1. Çocuğunuza hiç astım teşhisi kondu mu?

☐evet ☐ hayır

3.2. Son 12 ay boyunca, egzersiz sırasında veya sonrasında çocuğunuzda hiç göğüsten gelen hırıltılı/hışıltılı ses duydunuz mu?

☐evet ☐ hayır

3.3. Son 12 ay boyunca, geceleri çocuğunuzda hiç kuru öksürük duydunuz mu?

☐evet ☐ hayır

3.4. Çocuğunuz geçmişte hiç göğsünde herhangi bir hırıltı (hışıltılı nefes) yada ıslık gibi ses (uğuldama) hissetti mi?

☐evet ☐ hayır

3.5. Çocuğunuz son 12 ay içinde göğsünüzde herhangi bir hırıltı (hışıltılı nefes) yada ıslık gibi ses (uğuldama) hissetti mi?

☐evet ☐ hayır

Yanıt evet ise aşağıdaki sorulara devam edin, değilse lütfen 4. kısımdaki rinit sorularına geçin.

3.6. Son 12 ay boyunca çocuğunuz kaç defa hışılıtlı nefes nöbeti geçirdi?

- ☐ 1. hiç
- ☐ 2. 1 ile 3 arası
- ☐ 3. 4 ile 12 arası
- ☐ 4. 12'den daha fazla

3.7. Son 12 ay boyunca, ortalama olarak, kaç defa çocuğunuzun uykusu hırıltı/hışılıtlı nedeniyle bölündü?

- ☐ 1. hırıldayarak uyanma hiç olmadı
- ☐ 2. haftada 1 defadan daha az
- ☐ 3. haftada bir veya daha fazla defa

3.8. Son 12 ay boyunca, hiç çocuğunuzun iki nefes arasında konuşmasını engelleyecek kadar hırıltısı/hışılıtlısı oldu mu?

☐ evet ☐ hayır

4. RİNİT SORULARI

4.1. Çocuğunuz hiç saman nezlesi oldu mu?

☐ evet ☐ hayır

4.2. Çocuğunuz üşüttüğü veya grip olduğu zamanlar haricinde hiç aksırma, hapşırma, burun akması ve tıkanması ile karşılaştı mı?

☐ evet ☐ hayır

Yanıt evet ise aşağıdaki sorulara devam edin, değilse lütfen 5. kısımdaki egzama sorularına geçin.

4.3. Son 12 ay boyunca, çocuğunuz üşüttüğü veya grip olduğu zamanlar haricinde hiç aksırma, hapşırma, burun akması ve tıkanması ile karşılaştı mı?

☐ evet ☐ hayır

Yanıt evet ise aşağıdaki sorulara devam edin, değilse lütfen 5. kısımdaki egzama sorularına geçin.

4.4. Son 12 ay boyunca, burunla ilgili bu problemlerin beraberinde gözlerin kaşınması ve sulanması sorunu da yaşandı mı?

☐ evet ☐ hayır

4.5. Son 12 ayın hangilerinde, burunla ilgili bu problemler yaşandı? (lütfen ilgili kutucukları işaretleyiniz)

- | | | | | | |
|---------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| 1.Ocak | ☐ | 5.Mayıs | ☐ | 9. Eylül | ☐ |
| 2.Şubat | ☐ | 6.Haziran | ☐ | 10.Ekim | ☐ |
| 3.Mart | ☐ | 7.Temmuz | ☐ | 11.Kasım | ☐ |
| 4.Nisan | ☐ | 8.Ağustos | ☐ | 12.Aralık | ☐ |

4.6. Son 12 ay boyunca, burunla ilgili bu problemler çocuğunuzun günlük yaşamına ne düzeyde olumsuz etkide bulundu?

- ☐ 1. hiç
- ☐ 2. az düzeyde
- ☐ 3. orta düzeyde
- ☐ 4. çok

5. EGZAMA SORULARI

5.1. Çocuğunuza hiç egzama teşhisi kondu mu? ☐evet ☐ hayır

5.2. Çocuğunuz en az altı ay boyunca ortaya çıkan kaşıntı yapan döküntü problemi ile hiç karşılaştı mı? ☐evet ☐ hayır

Yanıt evet ise aşağıdaki sorulara devam edin, değilse lütfen 6. kısımdaki sorulara geçin.

