

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİNİ ETKİLEYEN
VE ŞEHİR PLANLAMA İLE KONTROL
EDİLEBİLEN FİZİKSEL FAKTÖRLERİN
MEKÂNSAL İSTATİSTİK YÖNTEMLERİ İLE
İNCELENMESİ**

Nur Sinem ÖZCAN

Mayıs, 2016

İZMİR

**KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİNİ ETKİLEYEN
VE ŞEHİR PLANLAMA İLE KONTROL
EDİLEBİLEN FİZİKSEL FAKTÖRLERİN
MEKÂNSAL İSTATİSTİK YÖNTEMLERİ İLE
İNCELENMESİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Şehir ve Bölge Planlama Programı

Nur Sinem ÖZCAN

Mayıs, 2016

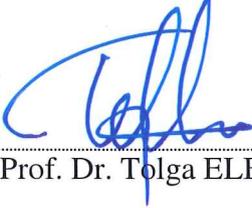
İZMİR

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

NUR SİNEM ÖZCAN tarafından PROF. DR. K. MERT ÇUBUKÇU yönetiminde hazırlanan “KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİNİ ETKİLEYEN VE ŞEHİR PLANLAMA İLE KONTROL EDİLEBİLEN FİZİKSEL FAKTÖRLERİN MEKÂNSAL İSTATİSTİK YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. K. Mert ÇUBUKÇU

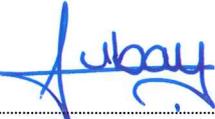
Yönetici


Prof. Dr. Tolga ELBİR

Tez İzleme Komitesi Üyesi


Doç. Dr. Muhammed AYDOĞAN

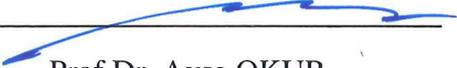
Tez İzleme Komitesi Üyesi


Prof. Dr. Gülseven ÜBAY TÖNÜK

Jüri Üyesi


Prof. Dr. Koray ÖZCAN

Jüri Üyesi


Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca hem akademik kimliğimin hem de insani niteliklerimin gelişmesinde çok önemli rolü olan, sabırla doğru olanı öğretmekten vazgeçmeyen, planlama meslek alanında ufkumu açan danışman hocam Sayın Prof.Dr. K. Mert ÇUBUKÇU'ya; farklı bir meslek disiplini bana tanıtan ve çalışma sürecimde yardımlarını ve imkânlarını esirgemeyen Doktora Jüri Üyesi hocam Sayın Prof.Dr. Tolga ELBİR'e; hem uzman olduğu alanda paylaştığı bilgiler hem de verdiği yüksek motivasyonla bu tez sürecini daha rahat atlatmamı sağlayan Doktora Jüri Üyesi hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. Muhammed AYDOĞAN'a; yapılan ölçümlerin sorunsuz bir şekilde ve zamanında tamamlanmasını sağlama, Hava Kirliliği Laboratuvarı'nda görev yapmakta olan Sayın Yetkin DUMANOĞLU, Hasan ALTIOK ve Esat ŞAHİN'e; bu süreci her boyutuyla en detaylı bilen kişiler arasında yer alan, desteğini ve eleştirilerini esirgemeyen, oda arkadaşım ve kıymetli hocam Sayın M. Burcu SILAYDIN AYDIN'a; DEÜ'ne geldikten sonra kendilerini tanıma şansı bulduğum, bana inanan ve güvenen, hem meslektaş hem de dost olarak bağımızın kopmayacağına inandığım değerli hocalarım Sayın Hayat ZENGİN ÇELİK, H. Evren ERDİN, Yıldırım ORAL ve Şener SOLAK'a; öğrettikleri ve desteği olmadan bu işi başarabileceğime inanmadığım, kendime pek çok konuda örnek aldığım kıymetli dostum ve hocam Sayın Çiğdem TARHAN'a; aynı zamanda göreve başladığımız ve birlikte görev yaptığımız süre boyunca desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım İrem AYHAN SELÇUK, Zeynep ELBRUZ ve E. Duygu KAHRAMAN'a; çalışmalarımı tamamlayabilmem için gerekli olan verileri ve dokümanları benimle paylaşan kıymetli arkadaşlarım Nursun KARABURUN AKINCI ve Ezgi ACER'e; her biri benim "büyük ve geniş" ailemin parçası olan, tüm başarıları ve başarısızlıkları birlikte deneyimlediğimiz, yaşamda birlikte yürüdüğümüz Süheyla BÜYÜKBAGRIAÇIK, Kerim PARTİGÖÇ, Hürriyet TAŞER, Özgün SOYLU'ya ve kıymetli dostlarım İlkey ÇAYAKAR ve Ezgi ELVEREN'e; bu sürecin en yakın tanığı olan, "Sen neleri başardın, bunu da halledersin!" şeklinde beni motive eden değerli eşim Gökmen ÖZCAN'a; bana her daim destek olan, başarabileceğime inanan, varlıklarıyla beni mutlu eden ve mücadeleye devam edebilmem için beni yüreklendiren herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Nur Sinem ÖZCAN

KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİNİ ETKİLEYEN VE ŞEHİR PLANLAMA İLE KONTROL EDİLEBİLEN FİZİKSEL FAKTÖRLERİN MEKÂNSAL İSTATİSTİK YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

ÖZ

Kentsel alanlarda yaşanan hava kirliliği problemi, hayati önemi olan bir araştırma alanıdır. Bu çalışmada kentteki hava kirliliği düzeyinin şehir planlaması disiplini ile kontrol edilebilen değişkenlerle açıklanması ve istatistiksel yöntemler kullanılarak modellenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında İzmir İli, Çiğli İlçesi'nde koordinatları belirlenmiş olan toplam 64 noktada pasif örnekleyiciler kullanılarak hava kalitesi ölçümleri (kükürt dioksit ve azot dioksit kirletici konsantrasyonları) yapılmıştır. Mekânsal sistematik örnekleme yöntemi kullanılarak konumları belirlenen ölçüm noktalarında kış ve yaz dönemlerinde (ayrı ayrı yaklaşık 2 haftalık periyotlarda) toplam 4 haftada ölçüm çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yürütülen diğer çalışmalar kapsamında çalışma alanında bulunan binalara, ölçüm noktalarına, ulaşım sistemine ve fiziksel yapıya ilişkin fiziksel veri tabanları oluşturulmuştur.

Çalışma alanında ölçüm yapılan noktalar için ayrı alan çapları oluşturulmuş; her iki kirletici türü için seçilen modellerin sadece 250 metrelik alan çapında anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Kentsel hava kirliliği düzeyleri ölçüm noktalarına, ölçüm değerlerine, arazi kullanım türlerine, ısınma türlerine, bina özelliklerine, ulaşım türlerine, meteorolojik faktörlere ilişkin ve logaritmik formdaki değişkenler ile çoklu regresyon yöntemi ve mekânsal otokorelasyon yöntemleri kullanılarak açıklanmaya çalışılmıştır.

SPSS, GeoDa ve ArcMap yazılımları kullanılarak yapılan analizler sonucunda elde edilen regresyon değerleri karşılaştırılmıştır. Kükürt dioksit kirletici türü için seçilen final modelde bağımlı değişkenin varyansının yüzde 52,7'si (R kare değeri 0,527); azot dioksit kirletici türü için seçilen final modelde bağımlı değişkenin varyansının yüzde 56,3'ü (R kare değeri 0,563) açıklanabilmektedir. Yeşil alan kullanımı, topoğrafyanın yüksekliği ve doğalgaz kullanım oranı azot dioksit kirletici

değerleri ile ters orantılı; binaların yüksekliği, konut birimi sayısı, bina taban alanı büyüklüğü, yol genişliği, 1. derece yolların varlığı, güneşlenme süresi ve sanayi tesislerinin sayısı ise doğru orantılı bulunmuştur. Açık ve yeşil alan kullanımı büyüklüğü, yeşil alan kullanımı, 2. ve 3. derece yolların varlığı, doğalgaz kullanım oranı ve yağış miktarı kükürt dioksit değerleri ile ters orantılı; doğalgaz dışındaki diğer ısınma türlerini kullanan bina sayısı ve bina taban alanı büyüklüğü ise doğru orantılı bulunmuştur. Seçilen modellerde yer alan değişkenlerin tamamına yakını istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Kentsel hava kirliliği, kirletici konsantrasyonları, klasik ve mekânsal istatistik, pasif örnekleme, şehir planlama.

EXAMINING THE URBAN AIR POLLUTION FACTORS THAT CAN BE CONTROLLED THROUGH URBAN PLANNING DECISIONS USING SPATIAL STATISTIC TECHNIQUES

ABSTRACT

Air pollution problem in urban areas is a vital research area. This study aims to show that the spatial statistic techniques can well be used to examine and explain the air pollution levels in urban areas. The data for the sulphur dioxide and nitrogen dioxide concentrations are measures using passive diffusion tubes at the 64 monitoring sites in the district of Çiğli, İzmir. The tubes are exposed for 4-weeks period (separately 2-weeks period for winter and summer seasons) in the monitoring sites which are selected through a spatial systematic sampling process. Different databases including independent variables of this study are created in parallel to the measurements such as buildings, the measurement points, the physical structure and transportation system.

In the study area three types of buffers are created for the monitoring sites. It's observed that the selected models for each pollutant type are significant in 250 meters buffer. The level of urban air pollution are explained using the monitoring sites, the measurement values, land use types, domestic warming types, buildings' attributes, transportation modes, meteorological factors and the logarithmic forms of independent variables. The relationship between dependent and independent variables is examined using linear multiple regression and spatial autocorrelation methods.

The results of regression analyses that are obtained using SPSS, GeoDa and ArcMap soft wares are compared. The final model explains 52.7 percent of the variation in the level of sulphur dioxide concentrations on the independent variables of model, while the final explains 56.3 percent of the variation in the level of nitrogen dioxide concentrations on the independent variables of model. The land use type as green area, height of the topography and the rate of natural gas usage are found to be negatively related to the level of nitrogen dioxide. Although the height of

building, the number of housing units, the size of building floor, the road width, 1st degree roads, the period of insolation and the number of industrial facilities are found to be positively related to the level of nitrogen dioxide. The size of open and green areas, land use type as green area, 2nd and 3rd degree roads, the rate of natural gas usage and the amount of precipitation are found to be negatively related to the level of sulphur dioxide. However, the number of housing units which are preferred other types of domestic heating except natural gas and the size of building floor are found to be positively related to the level of sulphur dioxide. Most of variables in the selected models are found to be statistically significant.

Keywords: Urban air pollution, pollutant concentrations, classical and spatial statistics, passive sampling, urban planning.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

BÖLÜM İKİ - LİTERATÜR DERLEMESİ 7

2.1 Hava Kirliliğinin Tanımı	7
2.2 Kükürt Dioksit (SO ₂)	12
2.3 Azot Dioksit (NO ₂)	12
2.4 Kentsel Hava Kirliliğiyle İlgili Geçmiş Çalışmalar ve Alınan Sonuçlar	20
2.5 Literatür Çerçevesinde Yapılabilecek Çıkarımlar	28
2.5.1 Kirletici Türü ve Kaynağına Göre Çalışmalar ve Alınan Sonuçlar	28
2.5.2 Çalışma Alanının Ölçeğine Göre Çalışmalar ve Alınan Sonuçlar.....	32
2.5.3 Ölçüm Dönemine Göre Çalışmalar ve Alınan Sonuçlar.....	35

BÖLÜM ÜÇ - VERİ TOPLAMA VE VERİ TABANI OLUŞTURMA..... 37

3.1 Çalışma Alanının Belirlenmesi	37
3.1.1 Örneklem Alan Bilgileri	38
3.1.1.1 İdari Sınırlar	38
3.1.1.2 Eğim, Topografya, Jeomorfolojik ve Jeolojik Yapı.....	40
3.1.1.3 Demografik Yapı	42
3.1.1.4 İşgücü.....	42
3.1.1.5 Ulaşım.....	43
3.1.1.6 Bölgesel Altyapı.....	44
3.1.2 Çalışma Alanına İlişkin Plan Kararlarının İncelenmesi	45

3.2 Kentsel Hava Kirliliği Ölçümü Yapılan Noktaların Yer Seçimi.....	52
3.3 Kentsel Hava Kirliliği Ölçümünde Kullanılan Ölçüm Yöntemi.....	57
3.4 Veri Kaynakları, Ölçümlere Hazırlanma Süreci ve Ölçümler	60
3.5 Ölçüm Sonuçları.....	71
BÖLÜM DÖRT – ANALİZLER VE SENARYOLAR.....	81
4.1 Mekânsal Otokorelasyon Yöntemleri.....	86
4.2 Doğrusal Çoklu Regresyon Analizi.....	98
4.3 Mekânsal Regresyon Analizi.....	115
BÖLÜM BEŞ – SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	143
KAYNAKLAR	154
EKLER.....	172
EK 1: Hava kirliliğine neden olan kirleticilere ilişkin referans kaynaklar	172
EK 2: Ölçüm çalışmalarını için noktaların koordinatları ve ilgili hesaplar	178
EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları	181
EK 4: NO ₂ kirletici türü için nokta bazında artık değerler	191
EK 5: SO ₂ kirletici türü için nokta bazında artık değerler	193

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Yapay (antropojenik) kaynakların sınıflandırılması	10
Şekil 2.2 Ulusal düzeyde hava kalitesi ölçüm istasyonları	16
Şekil 2.3 İzmir kenti özelinde hava kalitesi ölçüm istasyonları	16
Şekil 2.4 İzmir kentinde hava kalitesi ölçüm istasyonlarının konumları	17
Şekil 2.5 Hava kalitesi ölçüm istasyonlarından görünümeler	18
Şekil 3.1 İzmir merkez kent sınırları içerisinde yer alan ilçeler	39
Şekil 3.2 Çiğli ilçesi genel görünümü (1)	41
Şekil 3.3 Çiğli ilçesi genel görünümü (2)	41
Şekil 3.4 Çalışma alanında kırsal niteliği olan örnek alanlar	41
Şekil 3.5 Çalışma alanında kentsel niteliği olan örnek alanlar	42
Şekil 3.6 İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi	43
Şekil 3.7 Çiğli – Kaklıç askeri havaalanı	44
Şekil 3.8 Çiğli ilçesi doğalgaz iletim hatları	45
Şekil 3.9 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli ova kesimi nazım imar planı planlama alanı	50
Şekil 3.10 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli ova kesimi nazım imar planı	51
Şekil 3.11 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli ova kesimi nazım imar planı kararları	51
Şekil 3.12 Mekânsal örnekleme teknikleri şematik gösterimi	54
Şekil 3.13 Oluşturulan koordinat sistemi	56
Şekil 3.14 Yerleri belirlenen ölçüm noktalarının alandaki konumları	56
Şekil 3.15 Pasif örnekleme tipleri	59
Şekil 3.16 Çalışmada kullanılan örnekleme noktaları	59
Şekil 3.17 Çalışmada örnekleme noktalarının örnekleme esnasındaki konumlarından görünümeler	60
Şekil 3.18 Örnekleme noktalarının yerleştirilmesi planlanan noktalar	65
Şekil 3.19 Örnekleme noktalarının yerleştirildiği noktalar	66
Şekil 3.20 Örnekleme noktalarının arazideki konumlarına ilişkin görüntüler (Kış dönemi) ...	69
Şekil 3.21 Örnekleme noktalarının arazideki konumlarına ilişkin görüntüler (Yaz dönemi) .	70
Şekil 3.22 Analiz çalışmalarında kullanılan yöntem	71
Şekil 3.23 Analiz çalışmalarında kullanılan cihazlar	72
Şekil 3.24 Ölçüm noktaları ve sonuçlarına ilişkin bilgiler (SO ₂ kirletici türü için)	76

Şekil 3.25 Ölçüm noktaları ve sonuçlarına ilişkin bilgiler (NO ₂ kirletici türü için) ..	77
Şekil 3.26 NO ₂ kirletici türü için kirlilik deseni.....	78
Şekil 3.27 SO ₂ kirletici türü için kirlilik deseni	79
Şekil 4.1 NO ₂ bağımlı değişkeni için Moran'ın I endeksi değeri	92
Şekil 4.2 NO ₂ bağımlı değişkeni için mekânsal otokorelasyon analizi sonucu	92
Şekil 4.3 SO ₂ bağımlı değişkeni için Moran'ın I endeksi değeri	93
Şekil 4.4 SO ₂ bağımlı değişkeni için mekânsal otokorelasyon analizi sonucu	94
Şekil 4.5 NO ₂ bağımlı değişkeni için nokta bazında anlamlılık değerinin mekânsal dağılımı	95
Şekil 4.6 NO ₂ bağımlı değişkeni için ölçülen konsantrasyon değerlerin mekânsal dağılımı	95
Şekil 4.7 NO ₂ bağımlı değişkeni için Anselin yerel Moran I istatistiği değerleri ve mekânsal dağılımı	96
Şekil 4.8 SO ₂ bağımlı değişkeni için nokta bazında anlamlılık değerinin mekânsal dağılımı	97
Şekil 4.9 SO ₂ bağımlı değişkeni için ölçülen konsantrasyon değerlerin mekânsal dağılımı	97
Şekil 4.10 SO ₂ bağımlı değişkeni için Anselin yerel Moran I istatistiği değerleri ve mekânsal dağılımı	98
Şekil 4.11 Mekânsal istatistik yöntemlerine ilişkin akış şeması	102
Şekil 4.12 Ölçüm noktaları ve 250 metrelik alan çapında arazi kullanım türleri.....	103
Şekil 4.13 250 metrelik alan çapı için oluşturulan veri tabanı	103
Şekil 4.14 NO ₂ kirletici türü için kış dönemine ait artık (residual) değerler	118
Şekil 4.15 NO ₂ kirletici türü için yaz dönemine ait artık (residual) değerler.....	118
Şekil 4.16 NO ₂ kirletici türü için kış dönemine ait artık (residual) değerlerin mekânsal dağılımı	119
Şekil 4.17 NO ₂ kirletici türü için yaz dönemine ait artık (residual) değerlerin mekânsal dağılımı	119
Şekil 4.18 SO ₂ kirletici türü için kış dönemine ait artık (residual) değerler	120
Şekil 4.19 SO ₂ kirletici türü için yaz dönemine ait artık (residual) değerler	121
Şekil 4.20 SO ₂ kirletici türü için kış dönemine ait artık (residual) değerlerin mekânsal dağılımı	121