5.3. Son 12 ay boyunca, çocuğunuz kaşıntı yapan döküntü problemi ile hiç karşılaştı mı? ☐evet ☐ hayır

Yanıt evet ise aşağıdaki sorulara devam edin, değilse lütfen 6. kısımdaki sorulara geçin.

5.4. Çocuğunuzun yaşadığı kaşıntı yapan döküntü problemi hiç aşağıdaki organlarından birisini etkiledi mi? ☐evet ☐ hayır

dirseklerin çıkıntıları, diz ve dirseklerin arkası, ayak bileğinin ön kısmı, kalçalar, boyun çevresi, kulaklar ve gözler

5.5. Bu kaşıntı yapan döküntü problemi ilk defa çocuğunuz kaç yaşında iken başladı?

- ☐ 1. çocuk 2 yaşın altında iken
- ☐ 2. çocuk 2-4 yaş arasında iken
- ☐ 3. ortalama 5 yaş ve üzeri

5.6. Son 12 ay boyunca, hiç bu döküntü sorununun tamamen ortadan

kalktığı oldu mu?

☐ evet ☐ hayır

5.7. Son 12 ay boyunca, çocuğunuz ortalama olarak ne sıklıkta bu döküntü sorunu nedeniyle gece uykusundan kalktı?

- ☐ 1. son 12 ay boyunca gece döküntü yüzünden uyanma hiç olmadı
- ☐ 2. haftada 1 defadan daha az
- ☐ 3. haftada bir veya daha fazla defa

6. EV VE EV SAKİNLERİ İLE İLGİLİ SORULAR

6.1.Çocuğunuz geceleri odasında tek başına mı uyuyor?

☐ evet ☐ hayır

6.2.Evinizde kaç adet oda var? (Mutfak, banyo, tuvalet, balkon, kiler ve koridorları saymayınız)

Lütfen yuvarlak içine alınız: 1 2 3 4 5 6 7 8 9+

Lütfen doldurunuz: ____ oda ____ salon

6.3.Aşağıdakilerden hangisi oturduğunuz binaya en çok uyuyor?

- ☐ 1. Başka bir evden ayrılmış tek ailelik ev (bahçeli mustakil ev)
- ☐ 2. Diğer evlere bitişik tek ailelik ev (diğer evlere bitişik mustakil ev)
- ☐ 3. Apartman (birden fazla ailenin yaşadığı bina, diğer evlere bitişik)
- ☐ 4. Apartman (birden fazla ailenin yaşadığı bina, bahçeli veya site şeklinde)
- ☐ 5. Diğer, lütfen belirtiniz _____

6.4.Evinizin olduğu bina kaç katlı? (eviniz çok katlıysa, en alttaki kattan başlayarak ve zemin katı 0 kabul ederek sayınız.)

6.5.Eviniz kaçinci katta bulunuyor? (eviniz çok katlıysa, en alttaki kattan başlayarak ve zemin katı 0 kabul ederek sayınız.)

Bodrum Zemin 1 2 3 4 5 6 7 8 9+

6.6.Oturduğunuz bina hangi sene yapılmış?

(Yapılan yenileme, ekleme, dönüştürme işlerini dikkate almadan, evinizin ilk yapıldığı tarihi işaretleyiniz.)

- ☐ 1. 2005 ve daha sonrası
- ☐ 2. 1990 - 2004
- ☐ 3. 1980 to 1989
- ☐ 4. 1970 to 1980
- ☐ 5. 1960 to 1969
- ☐ 6. 1950 to 1959
- ☐ 7. 1940 to 1949
- ☐ 8. 1939 veya daha öncesi
- ☐ 9. bilmiyorum

6.7.Aileniz bu eve ilk ne zaman taşındı? Lütfen yıl olarak belirtiniz, _____

6.8.Evinizde kaç kişi yaşıyor? (sizinle birlikte) _____

6.9.Evinizin İÇİNDE sürekli olarak sigara içen birisi var mı? ☐ evet ☐ hayır

Eğer 6.9. soruya yanıtınız evet ise, 6.10. sorudan devam edin, değilse 6.13. soruya geçin.