Şekil 4.21 SO ₂ kirletici türü için yaz dönemine ait artık (residual) değerlerin mekânsal dağılımı	122
Şekil 4.22 NO ₂ kirletici düzeyleri ile yol genişliği ilişkisi	127
Şekil 4.23 NO ₂ kirletici düzeyleri ile yol tipleri (1. derece yol) ilişkisi	127
Şekil 4.24 NO ₂ kirletici düzeyleri ile yükseklik ilişkisi	128
Şekil 4.25 NO ₂ kirletici düzeyleri ile bina yüksekliği ilişkisi	128
Şekil 4.26 NO ₂ kirletici düzeyleri ile arazi kullanım durumu (yeşil alan) ilişkisi ..	129
Şekil 4.27 NO ₂ kirletici düzeyleri ile doğalgaz kullanım oranı ilişkisi	129
Şekil 4.28 NO ₂ kirletici düzeyleri ile bina büyüklüğü ilişkisi	130
Şekil 4.29 NO ₂ kirletici düzeyleri ile konut birim sayısı ilişkisi	130
Şekil 4.30 NO ₂ kirletici düzeyleri ile etkileşim değişkeni ilişkisi	131
Şekil 4.31 SO ₂ kirletici düzeyleri ile arazi kullanım durumu (yeşil alan) ilişkisi ...	132
Şekil 4.32 SO ₂ kirletici düzeyleri ile yeşil alan kullanım büyüklüğü ilişkisi	132
Şekil 4.33 SO ₂ kirletici düzeyleri ile açık alan kullanım büyüklüğü ilişkisi	133
Şekil 4.34 SO ₂ kirletici düzeyleri ile yol tipleri (2. derece yol) ilişkisi	133
Şekil 4.35 SO ₂ kirletici düzeyleri ile yol tipleri (3. derece yol) ilişkisi	134
Şekil 4.36 SO ₂ kirletici düzeyleri ile doğalgaz kullanım oranı ilişkisi	134
Şekil 4.37 SO ₂ kirletici düzeyleri ile diğer ısıtma türlerini kullanan bina sayısı ilişkisi	135
Şekil 4.38 SO ₂ kirletici düzeyleri ile bina büyüklüğü ilişkisi	135
Şekil 4.39 Senaryo I için karşılaştırmalı NO ₂ kirletici düzeyleri	138
Şekil 4.40 Senaryo II için karşılaştırmalı NO ₂ kirletici düzeyleri.....	139
Şekil 4.41 Senaryo I için karşılaştırmalı SO ₂ kirletici düzeyleri.....	142
Şekil 4.42 Senaryo II için karşılaştırmalı SO ₂ kirletici düzeyleri.....	143

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Doğal kirlilik kaynaklarından atmosfere salınan tahmini partiküler konsantrasyonları	9
Tablo 2.2 Kirleticilerin ulaşım mesafelerine göre etkili olma süreleri	10
Tablo 2.3 Başlıca kirletici kaynakları	11
Tablo 2.4 Hava kalitesinin korunmasına yönelik kanuni düzenlemeler	14
Tablo 2.5 Ulusal hava kalitesi izleme ağında yer alan ölçüm istasyonları.....	15
Tablo 2.6 Hava kalitesi ölçüm istasyonları ve ölçülen kirleticiler	17
Tablo 2.7 Hava kalitesinin korunmasına yönelik belirlenen sınır değerler	19
Tablo 2.8 Hava kalitesi değerlendirme ve yönetimi (HKDY) yönetmeliği	19
Tablo 3.1 İzmir kentinde planlama kapsamındaki yerleşmelerin büyüklükleri	39
Tablo 3.2 Çiğli ilçesi arazi kullanım türleri	47
Tablo 3.3 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli ova kesimi nazım imar planı fonksiyon dağılımı	52
Tablo 3.4 Mekânsal örnekleme teknikleri	54
Tablo 3.5 Pasif örnekleme türleri	58
Tablo 3.6 Kurumlar ile yapılan görüşme tarihleri ve temin edilen veriler	62
Tablo 3.7 Mahalleler bazında ısınma türleri	67
Tablo 3.8 Isınma türlerinin sınıflandırılması	68
Tablo 3.9 Ölçüm noktaları ve sonuçlarına ilişkin bilgiler (Kış ve yaz dönemleri)	73
Tablo 3.10 Ölçüm sonuçlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler (Kış ve yaz dönemleri)	96
Tablo 4.1 Çalışmada kullanılan değişkenlerin kısaltmaları ve açıklamaları	84
Tablo 4.2 Modellere ilişkin mekânsal istatistik analizi sonuçları	90
Tablo 4.3 NO ₂ kirletici türü için seçilen modele ait değişkenler	105
Tablo 4.4 NO ₂ kirletici türü için seçilen modele ait değişkenler	106
Tablo 4.5 NO ₂ kirletici türü için seçilen modele ait betimleyici istatistikler	108
Tablo 4.6 SO ₂ kirletici türü için seçilen modele ait betimleyici istatistikler	108
Tablo 4.7 Seçilen modellere ilişkin sonuçların karşılaştırılması	109
Tablo 4.8 NO ₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması	111
Tablo 4.9 SO ₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması	112

Tablo 4.10 NO ₂ kirletici türü için nokta bazında artık (residual) değerler	122
Tablo 4.11 SO ₂ kirletici türü için nokta bazında artık (residual) değerler	124
Tablo 4.12 Seçilen modellere ilişkin sonuçların karşılaştırılması.....	125
Tablo 4.13 NO ₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması	138
Tablo 4.14 SO ₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması	141



BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Kentsel alanlar başta olmak üzere, hava kirliliği modern yaşamın kaçınılmaz bir parçasıdır ve insanoğlunun hem biyolojik hem de ekonomik gereksinimleri arasında bir çelişkiyi ortaya koyar. Zorunlu gereksinimler için hava kalitesinin düzenlenmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Kirli havanın tanımı da bahsedilen çelişkiyi bir anlamda pekiştirmektedir. Bu tanıma göre, hava kirliliği, açık havada farklı türden kirlleticilerin canlı yaşamına ve çevre kalitesine zarar veren miktarın üzerinde bulunması olarak ifade edilebilir (İncecik, 1994).

Türkiye nüfusunun yarısından fazlası, “kent” olarak sınıflanan 20.000 kişilik nüfustan büyük yerleşimlerde yaşamaktadır. Nüfusun yarıdan fazlasını taşıyan bu yerleşimlerde, nüfus ve nüfus yoğunluğunun artışı, hızlı kentleşme, endüstriyel gelişme, üretim ve evsel ısınma süreçlerinde kullanılan fosil yakıtlar ve artan yaşam standartları talebini karşılamak üzere yoğun kaynak tüketiminin ortaya çıkması kent atmosferindeki havanın kirlenme oranını ve kirleticiler çeşitlerini gün geçtikçe arttırmaktadır (Müezzinoğlu, 2000; İncecik, 1994; Godish, 1997). Kirliliğe bağlı çevresel sorunlar, diğer alanlarda olduğu gibi, sosyal yaşamımıza da girmiş ve öylesine yerleşmiştir ki, günlük yaşamımızın terminolojisi içerisinde yüksek basınç alanı, sera etkisi, ozon tabakası, vs. gibi kavramlar sık sık telaffuz edilir hale gelmiştir.

Yapılan araştırmalara göre; her yıl Dünya’da hava kirliliğinden dolayı 3 milyon insanın öldüğü ve ölümlerin % 90’lık kısmının gelişmekte olan ülkelerde görüldüğü kaydedilmektedir (İncecik ve İm, 2013). Türkiye’de ise hava kirliliği özellikle 1950’lerden sonra bir halk sağlığı sorunu olmaya başlamıştır. Epidemiyolojik çalışmalar ve hava kalitesini izleme verileri, Türkiye’deki hava kirliliği göstergelerinden SO₂, NO₂, CO, CO₂, PM_{2.5} ve PM₁₀ düzeylerinin özellikle kış aylarında, kabul edilebilir düzeylerin üzerinde olduğu göstermektedir (İncecik, 1994; Tuncel ve diğer., 2008). Diğer taraftan, başta İstanbul, Ankara ve İzmir olmak üzere, metropoliten kentlerde hava kirliliğini azaltma çabaları başarılı olmasına karşın, orta

ve küçük ölçekli kentlerde hava kalitesinin artırılması için daha fazla çaba gerekmektedir.

Yapılan ampirik çalışmalarda; kentsel alanlarda hava kirliliğini konu alan çalışmalar kirletici türü ve kaynağı, çalışma alanının ölçeği ve ölçüm dönemi biçiminde sınıflandırılabilen olup; bu çalışmanın amacı kentteki hava kirliliği düzeyinin şehir planlaması disiplini ile kontrol edilebilen değişkenlerle (nüfus büyüklüğü ve yoğunluğu, kentsel arazi kullanımı, ısınmada kullanılan yakıt türü, bina yükseklikleri ve konumlanmaları, yol genişlikleri ve tipleri, vs.) açıklanması ve istatistiksel yöntemler kullanılarak (klasik ve mekânsal istatistik yöntemleri) modellenmesidir.

Çalışma kapsamında İzmir metropoliten kentinde farklı arazi kullanım türlerinin ve kirletici kaynakların bulunduğu bölgelerde trafik, evsel ısınma ve meteorolojik koşulların neden olduğu hava kirliliği düzeyi önceden belirlenen tarihlerde ve noktalarda ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, çalışma alanı olarak İzmir ili kent merkezinde yer alan ilçelerden biri olan Çiğli ilçesinin merkezi seçilmiştir. Çalışma alanının belirlenmesinde kent merkezi genelinde bu bölgenin nüfus ve bina yoğunluğu bakımından yeni gelişmekte olan alanlardan biri olması, farklı arazi kullanım türlerinin bir arada olması (düşük, orta ve yüksek yoğunluklu konut alanları, ticari birimleri, yeşil alanlar, eğitim ve sağlık alanları, küçük ölçekli ve organize sanayi alanları, vb.), bölge özelinde farklı hane türleri ve büyüklüklerinin bulunması, binalarda ısınma türlerinin farklılık göstermesi (merkezi ısınma, doğalgaz, vb.), ana arter ve çevre yolu bağlantılarının bölge kapsamında bulunması, kentin kimliğini yansıtan, küçük ölçekli bir alt merkez niteliği taşıması ve taşıt ve yaya sirkülasyonunun sürekli olduğu bir bölge olması gibi etmenler göz önünde bulundurulmuştur.

Bu çalışma kapsamında, çalışma alanı olarak belirlenen alanda ilgili kurum ve kuruluşlarla projeye ilişkin resmi yazışmaların yapılması, arazi çalışmasının yapılabilmesi için gerekli izinlerin istenmesi ve kirletici konsantrasyonlarının ölçülmesi amacıyla kullanılan pasif örnekleyicilerin temin edilmesi sonrasında, kış dönemine ait ölçüm çalışmaları 18 Mart – 01 Nisan 2015 tarihleri arasında ve yaz dönemi ölçüm çalışmaları ise 29 Temmuz – 14 Ağustos 2015 tarihleri arasında

gerçekleştirilmiştir. Kirletici türleri arasından kükürt dioksit (SO₂) ve azot dioksit (NO₂) seçilmiştir. Çalışma alanında hava kirliliğine neden olan kükürt dioksit (SO₂) konsantrasyonlarını endüstriyel üretim süreçleri, nüfus ve taşıt yoğunluğu, evsel ısınmada ve endüstriyel üretim süreçlerinde fosil yakıtların kullanılması (Pinto ve diğer., 1998; Daylan ve İncecik, 2002; Tuncel ve diğer., 2008) gibi faktörlerin arttırması; azot dioksit (NO₂) konsantrasyonlarını taşıt ve nüfus yoğunluğu, arazi kullanım kararları ve ana ulaşım bağlantılarına yakın bölgelerde yer seçimi (Briggs ve diğer., 2000; Evcı, 2009; Fan, Lam ve QiYu, 2012) gibi faktörlerin arttırması bu iki kirletici türünün seçilmesinin nedenleridir.

Hava kalitesi ölçümleri ve analizleri TSE 12766-01/02/03 metoduna göre pasif örnekleme yöntemi ile yapılmıştır. Ölçüm çalışmalarında pasif örnekleycilerin tercih edilmesinde en önemli nedenlerden birisi, aynı zaman aralığında birden çok noktada eş zamanlı örneklemlerin yapılabilmesi ve örneklemin yapıldığı bölgeye ait bir kirlilik dağılım haritasının elde edilebilmesidir. Çalışmada kullanılan pasif örnekleme tüpleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeler (BAP) Birimi'nin 2014.KB.FEN.006 No'lu Projesi kapsamında İngiltere'deki Radiello Firması'ndan Dokuz Eylül Çevre Mühendisliği Bölümü'nde görev yapan ve hem arazi çalışmaları hem de teknik imkânları ile projeye katkı koyan uzmanlar aracılığıyla getirilmiştir. Örnekleyciler yaklaşık 2 hafta boyunca asılı kalmasının ardından araziden toplanmış; örnekleycilerin yerleştirildiği noktanın koordinatlarının kaydedilmesi, çalışma alanına ait hali hazır üzerinde bu noktalarının yerlerinin işaretlenmesi, noktanın bulunduğu yer ve çevresine ilişkin bilgiler kaydedilmesi ve fotoğraflarının çekilmesi gibi diğer çalışmalar da arazide yürütülmüştür.

Çalışma alanında koordinatları önceden belirlenmiş olan toplam 80 noktada pasif örnekleyciler ile hava kalitesi ölçümleri yapılmasına karar verilmiştir. Seçilen tüm noktaların çalışma alanının tamamını kaplaması gerekliliği ve bu noktaların belirli alanlarda yoğunlaşmaması gibi nedenler göz önünde bulundurulmuş ve bu ölçüm noktalarının belirlenmesi için Mekânsal Sistemik Örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ancak çeşitli nedenlerden dolayı (arazi koşulları, örnekleycinin asılması için herhangi bir aracın olmaması, eğimin yüksek olması, askeri hava alanı

ve sanayi bölgesi sınırlarında kurumların izinlerinin olmaması, vb.) toplam 16 örnekleme noktası yapılmıştır. Çalışma alanında gerçekleştirilen kış ve yaz dönemi ölçümleri toplam 64 noktada tamamlanmıştır. Arazi çalışmalarının tamamlanmasıyla, ölçülen kükürt dioksit (SO₂) ve azot dioksit (NO₂) kirletici konsantrasyonlarının laboratuvar ortamında analiz edilmesi ve raporlanması gerçekleştirilmiştir.

Ölçüm çalışmalarına paralel biçimde yürütülen diğer çalışmalar kapsamında; çalışma alanında bulunan binalara, ölçüm noktalarına, ulaşım sistemine ve fiziksel yapıya ilişkin fiziksel veri tabanlarının oluşturulabilmesi için gerekli veriler ilgili kurumlardan farklı tarihlerde temin edilmiştir. Bu kurumlar arasında İzmir Büyükşehir Coğrafi Bilgi Sistemleri Proje Geliştirme Servisi, Çiğli Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü Doğalgaz İşletme Şefliği ve İmar ve İnşaat Müdürlüğü, İzmir GAZ Doğalgaz Dağıtım A.Ş. Altyapı Şube Müdürlüğü ve İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü yer almaktadır.

Literatürde kentsel hava kirliliğini etkileyen faktörlere yönelik yapılan çalışmalar arasında, ağırlıklı olarak deneysel testlerle sonuca ulaşan çalışmalar olduğu görülmüştür. Kentsel alanlarda hava kirliliğine neden olan kirletici türlerinden biri olan kükürt dioksit (SO₂) düzeyinin; endüstriyel faaliyetler ve taşıt yoğunluğunun fazla olduğu, yüksek yoğunluklu konut alanları ile kentsel çalışma alanlarının ulaşım ana arterleri etrafında yer seçtiği, özellikle kış aylarında evsel ısınmada ve endüstriyel üretim süreçlerinde fosil yakıtların kullanıldığı yerleşim yerlerinde yüksek olduğunu ortaya koyulmuştur (Pinto ve diğer., 1998; Elbir ve diğer., 2010; Daylan ve İncecik, 2002; Özaslan, 2008; Coşkun, 2008; Evcı, 2009; Kocaman, 2010; Karapınar, 2012; Lin ve diğer., 2013). Yapılan çalışmalarda; kış dönemlerinde ölçülen partikül madde (PM_{2.5} ve PM₁₀) ve kükürt dioksit (SO₂) konsantrasyonlarının yaz dönemine göre daha yüksek olduğu; diğer yandan havadaki ölçülen azot dioksit (NO₂) ve ozon (O₃) kirletici miktarlarının kış dönemine göre yazın daha yüksek olduğu kanıtlanmıştır (Briggs ve diğer., 2000; Özden, 2005; Yang ve diğer., 2005; Coşkun, 2008; Fan ve diğer., 2012; Beelena ve diğer., 2013; Ahmad ve Aziz, 2013).

Çalışmanın beklenen katkısı, şehir planlama disiplini ile kontrol edilebilen değişkenlerin etkileri, kontrol edilemeyen değişkenler gözetilerek (topoğrafya, meteorolojik koşullar, vb.) ortaya konulmasıdır. Buna bağlı olarak, çalışmanın yaygın etkisi, nüfusunun büyük kısmının yaşadığı kent merkezlerinde çok boyutlu ve kaçınılmaz bir problem olan hava kirliliği düzeylerinin, tüm canlılar için kabul edilebilir düzeylere indirgenmesi ve kentsel alanda solunan havanın kalitesinin planlama kararları ile iyileştirilebileceğinin ve kontrol altında tutulabileceğinin ortaya konulmasıdır.

Çalışma kapsamında farklı kentsel arazi kullanımlarının, kullanılan yakıt türlerinin ve yol tiplerinin bir arada bulunduğu bir kentsel alanda hava kirletici göstergelerinden kükürt dioksit (SO₂) ve azot dioksit (NO₂) konsantrasyonları belirlenen noktalarda yaz ve kış dönemlerinde ölçülmüştür. Kentsel hava kirliliği pek çok bakımdan en önemli problemlerden biri olmasına rağmen; hava kirliliğine neden olan faktörlerin tespit edilmesi ve mekansallaştırılması konusunda bugüne kadar şehir planlama disiplini içerisinde akademik çalışmalarda ve uygulamalarda oldukça sınırlı kaldığını söylemek mümkündür. Bu çalışma, kentsel hava kalitesinin belirlenmesi için hangi faktörlerin incelenmesi ve nasıl bir yöntem izlenmesi konularında ileride yapılacak çalışmalar için bir çerçeve çizmesi bakımından oldukça önemlidir.

Literatürde kentsel hava kirliliğine neden olan pek çok kirletici türü olmasına rağmen bu çalışma kapsamında sadece iki kirletici türünün (kükürt dioksit (SO₂) ve azot dioksit (NO₂)) seçilmesi, yöntem olarak pasif örnekleme yönteminin seçilmiş olmasından kaynaklanmaktadır ve çalışmanın sınırlayıcılarından bir tanesidir. Pasif örnekleme yöntemi ile her tip kirleticinin ölçümü yapılamamakta ve genelde kısa vadeli (haftalık veya aylık) konsantrasyon değerleri elde edilebilmektedir. Çalışma kapsamının İzmir ili kent merkezinin tamamında yapılamaması ve sadece Çiğli ilçesinde ölçüm ve analiz çalışmalarının proje süresinin olanak sağladığı ölçüde gerçekleştirilmesi çalışmanın diğer bir kısıtlayıcısıdır. Pasif örnekleyicilerin arazide asılı kalma süresi literatürde yer alan araştırmalar ve alanında uzman kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda belirlendiği için bir sınırlayıcı olarak değerlendirilmemiştir.

Çalışma kapsamında öncelikle literatür taraması aktarılacak ve literatürden yapılabilecek çıkarsamalar değerlendirilecek; ardından ölçüm yapılan noktaların belirlenmesinde ve sayısal analizlerin yapılmasında kullanılan yöntemlere, farklı dönemlerde yürütülmüş olan arazi çalışmalarına ve kentsel hava kirliliğine etki eden değişkenlere yönelik yapılan analizlere yer verilerek, sonuçların literatür çerçevesinde incelenmesi ve konuya ilişkin politika geliştirilmesine yönelik değerlendirme ile sonlandırılacaktır.



BÖLÜM İKİ

LİTERATÜR DERLEMESİ

Kent atmosferindeki havanın kirlenme oranı, metropoliten alanlar başta olmak üzere, nüfus ve nüfus yoğunluğunun artışı, hızlı kentleşme, endüstriyel gelişme, üretim ve evsel ısınma süreçlerinde kullanılan fosil yakıtlar ve artan yaşam standartları talebini karşılamak üzere yoğun kaynak tüketiminin ortaya çıkması gibi nedenlerden ötürü gün geçtikçe artmaktadır. Literatür taraması sonucunda, kentsel alanlarda yapılan fiziksel ve mekânsal müdahaleler sonucunda hava kalitesinde meydana gelen değişim insanların sağlığı ve yaşam kalitesi ile direkt bağlantılı olmasına rağmen, literatürde fiziksel mekan ve hava kirliliği arasındaki ilişkiyi irdeleyen çok sayıda ampirik çalışma bulunmadığı saptanmıştır. Yapılan mevcut çalışmalarda ise, kentsel alanlarda hava kirliliğinin oluşmasında pek çok faktörün etkili olduğu tespit edilmiştir. Farklı dönem ve yerleşim yerlerinde çeşitli kirleticiler türleri ile ilgili yapılan incelemelerde belirlenen faktörler, kent ve hava kirliliği ilişkisinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Bu bölümde kentsel alanlarda fiziksel mekan ve hava kirliliği arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalar aktarılacaktır.

2.1 Hava Kirliliğinin Tanımı

Hava kirliliği, bir veya daha fazla kirleticiler türünün açık havada (bina dışında) insan, bitki ve hayvan yaşamına, ticari veya kişisel eşyalara, ekolojik dengeye ve çevre kalitesine zarar veren miktarda belli bir derişim ve sürenin üzerinde bulunmasıdır (Müezzinoğlu, 2000). Bir başka deyişle, hava kirlenmesi, havanın doğal bileşiminin çeşitli nedenlerle insan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkileyecek biçimde değişmesidir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015).

Tünay ve Alp (1996), hava kirlenmesini havada belirli fiziksel şekillerde bulunan yabancı maddelerin insan sağlığına, diğer canlılara, ekolojik dengeye ve eşyalara zararlı olabilecek konsantrasyonda ve sürelerde bulunması olarak tanımlamışlardır. Hızlı ve plansız kentleşme, endüstriyel üretim süreçlerinde ve evsel ısınmada

kullanılmakta olan fosil yakıtlar ve yoğun kaynak tüketimi nedeniyle yerel ve bölgesel ölçekte meydana gelen çevre sorunlarının yanı sıra; iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi ülkesel ve global ölçekte meydana gelen çevre sorunlarının varlığı da, hava kirlenmesini kentsel alanlarda günümüzün öncelikli bir çevre sorunu haline getirmektedir. Kaçınılmaz bir çevre ve halk sorunu olan hava kirliliği, karmaşık ve çok boyutlu bir problemdir ve insanlar bulunduğu bölgeyi terk etmedikçe o havayı solumak zorundadırlar.

İncecik (1994)'e göre, hava kirliliği insanların çeşitli aktivitelerden doğan ve sağlıklarının yanı sıra kaynakların da kirlenmesine neden olan kirleticilerin atmosfere karışmasına denilmektedir. Diğer bir deyişle, atmosferde canlıların sağlığına zarar verecek miktar ve sürede kirleticilerin birinin ya da fazlasının bir arada bulunması hava kirlenmesi olarak tanımlanmaktadır (İncecik, 1994).

Evelyn (1999) insanların çevre problemlerine duyduğu ilginin ancak çevrenin bozulması sonucunda başladığını savunurken; Colls (2002) insanın maddelerin doğasını ve enerji kaynaklarını tanıması ile bu kaynakları rahatlıkla kullanmasının, insan sağlığına, kaynaklara ve ekolojik sistemlere büyük zararlar verdiğini ortaya koymaktadır. Buna örnek olarak, volkanik faaliyetler sonucunda oluşan sülfür dioksit gibi gazların kirliliğe neden olmadığı, ancak ısınma sonucu ortaya çıkan sülfür dioksit gazının veya tarımsal üretimin etkisiyle açığa çıkan metan gazının havanın kirlenmesine neden olduğu verilebilir (Colls, 2002).

Hava kirliliğini, gelişmiş ve sanayileşmiş Dünya kentlerinde meydana gelen ciddi bir problem olarak tanımlayan Fenger (2002), özellikle 1950'li yıllardan günümüze kadar Dünya nüfusunun yaklaşık 2 katına çıktığını ve bu artışın beraberinde önemli sorunları getirdiğini savunmaktadır. Kontrolsüz nüfus artışının, plansız kentleşmenin ve trafik yoğunluğunun artması, kirliliğin azaltılması yönünde olumsuz etki yaratmaktadır (Fenger, 2002).

Hava kirliliğine neden olan kaynaklar, temel özellikleri göz önüne alınarak iki ana grupta toplanabilir: (1) Doğal hava kirliliği kaynakları ve (2) yapay (antropojenik) hava kirliliği kaynakları. Atmosferin kirlenmesi veya kirlilik, doğal süreçlerin yanı sıra insan aktivitelerinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Doğal kaynaklar arasında

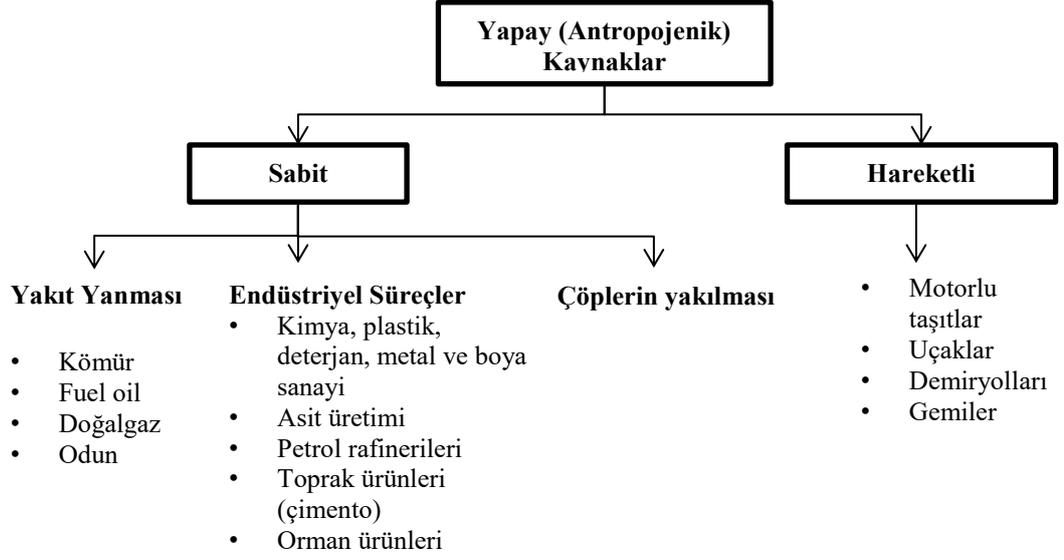
organik maddelerin çürümesi sonucu oluşan gazlar, volkan ve orman yangınlarından çıkan gazlar ve tozlar, denizlerden yayılan kükürtlü gazlar, rüzgârların havaya karıştırdığı tozlar, okyanus spreyleri ve buharlaşma yer alır. Doğal süreçlerin sonucunda atmosfere milyonlarca ton kirletici salınımı olmaktadır ve bu tür kaynaklarda kirleticilerin kontrol edilmesi oldukça güçtür (Godish, 1997). Doğal kirlilik kaynaklarından atmosfere salınan tahmini partiküler madde konsantrasyonları milyon ton/yıl bazında Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Doğal kirlilik kaynaklarından atmosfere salınan tahmini partiküler konsantrasyonları (İncecik, 1994)

Kaynak Türü	Tahmini Konsantrasyon (Milyon ton / yıl)
Volkanlar	25 – 150
Orman Yangınları	1 – 50
Okyanus Spreyleri	300

Yapay (antropojenik) kaynaklar grubunda insanların hammaddeleri kullanabilmeleri için meydana getirdikleri kaynaklar yer alır. Teknolojik imkânlara bağlı olarak bu kaynaklardan oluşan kirleticiler kontrol tedbirleri ile oluşma sırasında (kaynakta) veya sonradan (bacada) kontrol edilebilir ve atmosfere verilecek kirletici miktarları azaltılabilir (Goncaoğlu, 2000).

Yapay (antropojenik) kaynaklar kendi içerisinde farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Kaynağın yapısına bağlı olarak noktasal, çizgisel ve alansal kaynaklar; ve kaynağın türüne bağlı olarak ısınma, trafik ve endüstriyel süreçler kaynaklı; kaynağın hareketine bağlı olarak sabit ve yapay kaynaklar biçiminde sınıflandırılabilir (Boubel ve diğer., 1994). Kirletici kaynağın yeri sabitse ve zamanla değişmiyorsa, bu tür kaynaklar sabit kaynaklardır. Örnek olarak termik santraller ve sanayi tesisleri verilebilir. Eğer hava kirliliğine neden olan kaynağın yeri zamanla değişiyorsa, bu tür kaynaklar hareketli kaynaklardır. Örnek olarak hareket halindeki taşıtlar verilebilir (Holman, 1999). Yapay (antropojenik) kaynakların sınıflandırılması Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 Yapay (antropojenik) kaynakların sınıflandırılması (Kudal, 2009)

Kirleticilerin değişen ölçeklerde farklı ulaşım mesafelerine ve etkili olabilme sürelerine göre sınıflandırılması yapılabilir. Yerel ölçekten küresel ölçeğe kadar değişen ve her ölçekte etkisi görülebilen hava kirliliğine örnek olarak, yerel ölçekte yüksek katlı binalarla çevrili bir sokakta trafikten kaynaklanan egzoz gazlarının giderek yoğunlaşması verilebilirken; küresel ölçekte ise 1986 yılında Ukrayna’da yaşanan ve ilk büyük nükleer kaza olarak tarihe geçen Çernobil olayı sonucu açığa çıkan radyoaktif maddenin dolaşımı verilebilir (Williams, 1999; Müezzinoğlu, 2000). Tablo 2.2.’de kirleticilerin ulaşım mesafelerine göre etkili olma süreleri verilmektedir.

Tablo 2.2 Kirleticilerin ulaşım mesafelerine göre etkili olma süreleri (Müezzinoğlu, 2000)

Ölçek	Mesafe (Düşey)	Ortalama Kirlenme Süresi
Yerel	Baca Yüksekliği	Saatler
Kentsel	1 Kilometre	Günler
Ulusal	Troposfer Katmanı	Aylar
Ülke	Stratosfer Katmanı	Yıllar
Küresel	Atmosfer	On Yıllar

Hava kirliliği kaynakları, kirletici kaynakları ve kirleticilerin etkili olduğu ölçeklere göre sınıflandırılabilirdiği gibi; atmosferde yerleşim durumlarına göre de

sınıflandırılabilir. Hava kirliliği alanında yapılan çalışmalarda, kirleticilerin atmosferde genellikle partikül veya gaz halinde yer aldığı ortaya konulmuştur (Godish, 1997). Atmosferde yer alış durumlarına göre hava kirleticiler birincil (primer) kirleticiler ve ikincil (sekonder) kirleticiler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Birincil (primer) kirleticiler kaynaktan atmosfere doğrudan salınan kirleticiler olarak tanımlanır ve kükürtlü bileşikler (SO₂, H₂S), organik bileşikler (C₁ - C₅ bileşikleri), azot bileşikleri (NO, NH₃), karbon oksitleri (CO, CO₂), halojenler (HCl, HF) ve partikül maddeler bu grubun içerisinde yer alan kirleticilerdir. İkincil (sekonder) kirleticiler ise kaynaktan atmosfere doğrudan salınmayan ancak atmosferde reaksiyonlarla ortaya çıkan kirleticiler olarak tanımlanır ve kükürtlü bileşikler (SO₃, H₂SO₄, SO₄ bileşikleri), organik bileşikler (ketonlar, aldehitler, asitler), azot bileşikleri (NO₂, NO₃ bileşikleri), fotokimyasal oluşumlar ve ozon (O₃) bu grubun içerisinde yer alan kirleticilerdir (İncecik, 1994; Godish, 1997). Hava kirliliğine neden olan kirleticilerin başlıca kaynakları Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3 Başlıca kirletici kaynakları (Colls, 2003; Çoşkun, 2008; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015)

Kirleticiler	Başlıca Kirletici Kaynakları (Emisyon Kaynakları)
Karbonmonoksit (CO)	Baca gazları, taşıt yoğunluğu, rölanti, çöp yakma, eksik yanma ürünü
Karbondioksit (CO ₂)	Kömür, petrol gibi fosil yakıtlar, ormanların yok edilmesi, taşıt yoğunluğu
Ozon (O ₃)	Termik santrallerdeki yanma olayları, tropikal ormanları yok olması, trafikten kaynaklanan azot oksitler ve uçucu organik bileşiklerin (VOC) güneş ışığıyla değişimi
Azot bileşikleri (NO _x)	Termik santraller, taşıt yoğunluğu, kimyasal gübreler, yüksek sıcaklıkta yakma süreçleri
Kükürtdioksit (SO ₂)	Yakma tesisleri, fosil yakıt yanması
Partikül maddeler	Katı yakıt yakma tesisleri, çimento ve demir – çelik fabrikaları, taşıt (dizel) yoğunluğu, ikincil kimyasal reaksiyonlar

Bu çalışma, kirletici kaynaklarından biri olan yapay (antropojenik) kaynaklar sınıfına giren, ekili olduğu ölçek bakımından yerel ve kentsel ölçeklerde incelenen ve atmosferde yer alma durumuna göre birincil (primer) kirleticiler grubuna dâhil olan kükürt dioksitin (SO₂) ve azot dioksitin (NO₂) fiziksel mekânda neden olduğu hava kirliliği ve etkileri ile sınırlandırılmıştır.

2.2 Kükürt Dioksit (SO₂)

Yakıtlarda bulunan kükürten kaynaklanan kükürt dioksit (SO₂), toplam 6 farklı kükürt oksit türünden biridir. Suda ve vücut sıvısında yüksek oranda çözünen, renksiz, keskin kokulu reaktif bir gaz olan SO₂, kömür, fuel oil gibi fosil yakıtların yanması, metal eritme işlemleri ve diğer endüstriyel süreçler sonucunda oluşur (TÜİK, 2010). Özellikle yakıt olarak kömür kullanılan termik santrallerden atmosfere SO₂ yayılır. SO₂'nin havada oksidasyonu sonucu bu üründen sülfürik asit oluşmaktadır. Bu madde atmosferin nemi ile birleşip asit yağmurlarının oluşmasına neden olmaktadır (Cavkaytar ve diğer., 2013).

Kükürt dioksitin insan sağlığı üzerindeki etkileri incelendiğinde, özellikle solunum sistemi üzerindeki etkilerinin genellikle kronik olduğu saptanmıştır. Hava kirliliği akciğer gelişiminde gerileme, solunum fonksiyonlarında azalma, solunum sistemine ait semptomlarda artma (KOA, ÜSYE, astım bronşiale, bronşit, vb.), solunum sistemi hastalıklarının alevlenmesine bağlı hastane başvurularında artma ile kardiyopulmoner ölüm hızında yükselmeye neden olmaktadır (Ünsal ve diğer., 1999; Brunekreef ve Holgate, 2002; Schikowski ve diğer., 2005; Tağıl ve Menteşe, 2012; Cengiz ve diğer., 2013; Zhang ve diğer., 2013).

2.3 Azot Dioksit (NO₂)

Kentsel alanlarda kükürt dioksitten (SO₂) sonra en önemli hava kirleticilerden biri olan azot dioksit (NO₂), toplam 6 farklı azot oksit türünden biridir. Fosil yakıtların endüstriyel üretim süreçlerinde ve taşıtlarda kullanılması sonucu açığa çıkan NO₂, renksiz ve kokusuz bir gaz olup, suda erimez. Özellikle trafiğin yoğun olduğu bölgelerde yüksek olan (Kim ve diğer., 2004) NO₂, azot oksitlerin (NO) ozon (O₃) ile etkileşimi sonucunda güçlü bir oksidan olarak oluşur (Cavkaytar ve diğer., 2013). İçerisinde azot dioksitin de bulunduğu havadaki kirleticilerin artması, özellikle kent merkezlerinde hava kalitesinin düşmesine ve hava kirliliği probleminin ciddi sağlık sorunlarına yol açmasına neden olmaktadır (İncecik, 1994; Colls, 2002; Fenger, 2002; Tuncel ve diğer., 2008).

Azot dioksitin insan sağlığı üzerindeki etkileri incelendiğinde, kirleticinin zararlı etkilerinin karbon monoksit (CO) benzediği saptanmıştır. Kısa dönemde maruziyet hava yolu duyarlılığına ve akciğer hasarına neden olan azot dioksit, uzun dönemde maruziyet bağışıklık sistemini baskılar ve solunum yolu enfeksiyonlarına yol açar (Mayer, 1999; Briggs ve diğer., 2000; Wehner ve diğer., 2002; Nerriere ve diğer., 2005; Han ve Naehner, 2006; Estarlich ve diğer., 2013; Lee ve diğer., 2013).

Çalışma kapsamında incelenen birincil (primer) kirleticilerden kükürt dioksit (SO₂) ve azot dioksit (NO₂) için farklı ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşlar tarafından kısa ve uzun vadede olmak üzere sınır değerler belirlenmiştir. Ulusal düzeyde hava kalitesinin korunması ve iyileştirilmesine yönelik yapılan kanuni düzenlemeler Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4 Hava kalitesinin korunmasına yönelik kanuni düzenlemeler (Başbakanlık, 2015)

İlgili Kanun / Yönetmelikler	Resmi Gazetede Yayınlanma Tarihi	Yayınlandığı Resmi Gazete Sayısı	Kanuni Dayanak
Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği	02/11/1986	19269	2872 sayılı ve 09/08/1983 tarihli Çevre Kanunu
Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği	13/01/2005	25699	2872 sayılı ve 09/08/1983 tarihli Çevre Kanunu'nun Ek-6 ncı maddesi 4856 sayılı ve 01/05/2003 tarihli Çevre ve Orman Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunu
Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği	06/06/2008	26898	
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği	03/07/2009	27277	
Bazı Akaryakıt Türlerindeki Kükürt Oranının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik	06/10/2009	27368	2872 sayılı ve 09/08/1983 tarihli Çevre Kanunu
Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik	19/07/2013	28712	2872 sayılı ve 09/08/1983 tarihli Çevre Kanunu'nun Ek-9 üncü maddesi 644 sayılı ve 29/6/2011 tarihli Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname
Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü ile Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği	30/11/2013	28837	2872 sayılı ve 09/08/1983 tarihli Çevre Kanunu'nun Ek-4 üncü maddesi 644 sayılı ve 29/6/2011 tarihli Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname 4703 sayılı ve 29/6/2001 tarihli Ürünlerle İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun 5015 sayılı ve 4/12/2003 tarihli Petrol Piyasası Kanunu

Ulusal düzeyde hava kirliliğinin doğru bir şekilde ölçülmesi, hava kalitesi yönetimi ile ilgili politikaların oluşturulması ve bu politikalar çerçevesinde illerin hava kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2005-2007 yılları arasında 81 ilde hava kalitesi ölçüm istasyonları kurulmuştur. Bu ölçüm istasyonlarına ek olarak, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne ait 10 adet istasyon, Sağlık Bakanlığı Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı tarafından Ankara'da kurulan 8 adet istasyon, Kocaeli Dilovası Organize Sanayi Bölgesi'ne ait 1 adet istasyon, İzmir Büyükşehir Belediyesi'ne ait 7 adet istasyon, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait 3 adet mobil istasyon sisteme entegre edilmiştir. Bakanlığa bağlı mobil ölçüm istasyonları illerden gelen talepler doğrultusunda belli bir süre ölçüm yapmak üzere il ve ilçelere sevk edilmektedir. Tablo 2.5'te ise Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'nda bulunan ölçüm istasyonlarının listesi yer almaktadır.