6.10. EVİNİZİN İÇİNDE anne tarafından günde ortalama kaç adet sigara, pipo veya puro kullanılıyor?

(sigara sayısı)

(puro ve/veya pipo sayısı)

☐ Anne sigara kullanmıyor

6.11.EVİNİZİN İÇİNDE baba tarafından günde ortalama kaç adet sigara, pipo veya puro kullanılıyor?

(sigara sayısı)

(puro ve/veya pipo sayısı)

☐ Baba sigara kullanmıyor

6.12. EVİNİZİN İÇİNDE diğer kişiler tarafından günde ortalama kaç adet sigara, pipo veya puro kullanılıyor?

_____ ☐ Diğer kişiler sigara kullanmıyor
(sigara sayısı) (puro ve/veya pipo sayısı)

6.13.Evinizde yemek pişirmek için hangi yakıt kullanılıyor?

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1.Gaz | ☐ evet ☐ hayır |
| 2.Tüp | ☐ evet ☐ hayır |
| 3.Kömür sobası | ☐ evet ☐ hayır |
| 4.Odun sobası | ☐ evet ☐ hayır |
| 5.Elektrik | ☐ evet ☐ hayır |
| 6. Diğer, lütfen belirtiniz _____ | |

6.14. Kış dönemi boyunca, evinizi ısıtmak için yemek pişirdiğiniz ocağı yada sobayı ev ısıtma amaçlı olarak da kullanıyor musunuz?

- ☐ 0. Hayır
- ☐ 1. Evet, haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 2. Evet, haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 3. Evet, haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 4. Evet, haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 5. Evet, haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 6. Evet, haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*

6.15.Yaşam ortamlarınızda gaz yakıtlı su ısıtıcısı (şofben) bulunuyor mu? ☐evet ☐ hayır

6.15. soruya yanıtınız “evet” ise lütfen aşağıdaki sorulardan devam ediniz, değilse 6.18. soruya geçiniz.

6.16.Kullandığınız su ısıtıcı (şofben) havalandırmaya bağlı mı? ☐evet ☐ hayır
(egzoz gazlarının atılması için baca bağlantısı bulunuyor mu?)

6.17.Su ısıtıcınız nerede bulunuyor?

(Yanıtı/yanıtları işaretleyiniz - birden fazla seçenek işaretlenebilir)

- ☐ 1. Mutfakta
- ☐ 2. Evin oturma odasına yakın başka bir odasında
- ☐ 3. Çatıda yada bodrumda
- ☐ 4. Garajda
- ☐ 5. Diğer, lütfen belirtiniz _____

6.18.Evinizde ana ısınma kaynağı nedir?

(lütfen en sık kullanılanı işaretleyiniz)

- ☐ 1. Merkezi kalorifer (doğalgaz, fuel oil veya kömür yakıtlı ve oturma odasının içinde olmayan sistem)
- ☐ 2. Doğalgaz kombi
- ☐ 3. Kömür veya odun sobası
- ☐ 4. Oturma odasında gazlı ısıtıcı
- ☐ 5. Elektrikli ısıtıcı
- ☐ 6. Yağ veya kerosenli (paraffin) ısıtıcı
- ☐ 7. Şömine
- ☐ 8. Merkezi sıcak şebekesine bağlı
- ☐ 9. Diğer, lütfen belirtiniz _____

6.19. Evinizdeki tüm odalarda kış dönemi boyunca düzenli olarak kullanılan ısıtma ekipmanları bulunuyor mu? (soba yada kalorifer peteği gibi)

- ☐ 1. Sadece oturma odasında
- ☐ 2. Oturma odasında ve çocuğun yatak odasında
- ☐ 3. Oturma odasında, yatak odalarında ve diğer odalarda

6.20.Çocuğunuz kış aylarında hangi odada uyuyor?

- ☐ 1. Yatak odası
- ☐ 2. Oturma odası
- ☐ 3. Çocuk odası
- ☐ 4. Diğer _____

6.21.Çocuğunuz kış aylarında gece aynı odada kaç kişi ile birlikte (çocuğun kendisi hariç) uyuyor?