Tablo 2.5 Ulusal hava kalitesi izleme ağında yer alan ölçüm istasyonları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016)

Kurum / Kuruluş Adı	İstasyon Sayıları ve Kuruluş Yılları
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	36 İstasyon (2005) 45 İstasyon (2007) 3 Mobil İstasyon (2005) 1 istasyon Hatay İskenderun (2010) Devredilen 8 adet Ankara istasyonu (2009) İl müdürlükleri tarafından kurulan 10 istasyon (2005-2008)
İstanbul Büyükşehir Belediyesi	10 İstasyon (2007)
İzmir Büyükşehir Belediyesi	7 İstasyon (2007-2008-2011)
Dilovası OSB	1 İstasyon (2007)
Çanakkale İçdaş A.Ş.	1 İstasyon (2010)
Bursa Büyükşehir Belediyesi	2 İstasyon (2011)
Karadeniz Ereğli Belediyesi	1 İstasyon (2011)

Günlük olarak izlenebilen hava kalitesi ölçümleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından ülke genelinde “Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı” oluşturulmuştur (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016). Şekil 2.2'de Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'nda yer alan ve ulusal ölçekte ölçüm istasyonlarının yerlerini gösteren harita yer alırken, Şekil 2.3'de ise İzmir kentinde yer alan ölçüm istasyonlardan görünümeler sunulmaktadır.



Şekil 2.2 Ulusal düzeyde hava kalitesi ölçüm istasyonları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016)



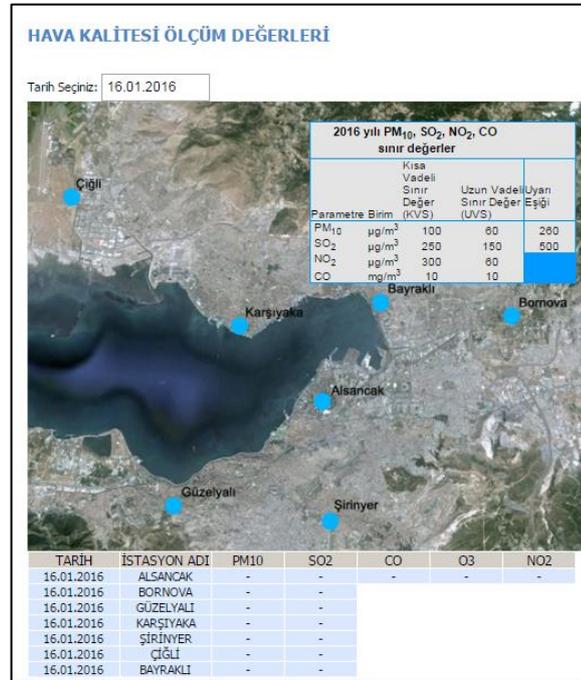
Şekil 2.3 İzmir kenti özelinde hava kalitesi ölçüm istasyonları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016)

İzmir kenti özelinde bakıldığında, kent bütününde hava kirliliği seviyeleri 7 adet İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından kurulan ve işletilen istasyon, 1 adet Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından kurulan ve işletilen sabit tip istasyon ve 1 adet mobil (gezici) istasyon (toplam 9 adet istasyon) aracılığıyla izlenmektedir (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2016). Mobil (gezici) hava kalitesi izleme istasyonu aracılığıyla, il merkezinde ve ilçelerde hava kirliliği ölçümleri yapılmaktadır. Mobil hava kalitesi ölçüm istasyonu ile SO_2 , PM_{10} , NO_x , CO, VOC, O_3 ve meteorolojik parametreler ölçülmektedir. Ağırlıklı olarak ısınma kaynaklı hava kirliliğinin

izlenmesi amacıyla kurulmuş olup, 24 saat boyunca ölçüm yapan 7 ölçüm istasyonunun konumları ve bu istasyonlarda ölçülen kirleticiler Tablo 2.6'de gösterilmiştir. Şekil 2.4'de İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından kurulan ve işletilen ölçüm istasyonlarının yerleri gösterilirken; Şekil 2.5'de ise bu istasyonların arazideki konumları verilmiştir.

Tablo 2.6 Hava kalitesi ölçüm istasyonları ve ölçülen kirleticiler

Ölçüm İstasyonu	Konumu	Ölçülen Kirleticiler
Karşıyaka İstasyonu	Çamlık Orman Bölge Müdürlüğü	SO ₂ , PM ₁₀ , NO _x , CO
Bornova İstasyonu	Ege Üniversitesi Rektörlük yanı	SO ₂ , PM ₁₀ , NO _x , CO
Alsancak İstasyonu	Fuar içi	SO ₂ , PM ₁₀ , CO, NO
Güzelyalı İstasyonu	Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü	SO ₂ , PM ₁₀ , NO _x , CO
Çiğli İstasyonu	Halk Eğitim Merkezi	SO ₂ , PM ₁₀
Şirinyer İstasyonu	Pazar yeri yanı	SO ₂ , PM ₁₀
Bayraklı İstasyonu	İlçe Emniyet Müdürlüğü yanı	SO ₂ , PM ₁₀



Şekil 2.4 İzmir kentinde hava kalitesi ölçüm istasyonlarının konumları (İzmir Büyükşehir Belediyesi [İBB], 2016)



Şekil 2.5 Hava kalitesi ölçüm istasyonlarından görünüm (İBB, 2016)

Uluslararası düzeyde hava kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için sınır değerlerin belirlenmesi konusunda çalışmalar yürüten kurum ve kuruluşlar arasında Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization Air Quality Guidelines - WHO), Avrupa Birliği Hava Kalitesi Yasal Çerçevesi (European Commission Air Quality Standards), Ulusal Hava Kalitesi Standartları (National Ambient Air Quality Standards - NAAQS), Çevresel Koruma Örgütü (Environmental Protection Agency – EPA) ve İngiltere Hava Kalitesi İndeksi (UK Air Information Resource – UK-AIR) yer almaktadır. 1983 yılında yürürlüğe girmiş olan Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomi Komisyonu (BM/AEK) Uzun Menzilli Sınırlar Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi (USHKS)’ni Türkiye 23.03.1983 tarih ve 17796 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Bakanlar Kurulu Kararı ile onaylayarak taraf olmuştur. Ayrıca, BM/AEK tarafından yürütülmekte olan USHK Sözleşmesi kapsamında Avrupa’da Hava Kirliliğinin Takibi ve Değerlendirilmesi İçin İşbirliği Programı yer almaktadır. Bu sözleşmeye ek olarak, 1985 yılında Türkiye tarafından EMEP Finansman

Protokolü onaylanmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015). Hava kalitesinin korunması ve iyileştirilmesine yönelik ulusal ve uluslararası düzeyde çalışmalar yapan kurumların, çalışma kapsamında seçilen iki tür kirleticiye kükürt dioksit (SO₂) ve azot dioksit (NO₂) ilişkin belirlediği sınır değerler karşılaştırmalı olarak Tablo 2.7’de verilmiştir. Tablo 2.8’de Hava kalitesi değerlendirme ve yönetimi (HKDY) yönetmeliğine göre geçiş dönemi uzun vadeli ve kısa vadeli sınır değerlerinin kademeli olarak azaltımı öngörülmektedir.

Tablo 2.7 Hava kalitesinin korunmasına yönelik belirlenen sınır değerler

Kirletici Türü	THKKY					DSÖ (µg/m ³)	AB (µg/m ³)
	Limit Değer (µg/m ³)	Tolerans Payı (µg/m ³)	Üst Limit (µg/m ³)	Alt Limit (µg/m ³)	Aşma Sayısı		
Kükürt dioksit (SO ₂)	350 (Saatlik)	150 (Saatlik)	50 (Yıllık ortalama) 125 (Günlük Maksimum)	50 (Yıllık ortalama)	3 Kez / Yıl	50 (Yıllık ortalama)	350 (Saatlik)
	125 (Günlük)	125 (Günlük)		125 (Günlük Maksimum)			
	20 (Yıllık ve Kış dönemi)	-		-			
Azot dioksit (NO ₂)	200 (Saatlik)	100 (Saatlik)	32 (Yıllık ortalama)	26 (Yıllık ortalama)	18 Kez / Yıl	200 (Saatlik)	40 (Yıllık ortalama)
	40 (Yıllık)	20 (Yıllık)	140 (Saatlik)	100 (Saatlik)			

* HKDYY: Hava Kalitesinin Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği

DSÖ: Dünya Sağlık Örgütü

AB: Avrupa Birliği

Tablo 2.8 Hava kalitesi değerlendirme ve yönetimi (HKDY) yönetmeliği Ek-I A

Kirletici Türü	Ortalama süre	Limit Değerler (µg/m ³)										Uyarı Eşiği
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
SO ₂	Saatlik (İnsan sağlığı için)	-	-	-	500	500	470	440	410	380	350	500 µg/m ³
	24 saatlik (İnsan sağlığı için)	340	310	280	250	250	225	200	175	150	125	
	Yıllık ve kış dönemi (1 Ekim - 31 Mart) (Ekosistem için)	-	-	-	20	20	20	20	20	20	20	
NO ₂	Saatlik (İnsan sağlığı için)	-	-	-	-	300	290	280	270	260	250	400 µg/m ³
	Yıllık (İnsan sağlığı için)	84	76	68	60	60	56	52	48	44	40	

2.4 Kentsel Hava Kirliliğiyle İlgili Geçmiş Çalışmalar ve Alınan Sonuçlar

Kentsel alanlarda hava kirliliği karmaşık ve çok boyutlu bir problemdir ve hava kirliliğinin oluşumunda pek çok faktör etkilidir (Tünay ve Alp, 1996). Dünya’da ve Türkiye’de farklı dönem ve yerleşim yerlerinde çeşitli kirletici türleri ile ilgili yapılan ampirik çalışmalarda belirlenen ve hava kirliliğine neden olan faktörler, kentin fiziksel yapısı ve hava kirliliği ilişkisinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Literatürde, kentsel hava kirliliği ve bu alanda yapılan ampirik çalışmalar ölçüm yapılan döneme, kirletici türüne ve kaynağına, alanın türüne ve ölçeğine göre farklılaşmaktadır. Bu alandaki pek çok çalışma arasından, elde edilen bulgular ve kapsam bakımından şehir planlama disiplini ile ilişkilendirilebilecek olan çalışmalar tez kapsamında incelenmiştir. Bu bölümde geçmiş yıllarda yapılmış çalışmalar ve çalışmalar sonucunda kentsel alanlarda hava kirliliğine neden olduğu saptanan faktörler aktarılacaktır.

Fan, Lam ve QiYu (2012), Hong Kong (Çin Halk Cumhuriyeti) kentinde farklı sosyal ve ekonomik sınıfların yer seçtiği bölgelerde kentsel alanda hava kirliliğine neden olan başlıca kirleticilerin (CO, NO_x, SO₂ ve PM₁₀) konsantrasyon ölçümlerini gerçekleştirdikleri çalışmalarında, nüfusun ve taşıt yoğunluğunun daha fazla olduğu ve kent merkezinde yer seçen sosyal konutların bulunduğu alanda ölçülen kirletici konsantrasyon düzeyinin, nüfus yoğunluğunun ve taşıt sayısının daha az olduğu ve kentin dışında kalan bölgede yer seçen müstakil konutların bulunduğu alanda ölçülen konsantrasyonun oldukça üzerinde olduğunu saptamışlardır. Yaş, eğitim düzeyi ve çevresel eşitlik gibi sosyal faktörlerin yanı sıra; şehir planlama disiplini kapsamında da sıkça ele alınan kentsel alanda nüfus, taşıt yoğunluğu ve kent merkezine yakın olma durumu gibi faktörler hava kirliliğine neden olmaktadır (Fan ve diğer., 2012).

Koutrakis ve diğer. (2012), Santiago kentinde 1989 – 2001 yılları arasında (12 yıllık dönemde) uygulanan CONAMA adlı kirlilik azaltma program kapsamında hava kirliliği düzeylerinde meydana gelen değişimleri incelemeyi amaçlamışlardır. Kirlilik ölçümlerinin yapıldığı alanlarda sanayi dışında tüm arazi kullanımları mevcuttur ve bu alanlar ana arterlere yaklaşık 200 metre mesafede yer almaktadır. Yapılan ölçümler sonucunda, kirliliğin mevsimsel farklılıklara ve ölçüm yapılan noktaların lokasyonuna göre değiştiği saptanmıştır. En yüksek kirletici

konsantrasyonları, kış mevsiminde, kent merkezinde, endüstriyel üretim yapılan ve atıkların yakıldığı alanlara yakın bölgelerde ve otoyola yakın alanlarda tespit edilmiştir. Bu tespitlerden hareketle, kentsel alanlarda taşıt yoğunluğunun fazla olmasının, kent merkezinde çalışma alanlarının yer seçmesinin ve mevsimsel koşulların kentsel hava kirliliğine neden olan faktörler olduğu sonucuna varılmıştır (Koutrakis ve diğer., 2012).

Harrison ve diğer. (1997) tarafından yürütülen çalışmada, farklı nitelikler taşıyan Birmingham (İngiltere), Coimbra (Portekiz) ve Lahore (Pakistan) kentlerinde Ekim 1992 – Ekim 1993 tarihleri arasında hava kalitesine ilişkin karşılaştırmalı ölçümler yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, kentsel alanda hava kirliliğine neden olan 6 temel faktör belirlenmiştir. Bu faktörler toz, aerosoller, kömür kullanımı, trafik, yanma süreçleri ve deniz suyu şeklindedir. Ayrıca, kentsel alanda nüfus ve nüfus büyüklüğü arttıkça kirlilik yaratan faktörlerin sayısının arttığı ve hava kalitesi düzeyinin düştüğü saptanmıştır (Harrison ve diğer., 1997).

Pinto ve diğer. (1998) yılında Çek Cumhuriyeti sınırları içerisinde kalan alanda hava kalitesinin düşmesine neden olan kirletici türlerinin ve kaynaklarının belirlenmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Farklı modelleme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada, başlıca kirletici kaynakları olarak sanayi tesisleri (cam fabrikası), biyolojik atıklar, evsel ısınma ve motorlu araçlar tespit edilmiştir. Şubat 1992-Şubat 1994 tarihleri arasında yapılan ölçümlerden çıkan sonuçlara bakıldığında, kış mevsiminde tespit edilen hava kirliliğinin temel nedeninin evsel ısınma olduğu; alan genelinde toz ve ısınma kaynaklı olarak havanın kirlenme oranının %85 civarında olduğu ve trafik kaynaklı kirlenmenin 2. sırada kaldığı görülmektedir (Pinto ve diğer., 1998).

Mönkkönen ve diğer. (2004) tarafından New Delhi (Hindistan) kentinde Mart – Kasım 2002 tarihleri arasında kentsel hava kirliliği ile kentin fiziksel yapısı arasında ne tür bir ilişki olduğunun incelenmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Ölçüm yapılan noktalar hem kent merkezinde ve açık / yeşil alanlara yakın bölgelere, hem de kent merkezinden birkaç km uzaklıkta yer alan, konut alanı niteliği taşıyan ve herhangi bir sanayi tesisinin bulunmadığı bölgeleri kapsamaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda, kış aylarında, kent merkezlerinde taşıt yoğunluğunun fazla

olduğu alanlarda, hafta sonlarında ve günlük ölçümler bakımından hafta içinde sabah 07.00-08.00 saatlerinde ve akşam 19.00-20.00 saatleri arasında ölçülen kirletici konsantrasyonları daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Mevsimsel koşullar, trafik kaynaklı kirlilinin ve arazi kullanım durumunun hava kirliliğini arttıran temel faktörler olduğu ortaya konulmuştur (Mönkkönen ve diğer., 2004).

Salvador ve diğer. (2004), Madrid (İspanya) kentinde kentsel hava kirliliğine neden olan kaynakların belirlenmesine ve kentsel alanda mekânsal olarak etkilerinin saptanmasına yönelik bir çalışma yapmışlardır. Kent içerisinde yoğun trafik yükünün olduğu ana caddelerin kesiştiği noktalara ölçüm araçları yerleştirilmiş olup; ölçümler Haziran 1999 – Mayıs 2000 tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, kentte kirletici kaynakları olarak uzun mesafelerde taşınan konsantrasyonlar, çölden gelen tozlar, deniz tuzu, trafik kaynaklı emisyonlar ve evsel ısınma belirlenmiştir. Kirletici konsantrasyonlarının ağırlıklı olarak (%48) trafik kaynaklı olduğu kentte, yazın çölden gelen tozlar ile kışın trafik ve evsel ısınma yüzünden hava kirliliği artmaktadır (Salvador ve diğer., 2004).

Daylan ve İncecik (2002), İstanbul'da 1990 yılı başlarından itibaren değişmeye başlayan kirletici konsantrasyonu desenine bağlı olarak, kent bütününde oluşan hava kirliliği probleminin mekânsal boyutunu araştırmayı amaçlamışlardır. Kent genelinde 1992-2000 yılları arasında yürütülen farklı nitelikteki çalışmalar sonucunda, kentsel alanda hava kirliliğine neden olan kirleticilerden biri olan kükürt dioksit (SO₂) seviyesinin azaldığı; endüstriyel üretim yapılan alanlarda, yüksek yoğunluklu konutların yer seçtiği ve ticaret faaliyetlerinin yoğunlaştığı alanlarda kirletici konsantrasyonlarının yüksek olduğu saptanmıştır. Buna göre, kentlerde nüfus yoğunluğunun fazla olması ve arazi kullanım türü hava kirliliğine neden olan faktörlerdir (Daylan ve İncecik, 2002).

Tuncel ve diğer. (2008) tarafından Aliğa (İzmir) çevresinde kirlilik seviyelerinin tespit edilmesi, İzmir kent merkezi ve çevresindeki hava kirliliğinin değerlendirilmesi ve kirliliğe neden olan kaynakların araştırılması amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Çalışma kapsamında demir çelik tesislerinin yakın çevresinde bulunan Aliğa bölgesindeki kirliliğin seviyeleri ve kaynaklarının incelenmesi, ölçüm istasyonlarının yerleri ve nitelikleri hakkında araştırma yapılması, trafik

kaynaklı kirleticilerin ölçülmesi, şehir içindeki ana yollarda araç sayımları yapılarak araçların sayılarının ve türlerinin belirlenmesi gibi çalışmalar yapılmıştır. 2008 yılında yapılan ölçüm çalışmaları sonucunda, İzmir kentinde hava kirliliğinin en ciddi sorun olduğu bölgenin Aliğa olduğu; sanayi kaynaklı hava kirliliğinin büyük bölümünün rafineri ve petrokimya tesislerinden kaynaklandığı; İzmir’de sanayi tesislerinin büyük çoğunluğunun doğal gaza geçmesi ve evsel ısınmada doğal gazın yaygınlaşmasının, kirlilik sorununu bir miktar azalttığı gözlenmiştir. Ayrıca, hâkim rüzgâr yönlerinin kuzeyli rüzgârlar olması nedeniyle, Aliğa bölgesinde oluşan kirleticilerin taşınarak İzmir’e geldiği ve kent genelinde kirlilik seviyesini arttırdığı belirlenmiştir. Buna göre, endüstriyel üretim ve evsel ısınmada kullanılan yakıt türü İzmir kentinde başlıca kirletici kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadır (Tuncel ve diğer., 2008).

Vardoulakis ve Kassomenos (2008) tarafından nüfus yönünden benzerlik gösteren, fakat iklim ve topografya koşulları açısından farklı olan Avrupa’nın iki büyük kenti Atina (Yunanistan) ve Birmingham (İngiltere) kentlerinde karşılaştırılmalı olarak ölçüm çalışmaları yürütülmüştür. Ölçümlerin 2001 – 2003 yılları arasında yapıldığı çalışmada, ölçüm noktaları olarak nüfusun genelini temsil eden lokasyonlar ve ana arterlerden yaklaşık 200 metre uzaklıkta yer alan alanlar seçilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Birmingham kentinde yüksek kirlilik konsantrasyonları soğuk mevsim dönemlerinde, Atina’da sıcak mevsim dönemlerinde gözlenmiştir. Ayrıca, Birmingham kentinde hâkim rüzgârların kirletici maddelerin taşınımında etkili olduğu saptanmıştır. Buna göre, kentsel alanda yer seçim kararları ve mevsimsel koşullar hava kalitesinin belirlenmesinde öne çıkan iki faktördür (Vardoulakis ve Kassomenos, 2008).

Özden (2005) tarafından Eskişehir kenti özelinde Ocak 2004 – Haziran 2005 yılları arasında yapılan çalışmada, pasif örnekleme yöntemi kullanılarak hava kalitesinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, kış mevsiminde, taşıt trafiğinin yoğun olduğu noktalarda ve kent merkezinde (eğimli olmayan bir topografyaya sahip olduğu için) kirletici konsantrasyonları yüksek çıkmıştır. Yaz mevsiminde, kent merkezinin uzağında ve trafik yoğunluğunun daha az olduğu noktalarda ise bu değerler düşmektedir. Bunun nedenleri arasında yaz döneminde

trafik ve taşıt yoğunluğunun azalması, atmosferde gerçekleşen fotokimyasal reaksiyonlar gösterilmektedir. Buna göre, topografik koşullar, taşıt yoğunluğu, mevsimsel koşullar, yer seçim kararları ve atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar kentteki hava kirliliğinin nedenlerini oluşturmaktadır (Özden, 2005).

Kocaman (2010) tarafından yürütülen çalışmada, Erzurum kenti genelinde pasif örnekleme yöntemi kullanılarak Şubat 2010 - Nisan 2010 tarihleri arasında eş zamanlı gerçekleştirilen ölçümlerde kentsel alanda hava kirliliğine neden olan çeşitli kirleticilerin (O_3 , NO_2 ve SO_2) düzeylerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Erzurum kenti genelinde yaşanan hava kirliliği problemi, 1978 yılından 2004 yılına kadar geçen dönemde ortaya çıkan ve evsel ısınmada yakıt olarak linyit ve asfaltitlerin kullanılmasıyla görünür hale gelmiştir. 2004 yılından itibaren kent genelinde doğalgaz kullanımına geçilmesiyle, hava kirliliği kent genelinde gözle görünür biçimde azalmış ve kentin hava kalitesi giderek iyileşmeye başlamıştır. Çalışmanın bulgularına göre, kirletici konsantrasyonları yarı kentsel ve kentsel nitelik gösteren, kentleşmenin ve trafik yoğunluğunun fazla olduğu noktalarda daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca, kirletici konsantrasyonları için mevzuatta belirtilen sınır değerlerin altında kalan noktalarda, evsel ısınmada kömür kullanımının yaygın olması nedeniyle bahar dönemlerinde SO_2 düzeylerinin azaldığını; trafik ve taşıt yoğunluğu nedeniyle NO_2 düzeylerinin bahar aylarında artış gösterdiği gözlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, kent genelinde hava kirliliğine neden olan faktörler arasında evsel ısınmada kullanılan yakıt türü, yanlış yakma tekniklerinin uygulanması, meteorolojik koşullar, kentin topografik özellikleri ve coğrafi konumu yer almaktadır (Kocaman, 2010).

Karapınar (2012) tarafından Kahramanmaraş kenti özelinde yapılan çalışma 2006 yılında başlamış olup; çalışmada kent genelinde atmosfere salınan SO_2 ve PM miktarının evsel ısınmada doğalgaz kullanımına bağlı olarak azaldığı saptanmıştır. Bunun yanı sıra, kentin topografik yapısının doğrudan hava kalitesi değerlerini etkilediği ve ölçüm yapılan istasyonun yerinin değiştirilmesiyle bu değerlerin farklılaştığı görülmüştür. Ayrıca, bu süre zarfında motorlu taşıt sayısının yaklaşık iki kat artması SO_2 ve PM kirletici düzeylerini olumsuz yönde etkilemiştir. Kentte hava kirliliğine neden olan faktörler olarak engebeli topografik koşullar, kentsel alanda

yaşayan yoğun nüfus, mevsimsel koşullar, evsel ısınmada kullanılan yakıt türleri (kömür, odun, mazot) ve yanlış yanma tekniklerinin uygulanması yer almaktadır (Karapınar, 2012).

Briggs ve diğer. (2000) tarafından Londra (İngiltere) kentinde seçilen üç farklı kentsel alanda (Huddersfield, Sheffield, Northampton) yürütülen çalışmada, yaklaşık 10 ay boyunca süren ölçüm çalışmaları sonucunda, kirletici konsantrasyonunun (NO_2) merkezde yer alan, ağır taşıt yükünün olduğu ana yollara yakın, uydu kent modelinde, yüksek yoğunluklu bir yerleşim yeri olan Northampton'da ve merkezin nispeten dışında kalan, ağırlıklı olarak sanayi ve ticari firmaların yer aldığı, ağır endüstriyel üretimin yapıldığı, orta yoğunluklu bir yerleşim yeri olan Sheffield'da yüksek olduğu saptanmıştır. Buna göre, kentsel alanda hava kirliliğine neden olan kirletici kaynaklarının arazi kullanım durumu ve taşıt yoğunluğu olduğu tespit edilmiştir (Briggs ve diğer., 2000).

Briggs ve diğer. (1997), çalışmalarında hava kalitesinin belirlenmesi için ölçüm yapılmak üzere Amsterdam (Hollanda), Huddersfield (İngiltere) ve Prague (Çek Cumhuriyeti) kentlerini seçmişlerdir. İki haftalık periyotlarda her kentte toplam 80 noktada ölçüm yapılmıştır ve elde edilen sonuçların yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiği çalışmada, trafik yükünün ve taşıt yoğunluğunun fazla olduğu, ana yollar üzerinde gelişen ve yüksek yoğunluklu binaların yer aldığı Amsterdam kentinde ve kentsel ve kırsal kullanımların bir arada yer aldığı, yüksek eğimli bir alanda bulunan ve nüfusun fazla olduğu Huddersfield kentinde kirletici (NO_2) düzeyleri daha yüksek çıkmıştır. Bulgulara göre bir değerlendirme yapıldığında, başlıca kirletici kaynakları olarak taşıt yoğunluğu, arazi kullanım durumu, kent içi yolların nitelikleri ve meteorolojik koşullar sayılabilir.

Özaslan (2008) tarafından yapılan ve Kocaeli kentinde Temmuz 2006 - Ocak 2007 yılları arasında ölçüm çalışmaları ile hava kirliliğine neden olan kirletici kaynakların belirlenmesi amaçlanmıştır. Pasif örnekleme yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarda, kirletici türü olarak O_3 , NO_2 ve SO_2 belirlenmiş olup, ölçüm noktalarının endüstriyel üretim yapan tesislere, meskûn alanlara, verimli tarım alanlarına ve otoyollara yakın alanlarda konumlandırılmasına dikkat edilmiştir. Farklı iklim özellikleri taşıyan, sıcaklık farkının kıyıda ve iç kesimlerde fazla

olmadığı, “endüstri kenti” olma özelliği taşıyan, nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu, göç alan, taşıt sayısının fazla olduğu, pek çok türde sanayi kuruluşunu barındıran, konut alanları ile endüstri alanlarının birbirine çok yakın yer seçtiği kentte yapılan çalışmada elde edilen bulgulara göre, NO₂ kirletici düzeylerinin yaz mevsiminde belirlenen sınır değerlerin üzerine çıkmış olup; kış mevsiminde ise kent merkezi dışındaki tüm noktalarda sınır değerlerin altında olduğu gözlenmiştir. SO₂ kirletici düzeylerinin yaz aylarında özellikle kıyıya ve endüstri tesislerine yakın olan noktalarda daha yüksek iken; kış aylarında ise ısınma amaçlı kullanılan kükürt içerikli yakıtlar nedeniyle kent genelinde oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Kirliliğe neden olan faktörler olarak arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, evsel ısınmada ve endüstriyel üretimde kullanılan yakıt türü ve meteorolojik koşullar karşımıza çıkmaktadır (Özaslan, 2008).

Coşkun (2008) tarafından İstanbul kentinde Marmara Üniversitesi kampüsü çevresinde yürütülen çalışmada, taşıt yoğunluğuna bağlı kirletici düzeylerinin (NO, SO₂, CO, NO₂ ve O₃) ölçülmesi amaçlanmıştır. Mayıs ve Eylül aylarında belli periyotlarda yapılan ölçüm çalışmalarında yer seçimi yapılırken, caddenin taşıt yoğunluğu, rüzgâr hızı, rüzgâr yönü, vb. gibi parametreler dikkate alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre, nüfus ve taşıt yoğunluğunun artışına paralel olarak NO ve NO₂ kirletici konsantrasyonlarının yaz aylarında arttığı gözlenmiştir. Yaz aylarında ısınma amaçlı yakıtların kullanılmaması ve ölçüm noktalarının sanayi bölgelerine yakın olmaması nedeniyle SO₂ kirletici konsantrasyonlarının azaldığı gözlenmiştir. Kirliliğe neden olan faktörler olarak taşıt yoğunluğu ve meteorolojik koşullar belirlenmiştir (Coşkun, 2008).

Evcı (2009), Aliağa (İzmir) ilçesi genelinde farklı noktalarda çeşitli kirleticilerin (O₃, NO₂ ve SO₂) konsantrasyonlarının tespit edilmesi için bir çalışma yapmıştır. Ölçüm dönemlerinin Aralık 2005 – Şubat 2007 olarak belirlendiği çalışmada pasif örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Farklı niteliklere sahip (kırsal, yarı kentsel ve kentsel) ölçüm noktalarında yapılan ölçümlerin sonuçlarına bakıldığında; NO₂ kirletici düzeyleri kırsal niteliği olan noktalarda daha düşük olup, otoyol çevresinde ve petrokimya tesislerinin çevresinde oldukça yüksektir. SO₂ kirletici düzeyleri ise kırsal niteliği olan noktalarda daha düşük olup, kış döneminde evsel ısınma ve

kontROLSÜZ yanmaya bağlı olarak kentsel niteliği bulunan alanlarda ve ağırlıklı olarak petrol rafinerisi ve petrokimya tesislerinin çevresinde bulunan alanlarda daha yüksektir. Buna göre, ana ulaşım bağlantılarına yakınlık, arazi kullanım durumu ve mevsimsel koşullar kirliliğe neden olan faktörlerin başında gelmektedir (Evcı, 2009).

Zhu ve diğer. (2011) tarafından yürütölen bir çalışmada, Los Angeles kentinde taşıt yoğunluğunun fazla olduğu otoyol trafiğinden kaynaklı hava kirliliğinin ölçölmesi amaçlanmıştır. Yapılan 5000 gözlem ve 13.900 aracın sayımından elde edilen sonuçlara göre, otoyol çevresinde tespit edilen kirletici miktarı, kent merkezinde tespit edilen miktarın yaklaşık 2-3 katıdır. Ayrıca, otoyol kenarında ölçölen kirletici konsantrasyonun en yüksek olduğu değer, kent merkezinden uzak olan yerleşim birimlerinde ölçölen değerden yaklaşık 25 kat daha fazladır. Rüzgâr yönüne göre yükseklik ile kirletici konsantrasyonu arasından ters orantılı bir ilişki olduğu; uzun mesafeler boyunca taşınabilen kirleticilerin yoğunluğunun trafikteki araç sayısı ile doğru orantılı olduğu saptanmıştır. Meteorolojik koşullar, taşıt yoğunluğu ve ana ulaşım bağlantılarına uzaklık hava kirliliğine neden olan başlıca faktörlerdir (Zhu ve diğer., 2011).

Jorquera ve diğer. (2000) tarafından yapılan çalışmada, Santiago (şili) kentinde hava kirliliğine neden olan kirletici (PM_{10} , $PM_{2.5}$ ve O_3) düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 1989-1998 yılları arasında gerçekleştirilen ölçömler sonucunda, O_3 ve $PM_{2.5}$ konsantrasyonlarının mevsimsel ortalamasının zaman içerisinde düştüğü, ortalama PM_{10} düzeyinin ise kış aylarında arttığı gözlenmiştir. Kirletici konsantrasyonlarında meydana gelen bu değişimlerin temel nedenleri olarak, taşıt yoğunluğu ve meteorolojik koşullar (kentnin bulunduğu vadide oluşan rüzgâr erozyonu) gösterilebilir (Jorquera ve diğer., 2000).

Querola ve diğer. (2001) tarafından Barselona (İspanya) kentinde Haziran 1999 – Haziran 2000 tarihleri arasında gerçekleştirilen ölçüm çalışmaları ile kent genelinde hava kirliliğine neden faktörlerin araştırılması amaçlanmıştır. Seçilen kirleticilerin (PM_{10} ve $PM_{2.5}$) konsantrasyonlarının belirlenmesinde çeşitli faktörler (kimyasal içerik, toplam konsantrasyon, yakıt tüketimi ve trafik emisyonları) dikkate alınarak modelleme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yaz mevsiminde trafiğe çıkan taşıt sayısının artışına paralel olarak kirletici konsantrasyonları artmakta olup; kış

mevsiminde ise termal kaynakların etkinliği ve havanın dolaşımının yavaşlamasına bağlı olarak kentsel alanda kirlilik miktarının yaklaşık olarak sabit kaldığı saptanmıştır. Ayrıca kentin bu bölgesinde sürdürülen sanayi faaliyetlerinin ve rzgrın ters etkisiyle kirlilik miktarı zamanla artmaktadır. Kirliliğe neden olan faktörler olarak arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar ve taşıt yoğunluğu gösterilebilir (Querola ve diğer., 2001).

2.5 Literatür erevesinde Yapılabilecek ıkarsamalar

Kentsel alanlarda gözlenen hava kirliliği ve fiziksel mekânda etkileri konusunda literatürde farklı çalışmalar bulunmakta olup; bazı araştırmacılar kısa vadede orta ölçekli bir yerleşim yerinde tek kirletici türünün hava kirliliği üzerinde yarattığı etkileri incelerken; bazı araştırmacılar orta ve uzun vadede daha büyük ölçekte birden fazla kirleticinin hava kirliliği üzerindeki etkilerini incelemeye odaklanmıştır. Niteliği bakımından farklılaşan bu çalışmalar arasından, elde edilen bulgular ve kapsam bakımından Şehir planlama disiplini ile ilişkilendirilebilecek olan çalışmalar tez kapsamında incelenmiştir. İncelenen çalışmaların bulguları çalışmaların kapsamlarına göre sınıflandırılarak aktarılacaktır.

2.5.1 Kirletici Türü ve Kaynağına Göre alışmalar ve Alınan Sonuçlar

Kentsel alanlarda hava kirliliğine neden olan başlıca kirletici türleri arasında kükürt dioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x), karbon monoksit (CO), karbon dioksit (CO₂), ozon (O₃) ve partikül madde (PM) yer almaktadır (İncecik, 1994; Godish, 1997; Tuncel ve diğer., 2008). Özellikle kent merkezlerinde yaşanan hava kirliliğinin artmasına ve kentsel hava kalitesinin düşmesine neden olan temel kirletici kaynakları arasında kentlerde yaşayan nüfusun ve nüfus yoğunluğunun artışı, trafiğe çıkan motorlu taşıt sayısının artışı, plansız kentleşme ve sanayileşme, evsel ısınmada ve endüstriyel üretim süreçlerinde fosil yakıtların kullanılması, tozlar ve aerosoller, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar, eksik veya yanlış yakma tekniklerinin kullanılması, kentsel alanlarda meteorolojik ve topografik koşullar yer almaktadır. Havadaki kirletici konsantrasyon düzeyleri zaman içerisinde belirlenen sınır değerlerin üstüne çıkmaktadır (İncecik, 1994; Colls, 2002; Fenger, 2002; Tuncel ve diğer., 2008).

Geçmiş dönemlerde yapılan çalışmalar kirletici türü bakımından incelendiğinde, kentsel alanlarda hava kirliliğine neden olan kirletici türlerinin açığa çıkmasında farklı kaynakların etkili olduğu saptanmıştır. Kentsel alanda hava kirliliğine neden olan başlıca kirletici türlerinden biri olan kükürt dioksit (SO₂) konsantrasyonlarının; endüstriyel üretim süreçleri, nüfus ve taşıt yoğunluğunun fazla olması, özellikle kış aylarında evsel ısınmada ve endüstriyel üretim süreçlerinde fosil yakıtların kullanılması ve meteorolojik koşullar nedeniyle kent merkezlerinde yüksek çıktığı saptanmıştır (Pinto ve diğer., 1998; Daylan ve İncecik, 2002; Tuncel ve diğer., 2008; Kocaman, 2010; Fan, Lam ve QiYu, 2012; Staelens ve diğer., 2012). Doğalgaz kullanımının yaygınlaşması, yaz aylarında evsel ısınmaya bağlı yakıt tüketiminin azalması ve kent merkezlerinde nüfus ve taşıt yoğunluğunun azalması kükürt dioksit (SO₂) düzeyini azaltan faktörlerdir (Özaslan, 2008; Coşkun, 2008; Evcı, 2009; Karapınar, 2012; Lin ve diğer., 2013). Bunların yanı sıra, tozlar ve aerosoller, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar ve eksik veya yanlış yakma tekniklerinin kullanılması kükürt dioksit (SO₂) konsantrasyonlarını arttıran faktörler arasındadır (Karapınar, 2012; Ahmad ve diğer., 2015).

Diğer bir kirletici türü olan ve kentsel alanlarda sıklıkla ölçülen partikül madde (PM_{2.5}, PM₁₀) konsantrasyonlarının ise kentsel çalışma alanlarının yoğun olduğu kent merkezlerinde, ana ulaşım bağlantılarına yakın bölgelerde yer alan yerleşim yerlerinde ve evsel ısınmaya bağlı olarak özellikle kış aylarında daha yüksek çıktığı saptanmıştır. Buna ek olarak, kentin nüfusu ve büyüklüğü arttıkça hem kirlilik yaratan faktörlerin sayısının arttığı, hem de hava kalitesi düzeyinin düştüğü gözlenmiştir (Harrison ve diğer., 1997; Jorquera, Palma ve Tapia, 2000; Hoek ve diğer., 2002; Brauer ve diğer., 2003; Salvador ve diğer., 2004; Mönkkönen ve diğer., 2004; Smargiassi ve diğer., 2005; Beelen ve diğer., 2013). Öte yandan, yaz aylarında trafiğe çıkan taşıt sayısının artışına paralel olarak kirletici düzeylerinin artmakta olduğunu ortaya konulmuştur (Querola ve diğer., 2001). Hem kış aylarında (yakıt tüketiminin fazla olması) hem de yaz aylarında (yağışın az olduğu bölgelerde rüzgar hızının fazla olması) PM_{2.5} düzeyinin kent merkezlerinde yüksek konsantrasyonlarda olduğu tespit edilmiştir (Shi ve diğer., 2003). Kentsel alanlarda yoğun nüfus ve taşıt kullanımı, trafik yoğunluğunun fazla olması, endüstriyel üretim yapan tesislerin fazla olması ve enerji üretimi için yürütülen faaliyetler de partikül madde (PM_{2.5})

konsantrasyonlarını arttıran temel nedenlerdendir (Vallius ve diğer., 2004; Nerriere ve diğer., 2005; Moore ve diğer., 2007; Rossa ve diğer., 2007; Kourakis ve diğer., 2012). Bunların yanı sıra, meteorolojik ve topografik koşullar, tozlar ve aerosoller, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar ve eksik veya yanlış yakma tekniklerinin kullanılması gibi nedenler de partikül madde (PM_{2.5}) konsantrasyonlarını ciddi oranda arttırmaktadır (Pits ve diğer., 2008; Vardoulakis ve Kassomenos, 2008; Zhu ve diğer., 2011; Mansha ve diğer., 2012; Karapınar, 2012; Therkorn ve diğer., 2012). Özellikle metropoliten kentlerde hava kirliliği sorununa neden olan partikül madde (PM_{2.5}), solunum sistemine bağlı kronik hastalıklarına da (KOAH, ÜSYE, astım bronşiale, bronşit, vb.) neden olmaktadır (Dockery ve diğer., 1993; Sheppard ve diğer., 1999; Çelikoğlu, 1999; Chen ve diğer., 2000; Zanobetti ve diğer., 2000; Koç ve diğer., 2002; Bektaş ve Bircan, 2003; Tağl ve Menteşe, 2012; Cengiz ve diğer., 2013).