Lütfen yuvarlak içine alınız: 0 1 2 3 4+

6.22.Kış dönemi boyunca, yaşam ortamlarınızda taşınabilir havalandırma sistemi olmayan

KEROSENE (gaz yağı) ısıtıcılarını kullanıyor musunuz?

☐evet ☐ hayır

6.22. soruya yanıtınız “evet” ise lütfen aşağıdaki sorudan devam ediniz, değilse 6.24. nolu soruya geçiniz.

6.23. KEROSEN (gaz yağı) ısıtıcınızı kış dönemi boyunca ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

- ☐ 1. haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 2. haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 3. haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 4. haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 5. haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 6. haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*

6.24.Kış dönemi boyunca, yaşam ortamlarınızda taşınabilir havalandırma sistemi olmayan

tüplü, gazlı ısıtıcıları kullanıyor musunuz?

☐evet ☐ hayır

6.24. soruya yanıtınız “evet” ise lütfen aşağıdaki sorudan devam ediniz, değilse 6.26. nolu soruya geçiniz.

6.25. Tüplü, gazlı taşınabilir ısıtıcınızı kış dönemi boyunca ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

- ☐ 1. haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 2. haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 3. haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 4. haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 5. haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 6. haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*

6.26.Kış dönemi boyunca, evinizi ve yaşam ortamlarınızı ısıtmak için kömür veya odun

sobası kullanır mısınız?

☐evet ☐ hayır

6.26. soruya Yanıtınız “evet” ise lütfen aşağıdaki sorudan devam ediniz, yanıtınız “evet” değilse 6.28.. soruya geçiniz.

6.27.Kömür veya odun sobanızı kış dönemi boyunca ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

- ☐ 1. haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 2. haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 3. haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 4. haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 5. haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 6. haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*

6.28.Kış dönemi boyunca, evinizi ve yaşam ortamlarınızı ısıtmak için

şömine kullanıyor musunuz?

☐evet ☐ hayır

6.28 soruya yanıtınız “evet” ise lütfen aşağıdaki sorudan devam ediniz, yanıtınız “evet” değilse 6.30. soruya geçiniz.

6.29.Şöminenizi kış dönemi boyunca ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

- ☐ 1. haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 2. haftada 1 günden daha az ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 3. haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 4. haftada 1 veya 2 gün ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 5. haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha az kullanıldığı durumlarda*
- ☐ 6. haftada 3 gün veya daha fazla ve *günde 1 saatten daha fazla kullanıldığı durumlarda*

6.30. Son iki yıl boyunca evinizde hiç rutubet lekeleri oldu mu?

- ☐ 1. Hayır olmadı
- ☐ 2. Bazen
- ☐ 3. Sık sık
- ☐ 4. Sürekli

6.31. Son iki yıl boyunca evinizde hiç küf tabakası oldu mu?

- ☐1. Hayır olmadı
- ☐2. Bazen
- ☐3. Sık sık
- ☐4. Sürekli

6.32. Şu anda evinizde kürk veya tüyü olan ev hayvanınız var mı veya geçmişte oldu mu? (lütfeñ sene belirtiniz)

- ☐1. Evet, 200__ yılından bu yana var (6.33 sorudan devam edin)
- ☐2. Hayır, 200__ yılından beri yok (6.34 sorudan devam edin)
- ☐3. Hayır, hiç olmadı (6.34 sorudan devam edin)

6.33. Şu anda evinizde ne tür evcil hayvan besliyorsunuz?

- ☐1. Kedi
- ☐2. Köpek
- ☐3. Kuş
- ☐4. Tavşan, hamster yada diğerk kemirgen hayvan
- ☐5. Diğerk, lütfeñ belirtiniz_____

6.34.Çocuğunuz kış aylarında genelde pencere açık uyur mu?

☐evet ☐ hayır

6.35.Evinizde kış aylarında genelde açık duran pencere veya havalandırma ızgarası var mı?

☐evet ☐ hayır

Anket bitti

İlginiz ve sabrınız için teşekkür ederiz!