Bir diğer kirlenici türü olan azot oksitlerin (NO, NO₂) konsantrasyonlarının; kentsel alanlarda taşıt yoğunluğunun ve trafiğe çıkan taşıt sayısının fazla olması, özellikle kent merkezlerinde nüfus yoğunluğunun fazla olması, yerleşim yerlerinin ana ulaşım bağlantılarına yakın bölgelerde konumlanması ve meteorolojik koşullar gibi kirlenici kaynakları nedeniyle özellikle yaz aylarında yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Briggs ve diğer., 1997; Briggs ve diğer., 2000; Evci, 2009; Briggs ve diğer., 2010; Fan, Lam ve QiYu, 2012; Zbieranowski ve Aherne, 2012; Mukerjee ve diğer., 2012; Bootdee ve diğer., 2012; Staelens ve diğer., 2012; Ahmad ve Aziz, 2013; Lee ve diğer., 2013; Estarlich ve diğer., 2013; Behera ve diğer., 2015). Endüstriyel üretim süreçlerinin kentsel alanlarda gerçekleşmesi ve enerji üretimi için yürütülen faaliyetler de azot oksitlerin konsantrasyonunu arttıran faktörler arasındadır (Mayer, 1999; Nerriere ve diğer., 2005; Özaslan, 2008). Bu faktörlere ek olarak, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar, tozlar ve aerosoller ve eksik veya yanlış yakma tekniklerinin kullanılması azot oksitlerin (NO, NO₂) konsantrasyonlarının artmasına neden olmaktadır (Özden, 2005; Kocaman, 2010; Ahmad ve diğer., 2015).

Kent merkezlerinde nüfus ve taşıt yoğunluğunun artması, meteorolojik koşullar ve trafiğe çıkan taşıt sayısının artışı gibi faktörlerin kentsel alanda hava kirliliğine neden

olan karbon monoksit (CO), karbon dioksit (CO₂), amonyak (NH₃) ve ozon (O₃) gibi kirleticilerin konsantrasyonlarını arttırdığı ortaya konulmuştur (Evcı, 2009; Fan, Lam ve QiYu, 2012; Reche ve diğer., 2012; Therkorn ve diğer., 2012; Mukerjee ve diğer., 2012; Staelens ve diğer., 2012; Ahmad ve Aziz, 2013). Bunların yanı sıra, evsel ısınmada ve endüstriyel üretim süreçlerinde fosil yakıtların kullanılması, tozlar ve aerosoller, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar ve eksik veya yanlış yakma tekniklerinin kullanılması gibi faktörler de bu kirletici konsantrasyonlarını arttırmaktadır (Mayer, 1999; Özaslan, 2008; Kocaman, 2010; Ahmad ve diğer., 2015).

2.5.2 Çalışma Alanının Ölçeğine Göre Çalışmalar ve Alınan Sonuçlar

Kentsel alanlarda hava kirliliği sorununu inceleyen, bu soruna neden olan faktörleri ortaya koyan ve yerel ölçekte yürütülen çalışmalar çok daha dar bir alanda etkili olmaktadır. Toplu ölümlere yol açabilecek kadar önemli etkiler gösterebilen hava kirliliği sorunlarına; Meuse Vadisi'nde (Belçika) 1934 yılı Aralık ayında 3 gün süren yoğun sis ve kirlenme neticesinde yüzlerce insanın hastalanması ve 60 kişinin ölümü, Manchester ve Salford (İngiltere) kentlerinde 1931 yılı Ocak ayında 9 gün süren yoğun sis neticesinde 592 kişinin ölümü; Donora, Pensilvanya'da (ABD) 1947 yılı Ekim ayında 4 gün süren sis sonunda toplam kent nüfusunun yarısının hastalanması ve 20 kişinin ölümü, Londra'da (İngiltere) 1952 yılı Aralık ayında 4 gün süren yoğun sis neticesinde 4000 kişinin ölümü örnek verilebilir (Ay ve diğer., 2010).

Hava kirliliğinin kentsel mekândaki etkilerinin incelendiği çalışmalarda, seçilen alanlar ölçeklerine göre farklılaşmaktadır. Bu ölçekler (a) cadde/sokak, (b) kent, (c) bölge, (d) ülke ve (e) birden fazla ülkenin bir araya geldiği ülkeler olarak 5 sınıfa ayrılabilir.

Kentsel hava kirliliğine ilişkin cadde/sokak ölçeğinde yapılan çalışmalardan biri Elbir ve diğer. (2010) tarafından yürütülmüştür. Bu çalışmada trafik kaynaklı kirletici konsantrasyonlarının belirlenmesi ve kentsel alandaki dağılımlarının ortaya konulması amaçlanmış olup; bu kapsamda İzmir kent merkezindeki önemli caddeler seçilmiştir. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan temel kirleticilerin konsantrasyonları

ölçülmüştür. Çalışmada, kent merkezindeki motorlu karayolu taşıtlarından kaynaklanan hava kirliliğinin, kentteki sanayi tesislerinden ve konutlardan atılan toplam emisyonlar kadar önemli olduğu ortaya konulmuştur (Elbir ve diğer., 2010). Barselona (İspanya) kentinde (Reche ve diğer., 2012) ve Madrid (İspanya) kentinde (Salvador ve diğer., 2004) yürütülen çalışmalarda, kentsel alanda yoğun trafik yükünün olduğu ana caddelerde ölçümler yapılarak kirletici düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Cadde/sokak ölçeğinde yapılan çalışmalarda, başlıca kirletici kaynaklarının uzun mesafelerde taşınan emisyonlar, çölden gelen tozlar, deniz tuzu, trafik kaynaklı emisyonlar ve evsel yanma olduğu ortaya konulmuştur (Salvador ve diğer., 2004; Reche ve diğer., 2012).

Hava kirliliği düzeylerinin tespit edilmesine yönelik pek çok çalışma ağırlıklı olarak kentsel ölçekte yapılmıştır. Bu kapsamda incelenen kentler arasında Stuttgart (Almanya) kenti (Mayer, 1999), Hong Kong kenti (Fan ve diğer., 2012), Karachi (Pakistan) kenti (Mansha ve diğer., 2012), Barselona (Madrid) kenti (Querola ve diğer., 2001), Leipzig (Almanya) kenti (Wehner ve diğer., 2002), New Delhi (Hindistan) kenti (Mönkkönen ve diğer., 2004), Los Angeles kenti için (Moore ve diğer., 2007), Augsburg (Almanya) kenti (Pits ve diğer., 2008), Santiago (ABD) kenti (Jorquera, Palma ve Tapia, 2000), Chiang Mai (Tayland) kenti (Bootdee, Chalemrom ve Chantara, 2012) ve Cleveland (ABD) kenti (Mukerjee ve diğer., 2012) yer almaktadır. Bu çalışmalarda, kent merkezlerinde yoğun nüfusun görülmesi, yüksek yoğunluklu konut alanlarının ve kentsel çalışma alanlarının ana arterler etrafından yer seçmesi, arazi kullanım kararlarının kirlilik düzeyini arttırıcı yönde olması, ana ulaşım bağlantılarında taşıt yoğunluğunun fazla olması ve toplu taşıma yerine ağırlıklı olarak otomobil kullanımının tercih edilmesi, alanda evsel ısınma ve endüstriyel üretim süreçlerinde fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılacak doğalgazın yaygın olmaması (Mönkkönen ve diğer., 2004; Moore ve diğer., 2007; Bootdee, Chalemrom ve Chantara, 2012), endüstriyel üretim yapan tesislerin özellikle büyük kentlerde, kent merkezlerine yakın yerlerde konumlanması, tozlar ve aerosoller (Querola ve diğer., 2001; Mansha ve diğer., 2012) ve meteorolojik ve topografik koşullar (Jorquera, Palma ve Tapia, 2000; Wehner ve diğer., 2002; Pits ve diğer., 2008) gibi faktörlerin kirletici konsantrasyonlarının artmasına neden olduğu saptanmıştır.

Bölge ölçeğinde yapılan çalışmalar incelendiğinde, kentsel hava kirliliğine neden olan kirletici konsantrasyonlarının belirlenmesi için seçilen alanlarda karşılaştırmalı ve eş zamanlı olarak bir veya birden fazla kirleticinin ölçümünün yapıldığı saptanmıştır. Bu kapsamda, Londra’da (İngiltere) üç kentin oluşturduğu bölgede (Briggs ve diğer., 2000), İstanbul’da Avrupa ve Anadolu yakasında (Dalyan ve İncecik, 2002), Pekin’de farklı nitelikteki kentsel alanlarda (kentsel alan, uydu kent, temiz hava sahası) (Shi ve diğer., 2003), Pekin ve Şanghay kentlerinde belirlenen bölgelerde (Yang ve diğer., 2005), Avrupa’da yer alan üç büyük kentin oluşturduğu bölgede (Briggs ve diğer., 2010), Kanada’nın farklı nitelik gösteren dört bölgede (Zbieranowski ve Aherne, 2012), Belçika’da kırsal niteliği öne çıkan bir bölgesinde (Staelens ve diğer., 2012), Çin’de kent merkezinin dışında kalan bölgede (Lin ve diğer., 2013) ve Kore’de farklı nitelikler taşıyan alanları kapsayan bölgede (Lee ve diğer., 2013) yapılmış olan çalışmalar yer almaktadır. Endüstriyel üretim yapan tesislerin yer seçimi, meteorolojik ve topografik koşullar, seçilen bölgelerin alansal büyüklüğü ve nüfus yoğunluğu faktörlere bağlı olarak, bu bölgelerde ağırlıklı olarak azot oksitler (NO_x), partikül madde (PM_{10}) ve kükürt dioksit (SO_2) kirleticilerinin konsantrasyonlarının yüksek olduğu ortaya konulmuştur.

Bir veya birden fazla ülkenin bir araya geldiği ülkeler ölçeğinde yapılan çalışmaların bulguları ortaya koymuştur ki, özellikle büyük şehirlerin giderek kalabalıklaştığı ve trafik yoğunluğunun gün geçtikçe arttığı günümüzde, artan yaşam standartları enerji tüketiminde önemli bir artış meydana getirmiş ve doğal kaynakların hızla azalmasına neden olmuştur (İncecik, 1994; Harrison ve diğer., 1997; Pinto ve diğer., 1998). Dünyada hava kalitesi bakımından en sorunlu kentler ve ülkeler farklı dönemlerde yapılan çalışmalarla incelenmiştir. Bu çalışmalarda, ülkelerin hava kalitesi, teknolojik gelişmişlik düzeyine, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmasına ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için yapılan eylem planlarının uygulanabilirliğine göre değişmektedir (İncecik, 1994; Nerriere ve diğer., 2005; Calhoun, 2005; İncecik ve İm, 2013). Dünyada hava kirliliğine bağlı ölümlerde Çin, Hindistan, Pakistan, Nijerya gibi ülkeler ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye ise 14. sırada yer almaktadır. Özellikle büyükşehirlerde insan sağlığını tehdit eden kirletici düzeyleri, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından açıklanan sınır değerlerin en az 8 ila 10 katı arasından değişmektedir (İncecik ve İm, 2013). Bu

ülkelerde uzun vadede erken ölümlere yol açabilecek çevre sorunlarının başında hava kirliliğinin gelmesi beklenmektedir (Harrison ve diğer., 1997; Hoek ve diğer., 2002; Vallius ve diğer., 2004; Calhoun, 2005; Vardoulakis ve Kassomenos, 2008; Beelena ve diğer., 2013).

2.5.3 Ölçüm Dönemine Göre Çalışmalar ve Alınan Sonuçlar

Kentsel hava kirliliğini konu alan çalışmalar incelendiğinde, hava kirliliğine neden olan kirletici türlerinin konsantrasyonlarının ölçüldüğü dönemlerin farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu farklılaşma çalışmanın amacına, ölçüm sonuçlarının karşılaştırmalı olarak yorumlanmasına, dönemsel olarak değişen kirletici kaynaklarının tespit edilmesine bağlı olarak oluşmaktadır. Buna göre, kirletici konsantrasyonlarının ölçüldüğü dönemler (a) aynı yıl içerisinde yaz ve kış dönemi, (b) bir yılda sadece yaz veya kış dönemi, (c) yaklaşık veya tam bir yıl süren ve (d) bir yıldan fazla süren dönemler olarak 4 sınıfa ayrılabilir.

Kirletici konsantrasyonlarının aynı yıl içerisinde hem yaz aylarında hem de kış aylarında farklı periyotlarda (bিরer hafta, ikişer hafta, bir ay, üç ay, vb.) ölçülüp, sonuçların karşılaştırılması olarak değerlendirildiği çalışmalarda partikül madde (PM_{2.5}, PM₁₀) ve kükürt dioksit (SO₂) konsantrasyonlarının, kentsel alanlarda evsel ısınmada kömür kullanımının halen yaygın olması, evsel ısınmada ve endüstriyel üretim süreçlerinde yanlış veya eksik yakma tekniklerinin kullanılması, meteorolojik ve topografik koşullar gibi kış aylarında daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Aynı yıl içerisinde kış aylarında yapılan ölçüm sonuçları ile karşılaştırıldığında, yaz aylarında elde edilen sonuçlar evsel ısınma amacıyla yakıt tüketiminin olmaması nedeniyle kirletici konsantrasyonları düşük çıkmıştır (Pinto ve diğer., 1998; Daylan ve İncecik, 2002; Yang ve diğer., 2005; Özaslan, 2008; Coşkun, 2008; Evcı, 2009; Karapınar, 2012). Diğer yandan, endüstriyel üretim yapan tesislerin kent merkezlerine (özellikle petrol rafinerisi ve petrokimya tesisleri) yakın yer seçmesi, trafiğe çıkan taşıt sayısının artışı, meteorolojik ve topografik koşullar gibi nedenlere bağlı olarak yaz aylarında kirletici konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır (Querola ve diğer., 2001; Shi ve diğer., 2003; Yang ve diğer., 2005; Vardoulakis ve Kassomenos, 2008). Kentsel alanda hava kirliliğine neden olan

kirletici türlerinden azot dioksit (NO₂) ve ozon (O₃) konsantrasyonlarının, kış aylarında ölçülen değerler ile karşılaştırıldığında, yaz aylarında trafiğe çıkan taşıt sayısının artması ve atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar nedeniyle daha yüksek çıktığı gözlenmiştir (Briggs ve diğer., 1997; Mayer, 1999; Nerriere, ve diğer., 2005; Özden, 2005; Özaslan, 2008; Coşkun, 2008; Kocaman, 2010; Shendell ve diğer., 2012).

Kirliliğe neden olan kirletici düzeylerinin kentsel alanlarda bir yıl içerisinde sadece yaz veya kış aylarında ölçüldüğü ve sonuçların değerlendirildiği çalışmalarda, kış aylarında kentlerde nüfus ve taşıt yoğunluğunun fazla olması, evsel ısınma ve endüstriyel üretim süreçlerinde kullanılmak üzere fosil yakıtların kullanılması, yanlış veya eksik yakma tekniklerinin kullanılması, meteorolojik koşullar ve tozlar ve aerosoller gibi faktörlere bağlı olarak, partikül madde (PM_{2.5}, PM₁₀) (Vallius ve diğer., 2004; Fan ve diğer., 2012; Mukerjee ve diğer., 2012), kükürt dioksit (SO₂) (Evcı, 2009; Fan ve diğer., 2012), amonyak (NH₃) (Reche ve diğer., 2012; Mukerjee ve diğer., 2012) konsantrasyon düzeylerinin arttığı ortaya konulmuştur. Yaz aylarında ise evsel ısınma amacıyla fosil yakıtların kullanılmaması, bazı yerleşim yerlerinde endüstriyel üretim yapan tesislerin kent merkezlerine yakın olmaması, kentlerde nüfus yoğunluğunun azalması gibi nedenlere bağlı olarak partikül madde (PM_{2.5}, PM₁₀) (Brauer ve diğer., 2003; Salvador ve diğer., 2004; Smargiassi ve diğer., 2005) ve kükürt dioksit (SO₂) (Evcı, 2009; Fan ve diğer., 2012) konsantrasyon düzeyleri azalırken; azot dioksit (NO₂) (Briggs ve diğer., 2000; Coşkun, 2008; Beelena ve diğer., 2013; Ahmad ve Aziz, 2013) konsantrasyon düzeyi artmıştır.

Yaklaşık bir yıl veya tam bir yıl süren hem yaz hem de kış aylarında yapılan ölçüm çalışmalarında, kirletici konsantrasyonları günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak belirlenmekte (ortalama, minimum ve maksimum değerler biçiminde) ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilmektedir. Ölçüm süresinin diğer çalışmalara göre daha uzun olması, aynı bölgede farklı nitelikler taşıyan (kentsel, kırsal, yarı kentsel, vb.) alanlarda veya farklı bölgelerde eş zamanlı konsantrasyon ölçümlerinin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Diğer ölçüm dönemlerinde tespit edildiği gibi, kentsel alanda hava kirliliğine neden olan başlıca kirletici türlerinden partikül madde (PM_{2.5}, PM₁₀) (Harrison ve diğer., 1997; Jorquera, Palma ve Tapia, 2000; Pits ve

diğer., 2008) ve kükürt dioksit (SO₂) (Pinto ve diğer., 1998; Daylan ve İncecik, 2002; Staelens ve diğer., 2012; Lin ve diğer., 2013) konsantrasyonlarının kış aylarında daha yüksek iken; yaz aylarında daha düşük olduğu ortaya konulmuştur. Azot dioksit (NO₂) (Briggs ve diğer., 2000; Briggs ve diğer., 2010; Estarlich ve diğer., 2013; Behera ve diğer., 2015) konsantrasyonlarının kent merkezlerinde nüfus ve taşıt yoğunluğunun fazla olması, ana ulaşım bağlantılarının yerleşim yerlerine yakın bölgelerde yer seçmesi ve meteorolojik koşullar gibi kirletici kaynakları nedeniyle özellikle yaz aylarında yüksek olduğu saptanmıştır (Mayer, 1999; Özden, 2005; Evcı, 2009; Caballero ve diğer., 2012; Bootdee ve diğer., 2012; Zbieranowski ve Aherne, 2012; Lee ve diğer., 2013).

Bir yıldan fazla süren ölçüm dönemlerinde ise, yapılan çalışmalar temel olarak hava kirliliğine neden olan faktörler arasında özellikle mevsimsel koşulların dikkate alınması ve yıllık ortalama kirletici değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Farklı nitelikteki alanlarda yapılan mevsimsel ve meteorolojik koşulların ön planda tutulduğu çalışmalarda, diğer çalışmalardan farklı olarak, ölçüm yapılan nokta sayısı daha fazladır (Rossa ve diğer., 2007; Esclapez ve diğer., 2012; Koutrakis ve diğer., 2012; Mansha ve diğer., 2012). Yapılan karşılaştırmalı incelemeler sonucunda, bu tür ölçüm dönemlerinde elde edilen sonuçların, yaklaşık veya tam bir yıl süren hem yaz hem de kış aylarında yapılan ölçüm çalışmalarındaki sonuçlarla paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. İncelenen çalışmalar ışığında; hava kirliliğine neden olan kirleticilere ilişkin referans kaynaklar kirletici türü, kirliliğe neden olan kirletici kaynakları, çalışmanın ölçeği ve ölçüm dönemine göre sınıflandırılmıştır. EK-1'de bu kaynakların listesi sunulmuştur. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde, kentsel alanda hava kirliliğine neden olduğu bilinen ve literatürde yapılmış çalışmalar incelendikten sonra bu çalışmada ölçülmek üzere seçilen kirletici türleri (SO₂ ve NO₂) kullanılarak, planlama ile kontrol edilen faktörlerin kentsel hava kirliliği üzerindeki etkilerinin incelenmesine yönelik bir regresyon modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu regresyon modelinde kullanılan veriye ilişkin süreç ise bir sonraki bölümde detaylı olarak aktarılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

VERİ TOPLAMA VE VERİ TABANI OLUŞTURMA

Literatür taramaları sonucunda yapılan çıkarsamaların ardından çalışmanın bu bölümünde İzmir İli, Çiğli İlçesi'nde kentsel hava kirliliğine neden olan iki kirletici türünün konsantrasyonlarının ölçülmesi amacıyla yürütülen çalışmalar kapsamında çalışma alanına ilişkin bilgiler, toplanan veriler, veri kaynakları ve ölçüm çalışmaları aktarılacaktır.

3.1 Çalışma Alanının Belirlenmesi

Çalışma kapsamında, İzmir metropoliten kenti sınırları içerisinde farklı arazi kullanım türlerinin ve kirletici kaynakların bulunduğu bölgelerde evsel ısınmanın, endüstriyel üretimin, motorlu taşıtların, meteorolojik ve topografik koşulların neden olduğu hava kirliliğinin belirlenen kirletici türlerinin konsantrasyonları üzerinden belirlenen tarihlerde ve noktalarda ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, çalışma alanı olarak İzmir kent merkezinde yer alan ilçelerden biri olan Çiğli ilçesinin merkezi seçilmiştir.

Çalışma alanı olarak Çiğli ilçe merkezinin belirlenmesinin başlıca nedenleri:

- Konum olarak İzmir Körfezi'ne ve doğal alan niteliği taşıyan alanlara yakın olması,
- İzmir kentinin kimliğini yansıtan, bir alt merkeze sahip olması,
- Yeni ve büyük ölçekli yatırımlarla hem ekonomik hem de sektörel bakımdan kalkınan bir ilçe olması,
- Farklı arazi kullanım türlerinin bir arada olması (düşük, orta ve yüksek yoğunluklu konut alanları, ticari kullanımlar, açık ve yeşil alanlar, eğitim ve sağlık tesisleri, küçük ölçekli ve organize sanayi alanları, vb.),
- İzmir ili merkez kent geneline bakıldığında, bu ilçenin nüfus ve yapı yoğunluğu bakımından halen gelişmekte olan alanlardan biri olması,
- İlçe özelinde farklı konut tipleri ve büyüklüklerinin bulunması,
- Binalarda ısınma türlerinin farklılık göstermesi (merkezi ısınma, doğalgaz, kömür,vb.)

- Hem İzmir merkez kenti bütününde hem de ilçe genelinde oldukça önemli ana ulaşım bağlantılarına yakın konumlanmış olması,
- Taşıt ve yaya sirkülasyonunun sürekli olduğu bir ilçe olması,
- Özel taşıt ve toplu taşıma kullanımının oldukça fazla olması olarak sıralanabilir.

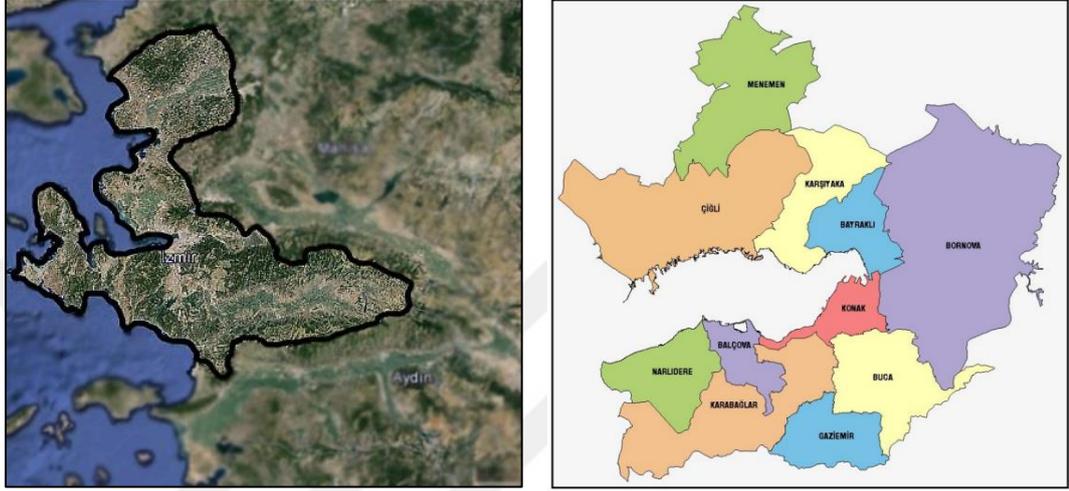
3.1.1 Örneklem Alan Bilgileri

3.1.1.1 İdari Sınırlar

İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırlarında, 2004 yılında yürürlüğe girmiş olan 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu öncesinde 9 ilçe belediyesi mevcut iken; bu kanunun yürürlüğe girmesinden sonra 19 ilçe ve 38 ilk kademe belediyesi yer almaktadır. 2008 yılında 5747 sayılı kanunun yürürlüğe girmesiyle ilk kademe belediyelerinden biri olan Mordoğan Büyükşehir Belediyesi sınırları dışına çıkarılmıştır. Ayrıca, 37 belde belediyesi de kapatılmış ve bağlı buldukları ilçelerin mahallelerine dönüştürülmüştür. Bu kanun ile Konak İlçe Belediyesi sınırları içindeki alanlar ikiye bölünerek, bu alanların bir bölümü Karabağlar İlçe Belediyesi sınırları içerisine alınmış; Karşıyaka ve Bornova ilçelerinden bir bölüm ayrılarak da yeni kurulan Bayraklı İlçe Belediyesi sınırları içine alınmıştır. Yapılan tüm bu düzenlemeler sonucunda, Büyükşehir Belediye sınırları içerisinde toplam 21 ilçe yer almaktadır. 2012 yılında yürürlüğe girmiş olan 6360 sayılı yasa ile ilin bütün sınırları İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırlarına dâhil edilmiştir. Böylece, Büyükşehir Belediye sınırları içerisinde mevcutta toplam 30 ilçe bulunmaktadır (İBB, 2012).

1/25000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı ile sınırları yeniden oluşturulan kentsel bölge Aliağa, Balçova, Bayındır, Bayraklı, Bergama, Beydağ, Bornova, Buca, Çeşme, Çiğli, Dikili, Foça, Gaziemir, Güzelbahçe, Karabağlar, Karaburun, Karşıyaka, Kemalpaşa, Kınık, Kiraz, Konak, Menderes, Menemen, Narlıdere, Ödemiş, Seferihisar, Selçuk, Tire, Torbalı ve Urla ilçelerini kapsamaktadır. Merkezde ise Konak, Karabağlar, Karşıyaka, Bayraklı, Bornova, Buca, Çiğli, Gaziemir, Balçova, Narlıdere ve Güzelbahçe ilçelerinin tamamı yer almaktadır (İBB, 2012). Merkez kent alanında yer alan ilçelerden biri olan Çiğli

İlçesi'nin yerleşik alanı toplam 13352,4 ha (133,52 km²) olup, merkez kent toplam alanının (78806,6 ha.) yaklaşık %17'sini kapsamaktadır (İzmir Kalkınma Ajansı [İZKA], 2013). Şekil 3.1'de İzmir merkez kent sınırları içerisinde yer alan ilçeler gösterilmiştir. Tablo 3.1'de ise İzmir merkez kentte planlama kapsamındaki yerleşmelerin büyüklükleri (ha. ve km² cinsinden) verilmiştir.



Şekil 3.1 İzmir merkez kent sınırları içerisinde yer alan ilçeler (Google Earth, 2015; İBB, 2012)

Tablo 3.1 İzmir kentinde planlama kapsamındaki yerleşmelerin büyüklükleri (İBB, 2012)

İlçe Adı	Büyüklük (Ha)	Büyüklük (Km ²)
Konak	2383,5	23,84
Karabağlar	9773,2	97,73
Karşıyaka	5088,6	50,89
Bayraklı	3499,3	34,99
Bornova	21104,8	211,05
Buca	17386,0	173,86
Çiğli	13352,4	133,52
Gazimiri	6249,3	62,49
Balçova	2233,7	22,34
Narlıdere	4466,4	44,66
Güzelbahçe	6848,6	68,49

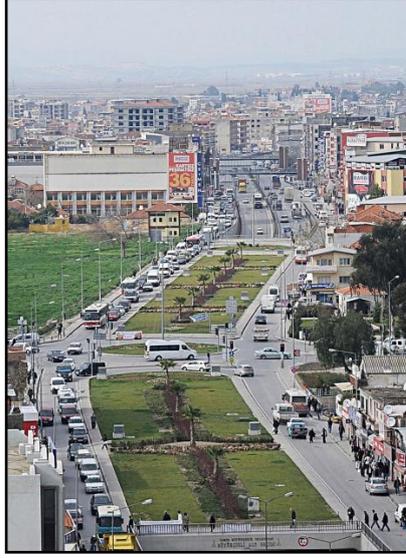
3.1.1.2 Eğim, Topografya, Jeomorfolojik ve Jeolojik Yapı

İzmir ilinin kuzeyinde yer alan Çiğli ilçesi, alan büyüklüğü bakımından (133,55 km²) kentin büyük ilçelerinden biridir. İzmir kent merkezine yaklaşık 27 km uzaklıkta olan Çiğli İlçesi'nin kuzeyinde Menemen İlçesi, güney ve batısında İzmir Körfezi, doğusunda Karşıyaka ilçesi yer almaktadır (Çiğli Belediyesi, 2011). İlçenin genel görünümüne ait görseller Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te verilmiştir. Çalışma alanında kırsal ve kentsel niteliği olan örnek alanlar Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te sunulmuştur.

Topoğrafyanın yapıları çevrenin oluşumunda önemli belirleyicilerinden birisi olduğu İzmir kentinde, bölgesel altyapının ve yerleşmelerin geliştiği alanlar aslında dağlar, bunların arasındaki ovalar ve kıyılardaki düzlüklerdir. Bölgenin en verimli ve önemli ovalarından biri olan Gediz Ovası'nın kıyı kesiminde yer alan Çiğli ilçesi, kaya düşmesi ve heyelan riski taşıması nedeniyle ilçe merkezi "jeolojik bakımdan sakıncalı alan" niteliği taşımaktadır (İBB, 2012).

İzmir metropoliten kent ve çevresinde kentsel kullanımlara açılacak alanlar doğal eşikler bakımında oldukça sınırlıdır. Çiğli ilçesinin yer aldığı kentin kuzey kısmında Çiğli - Menemen aksının doğusunda topografik bakımdan yerleşmeye uygun alanlar bulunmaktadır. İlçe, geniş bir kıyı ovasına sahiptir. Körfez kıyısındaki ovalık alan çorak ve bataklıktır. Egekent, Evka-2 ve Evka-5 toplu konutları az eğimli bir alandadır (Çiğli Belediyesi, 2011).

İzmir'de kıyı bölgelerinde yoğunlaşan doğal sit alanları arasında İzmir Kuş Cenneti ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı yer almaktadır. Kuş Cenneti yaklaşık 8000 hektarlık alanda yer seçmiştir. Yaklaşık 425.000 m² alanda yer seçen Sasalı Doğal Yaşam Parkı 2008 yılında hizmete açılmıştır (İBB, 2012).



Şekil 3.2 Çiğli ilçesi merkezinin görünümü (Çiğli Belediyesi, 2011)



Şekil 3.3 Çiğli ilçesi genel görünümü (Arazi Çalışmaları, Mart 2015)



Şekil 3.4 Çalışma alanında kırsal niteliği olan örnek alanlar



Şekil 3.5 Çalışma alanında kentsel niteliği olan örnek alanlar

3.1.1.3 Demografik Yapı

Çiğli ilçesi, nüfus büyüklüğü bakımından İzmir’de önde gelen ilçeler arasında yer almaktadır. İzmir kenti nüfus toplamına (2015 yılında 4.168,415 kişi) göre, Çiğli ilçesi nüfus bakımından İzmir’in en büyük 7. ilçesi konumundadır. Türkiye İstatistik Kurumu Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre, ilçenin 2015 yılı nüfusu 182,349 kişidir (TUIK, 2015). İzmir ili dışından ilçeye göç eden kişi sayısı oldukça fazladır. İlçe nüfusunun % 70,1’i göç yoluyla ve ağırlıklı olarak Erzurum’dan gelmiştir. Göçmen ailelerinin ağırlıklı olarak yaşadığı ve ilçede nüfusun en yoğun olduğu İstasyonaltı Mahallesi’nde gerek yolların tamamlanması gerekse yapılaşmanın artması sonucu nüfus oranında da artış olduğu görülmüştür. İstasyonaltı Mahallesi’ni sırasıyla Evka-5 ve Küçük Çiğli Mahalleri izlemektedir (Çiğli Belediyesi, 2011; İBB, 2012; İZKA, 2013).

3.1.1.4 İşgücü

Çiğli ilçesi genelinde işgücüne katılan kişi sayısı 44,194 olup, istihdam edilen toplam kişi sayısı 36,852’dir. İlçedeki çalışan sayısının İzmir ilindeki toplam istihdama oranı ise %5,94’dür (İZKA, 2013). Önce liman çevresinde ve kent merkezinde gelişmiş olan sanayi faaliyetleri, zaman içerisinde Bornova, Gaziemir, Çiğli ve Buca ilçelerine sıçramıştır. İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde özellikle imalat sanayinin ağırlıklı olduğu Çiğli ilçesindeki sanayi tesislerinin yer seçimi, hem yerel hem de merkezi yönetim kararları doğrultusunda önemli ulaşım akslarına yakın alanlarda olmuştur. Tek parsel ölçeğinde mevzii olarak gerçekleşmiş bu gelişmeler, belirli bölgelerde zamanla bir araya gelerek yoğunlaşması sonucunda bütüncül sanayi kararlarının oluşturulmasını zorunlu hale getirmiştir (İBB, 2012).

Çiğli ilçesi sınırlarında yer alan İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi (İAOSB), ilçede yaklaşık 700 hektarlık alan üzerine kurulmuş olan, bölgede 550 üretim tesisi ile 35.000 kişiye istihdam sağlanmış olan ve 1990 yılında hizmete açılan İAOSB 490 işyeri kapasiteli olup, halen 310 işyeri faaliyettedir. Şehir merkezine 25 km. mesafede olan bölgede, firma sayısı olarak ağırlıklı ilk beş sektör sırasıyla, başka yerde sınıflandırılmamış makine (50), gıda (45), kauçuk ve plastik (44), fabrikasyon metal (36) ve hazır giyim (26) şeklinde dağılım göstermektedir. İAOSB, İzmir'in olduğu kadar, Türkiye'nin de en önemli üretim, ihracat ve istihdam merkezlerinden birisidir. Girişimci firmaların %90 ağırlıklı olduğu bölgede, üreticilerin $\frac{3}{4}$ 'ü ihracatçı konumundadır (İZKA, 2013). Şekil 3.6'de İAOSB'nden genel görünümeler sunulmuştur.



Şekil 3.6 İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi (İZKA, 2013)

Sanayinin yanı sıra, ilçede tarım faaliyetleri halen sürdürülmektedir. Yaklaşık 800 aile halen tarımla uğraşmaktadır. Yaklaşık 13,351 dekarlık tarım alanı mevcuttur. Bu alanların 6,235 dekarın tarla alanı, 100 dekarlık alanı sebze alanı, 30 dekarlık alanı bağ alanı, 21 dekarlık alanı meyve alanı ve 5 dekarlık alanı zeytinlik alanıdır. Kalan 6,690 dekar alan ise tarıma elverişli boş arazidir. Toplam 13,351 dekar tarım arazisinin 2010 yılı içinde %26'sı (3.502 dekarı) sulanan, %74'ü (9.989 dekarı) ise sulanmayan arazidir (Tarım İl Müdürlüğü, 2012). Ağırlıklı olarak Sasalı, Kaklıç ve Balatçık bölgelerinde sürdürülen tarım faaliyetleri kapsamında küçükbaş ve büyükbaş hayvancılığı yapılmaktadır (İBB, 2012).

3.1.1.5 Ulaşım

İzmir'de önemli sanayi tesislerinin bulunduğu kuzey aksı ile şehir merkezi arasında ve havaalanı arasında bağlantı sağlayan 80 km'lik mevcut demiryolu

hattının metro standartlarına çıkarılmasına yönelik çalışmalar mevcuttur. Mevcut ulaşım olanaklarından metro ve İZBAN Bornova, Buca, Gaziemir ve Çiğli ilçelerinden yolcu ve ticari mal taşımacılığında önemli rol oynamaktadır. Otobüs ve dolmuş, Çiğli ilçesinden toplu taşıma bakımından kullanılmakta olan diğer ulaşım olanaklarıdır (Çiğli Belediyesi, 2011). Çiğli - Kaklıç Havaalanı askeri amaçlı kullanılmaktadır. Mevcut havaalanlarına ek olarak yeni havalimanları yapımı da planlanmaktadır. Bu kapsamda, İzmir'in kuzeyinde, Çiğli bölgesinde inşa edilmesi planlanan Vecihi Hürkuş Havaalanı'nın özellikle kentin kuzeyine ve limanlar bölgesine hitap etmesi öngörülmektedir (Çiğli Belediyesi, 2011; İZKA, 2013). Şekil 3.7'de Çiğli – Kaklıç askeri havaalanından genel bir görünüş verilmiştir.

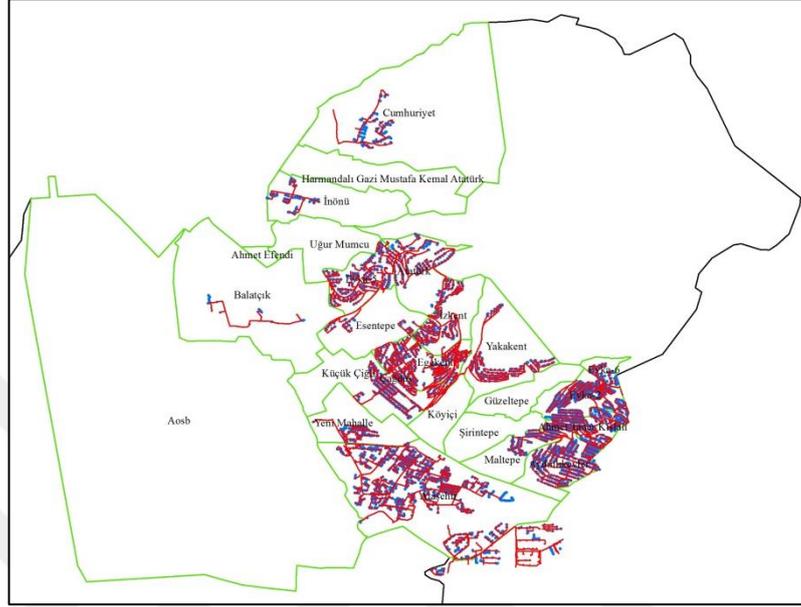


Şekil 3.7 Çiğli – Kaklıç askeri havaalanı (Google Earth, 2014)

3.1.1.6 Bölgesel Altyapı

Kentsel altyapı bakımından incelendiğinde, İzmirGAZ firmasının dağıtım bölgelerinden biri olan İzmir kentinde Karacabey – İzmir Ana İletim Hattı'nın bir kolu Bornova – Karşıyaka – Çiğli güzergâhından geçmektedir. Ayrıca, 2005 yılı Aralık ayında Çiğli OSB bölgesine de iletim hattı ulaştırılmıştır (Çiğli Belediyesi, 2011; İzmir GAZ, 2014). İzmir Büyük Kanal Projesi kapsamında merkez kentin yerleşimlerinin endüstriyel atık sularının arıtılması amacıyla, Çiğli ilçesinin güneyine Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi inşa edilmiştir. Tesis, Kasım 2000 tarihinden bu yana

faaliyet göstermektedir ve yaklaşık 5 milyon kişiye hizmet vermesi planlanmaktadır (Çiğli Belediyesi, 2011). Şekil 3.8’da Çiğli ilçesine ait mevcut doğalgaz iletim hatları sunulmuştur.



Şekil 3.8 Çiğli ilçesi doğalgaz iletim hatları (İzmir GAZ, 2014)

3.1.2 Çalışma Alanına İlişkin Plan Kararlarının İncelenmesi

Çalışma alanı olarak belirlenen Çiğli ilçe merkezini kapsayan alan için geliştirilen planlama kararlarına, İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından 2012 yılında yapılan 1/25000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı Açıklama Raporu’nda yer verilmiştir. Geliştirilen bu planlama kararları incelenirken, bu kararların kentsel alanda hava kirliliğine neden olabilme potansiyelleri göz önünde bulundurulmuştur.

Söz konusu plana ait plan raporunda kentsel yerleşim alanları, meskûn alanlar ve donatılar bakımından;

- Planlama alanında orta ve yüksek yoğunluklu kentsel yerleşim alanı, II. ve III. derece tali iş merkezleri, sanayi alanı, kamu tesis alanı, spor tesisleri, hastane alanı, eğitim alanı, depolama tesisleri ve park alanı gibi kullanımların olması (Tablo 3.2),

- Merkez kentte mevcut onaylı alt ölçekli planlardan kazanılan imar hakları nedeniyle oluşan yığılmayı önlemek amacıyla, gelişme alanlarının Çiğli – Menemen arasındaki kuzey aksında planlanması,
- Çiğli ilçesinin ova kesiminde yer alan meskûn konut alanları için geliştirilen yoğunluk kararlarının değiştirici bir nitelik taşımaması (2030 yılı için önerilen nüfus 435,168 kişi),
- Egekent'in doğusunda yaklaşık 255,6 ha.'lık alanın "5 no.lu Yenileme – Sağlıklaştırma Program Alanı" olarak belirlenmesi (bu program alanı 4426 yapıyı ve 17,301 kişiyi kapsamaktadır),
- İzmir Katip Çelebi Üniversitesi'nin Atatürk Organize Sanayi Bölgesi'nin kuzeyinde yaptığı yer seçiminin plana aktarılması,
- Çiğli'nin kuzeyinde 77,5 hektarlık alanın Büyük Kentsel Yeşil Alan (Rekreasyon Alanı) olarak ayrılması (bunun 40,3 ha.'lık kısmı "rekreasyon alanı", 37,2 ha.'lık kısmı "kentsel yeşil alan" olarak belirlenmiştir) gibi hususlar belirtilmiştir.

Aynı raporda ulaşım bağlantıları ve erişilebilirlik bakımından;

- Çiğli – Aliağa kuzey otoyolu güzergâhının onaylanması ve onaylı projeleri doğrultusunda plana aktarılması (Ulukent, Koyundere, Asarlık ve Yahşelli gibi otoyolun geçtiği güzergâhta kalan yerleşmelerin arazi kullanım kararlarında alt ölçekli plan kararlarında revizyonlar yapılmıştır),
- İlçenin kuzeyinde İzmir Kent Bütünü Çevre Düzeni Planı ile önerilen II. Derece yol aksının Evka – 5 kavşağına taşınması,
- Çiğli – Evka 5 kavşağına bağlanan ve "ekspres yol" niteliğinde önerilen 13 km. ulaşım aksının, alternatif bir güzergâha gerek duyulmaması nedeniyle, kent içi I. derece yola dönüştürülmesi,
- Karşiyaka ve Çiğli sırtlarından kentsel alanı çevreleyerek, üniversite alanının doğusuna bağlanan II. derece yol aksının, eğimin uygulamada zorluk yaratması nedeniyle, üniversite alanının güneyinden geçerek I. derece yol ile sonlandırılması gibi hususlar belirtilmiştir.

Tablo 3.2 Çiğli ilçesi arazi kullanım türleri (İBB, 2012)

ÇİĞLİ İLÇESİ		
Arazi Kullanım Türleri	Büyüklik (Ha)	
Meskün Konut	1108,6	KONUT
Gelişme Konut	879,3	
Kırsal Konut	0	
Kentsel Konut Toplam	1987,9	
Merkezi İş Alanlar		TİCARET & YÖNETİM MERKEZİ
II. ve III. Derece Merkezler	172,4	
Büyük Alan Kul. Ger. Kamu Alan.	111,6	
Konut Dışı Kent. Çal. Alanı	35,7	
Tarımsal Ticaret		
Ticaret - Yönetim Mer. Toplam	319,7	
Organize Sanayi Bölgesi	576,8	SANAYİ
Sanayi Bölgesi	101,7	
Tarımsal Sanayi		
Küçük Sanatlar	42,5	
Maden Çıkarım Alanı (Tuzla)	1843,3	
Depolama		
Sanayi Bölgesi Toplam	2564,3	
Turizm Tesis Alanları	75,6	TURİZM
Turizm Merkez Alanı		
Günübirlik Tesis Alanı		
Turizm Toplam	75,6	
Tabiat Parkı	10,1	BÜYÜK & AÇIK ALANLAR
Rekreasyon Alanları	116,2	
Kentsel Yeşil Alanlar	264,5	
Büyük Spor Alanları	13,3	
Üniversite Yerleşik Alanı	84,5	
Sağlık Tesisleri	5,3	
Eğitim Siteleri	6,5	
Büyük ve Açık Alan Toplam	384,2	
Tarımsal Niteliği Korunacak Alan	954,9	TARIM
Dikili Tarım Alanı		
Mera Alanları		
Tarım Alanları Toplam	954,9	
Orman Alanı		ORMAN
Ağaçlandırılacak Alanlar	2004,1	
Makilik - Fundalık - Çalılık	9,4	
Sazlık Bataklık	2112,9	
Orman Alanı Toplam	4126,5	

Tablo 3.2 Çiğli ilçesi arazi kullanım türleri (İBB, 2012) (devamı)

Askeri Alanlar	386,9	DiĞER
Mezarlıklar	8,7	
Arkeolojik Sit Alanları	6,1	
Diğ er Toplam	401,7	
Boşaltma ve Atık Yerleri	1296,1	ALTYAPI
Atık Bertaraf ve Depolama Tesisleri	109,3	
Hava Alanları	927,8	
Barajlar, Göletler, Dere	23,5	
Trafo Merkezleri		
Mevcut Enerji Üretim Alanı		
Otoyollar, Ekspres Yollar	180,9	
Altyapı Toplam	2537,6	
İLÇE TOPLAM	13352,4	

Alansal büyüklük olarak büyük çoğunluğu (%80 oranında) yapılaşmış olan ilçede, Çiğli Belediyesi tarafından yapılan 1/1000 ölçekli Büyük Çiğli Ova Kesimi Uygulama İmar Planı ve 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli Ova Kesimi Nazım İmar Planı kararları (mevcut arazi kullanım ve kat yüksekliği konularında) mevcuttur. 2013 yılında yapılan, planlar arası ölçek hiyerarşisinin sağlanması ve imar planlarının uygulanmasına yönelik düzenlemeleri içerecek şekilde hazırlanan 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli Ova Kesimi Nazım İmar Planı'na ilişkin açıklama raporunda ise çalışma alanına ilişkin geliştirilen planlama kararları yer almaktadır (Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11 ve Tablo 3.3). 1/25000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı Açıklama Raporu'nda olduğu gibi, planlama kararları incelenirken, bu kararların kentsel alanda hava kirliliğine neden olabilme potansiyelleri göz önünde bulundurulmuştur.

Söz konusu plana ait plan raporunda kentsel yerleşim alanları, meskûn alanlar ve donatılar bakımından;

- Planlama alanının yaklaşık 367 hektarlık bir alanı kapsamaması (bu alan kuzeyde Küçük Sanatlar Sitesi, güneyde İzmir Çevreyolu, batıda Sanayi Alanları ve Ata Organize Sanayi ve doğuda ise İzmir – Çanakkale yolu ile sınırlıdır),

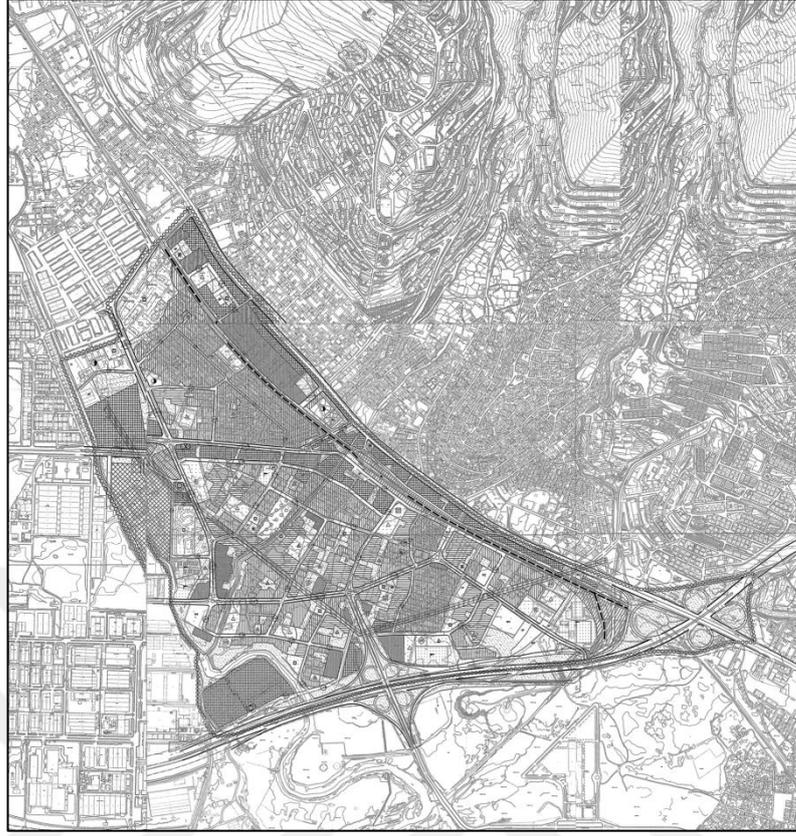
- Alanda genellikle “orta yoğunluklu” konut alanlarının planlanması (yaklaşık 94 ha.),
- İzmir - Çanakkale karayoluna yakın ve ticari fonksiyonların yoğun olduğu bölgelerde “yüksek yoğunluklu” konut alanlarının planlanması (yaklaşık 15 ha.),
- Orta ve sık yoğunluklu konut alanlarında (brüt yoğunluk 180 – 360 kişi/ha ve 360+ kişi/ha) yaklaşık 32.000 kişinin yaşayacağı öngörülmesi (Tablo 3.3),
- Ova kesiminin dışında kalmasına rağmen, Mavişehir’de yer alan prestijli konut alanlarının ve KİPA alışveriş merkezinin, alanı bir “cazibe merkezi” haline getirmesinin öngörülmesi,
- Alanın batısında bulunan yaklaşık 18 hektarlık TARİŞ’e bağlı depolama alanının, konut ve ticaret alanlarının bulunduğu “karma kullanım alanı” olarak planlanması,
- Ata Sanayi bölgesinin doğusunda kalan alanda bir devlet hastanesi inşa edilmesinin planlanması,
- AOSB’nin kuzeyinde yer alan İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi kampüs alanının kuzeye doğru genişletilmesi,
- Gediz Üniversitesi’ne bağlı Tıp Fakültesi’nin Çiğli ilçe merkezinin batısında yer alan bölgede yer seçmesi,
- Çiğli ilçe merkezinin güneyinde yer alan bölgede “kısmen dönüşüm” yapılması planlanması ve bu karar ile emsalin artmasının beklenmesi (hali hazırda bitişik yapı nizamı bulunan alanda plan kararları doğrultusunda ayırık yapı nizamı uygulanması)
- Eski Çiğli yerleşim alanı olarak bilinen bölgede iki “öneri kentsel dönüşüm” alanının belirlenmesi (yerleşimin merkezinde kalan öneri alanın yaklaşık büyüklüğü 255,6 hektardır)
- Çalışma alanının kuzeyinde yer alan Harmanlı bölgesinde plan kararları ile hem “yeni gelişme alanlarının” hem de “ağaçlandırılacak alanların” belirlenmesi gibi hususlar belirtilmiştir.

Aynı raporda ulaşım bağlantıları ve erişilebilirlik bakımından;

- Mevcut otoyollar ile birlikte tamamlanmış olan Aliğa – Menderes Hafif Raylı Sistem Hattı (İZBAN) ile ulaşım bağlantılarının güçlendirilmesi,
- Alan çevresinde ve içerisinde kalan yolların kademelendirilmesi (doğusunda kalan İzmir – Çanakkale asfaltı ve İzmir Çevreyolu I. derece yollar, kuzey – güney doğrultusunda kesen 30 m’lik yollar ve doğu – batı doğrultusunda kesen 24.5 m’lik yollar II. derece yollar, 20 m ve 17 m’lik kent için yollar ile 12 m’lik yollar da III. derece yollar olarak planlanmıştır),
- AOSB bölgesinin doğusundan geçen ve ulaşım bağlantılarının yapıldığı Çevre Yolu’nun tamamlanması gibi plan kararlarının öngörölmüş olduğu ifade edilmiştir.



Şekil 3.9 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli ova kesimi nazım imar planı planlama alanı (Çiğli Belediyesi, 2013)



Şekil 3.10 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli ova kesimi nazım imar planı (Çiğli Belediyesi, 2014)



Şekil 3.11 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli ova kesimi nazım imar planı kararları

Tablo 3.3 1/5000 ölçekli Büyük Çiğli ova kesimi nazım imar planı fonksiyon dağılımı (Çiğli Belediyesi, 2013)

1/5000 ölçekli Büyük Çiğli Ova Kesimi Nazım İmar Planı Fonksiyon Dağılımı		
Fonksiyon Türleri	Alan (Ha)	Oran (%)
Meskun Konut (Orta Yoğunluk)	81,5	22,3
Meskun Konut (Yüksek Yoğunluk)	13,1	3,6
Gelişme Konut (Orta Yoğunluk)	12,5	3,4
Gelişme Konut (Yüksek Yoğunluk)	2,2	0,6
Tali İş Merkezleri (II. ve III. Derece Merkezleri)	28,3	7,7
Resmi Tesis Alanı	4,1	1,13
Açık ve Kapalı Pazar Alanı	1,4	0,39
Sanayi Alanı	18,2	4,9
Konut Dışı Kentsel Çalışma Alanı	1,6	0,45
Belediye Hizmet Alanı	5	1,51
Park	52,5	14,07
Ağaçlandırılacak Alan	1,9	0,52
Kreş	0,9	0,27
İlköğretim	8	2,21
Ortaöğretim	4,9	1,37
Sosyokültürel Tesis Alanı	1,4	0,4
Sağlık Tesis Alanı	12,4	3,37
Dini Tesis Alanı	0,8	0,22
Spor Alanı	8,4	2,3
Otopark	0,7	0,21
Demiryolu	13,7	3,74
Akaryakıt İstasyonu	0,5	0,14
Akaryakıt İstasyonu + LPG	0,2	0,08
Otoyol Kamulaştırma	32,8	6
Yollar	71	19,12
TOPLAM	378	100

3.2 Kentsel Hava Kirliliği Ölçümü Yapılan Noktaların Yer Seçimi

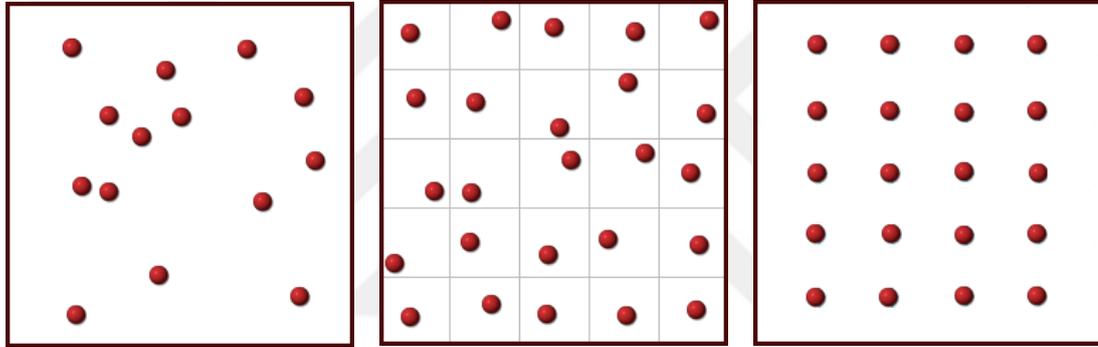
Çalışma alanı olarak İzmir kent merkezinde yer alan ilçelerden biri olan Çiğli İlçesi'nde kentsel hava kirliliği ölçümünün yapılacağı noktaların tespit edilmesi için mekânsal örnekleme teknikleri kullanılmıştır. Daha az sürede daha geniş alana ilişkin bilgi edinilmesine olanak veren mekânsal örnekleme teknikleri, yöntem ve sonuçları bakımından tekrarlanabilir olması, çalışma alanının tamamının temsil edilebilir olması ve maliyetin düşürülmesi bakımından önemli avantajlar sağlamaktadır. Pek çok çalışmada bu tekniklerin kullanılmasındaki temel amaç, tüm çalışma alanını temsil eden bir örneklemin yapılabilmesi ve kısa sürede düşük bir bütçeyle yüksek kalitede sonuçlar elde edilmesidir (Neyman, 1934; Horvitz ve Thompson, 1952; Cochran, 1977; Ripley, 1981; Clark ve Hosking, 1986).

Mekânsal örnekleme tekniklerinin kullanılması için gerekli adımlar şunlardır: Örneklem hedeflerinin (sampling objectives) belirlenmesi, çalışma alanı sınırlarının (sampled site) belirlenmesi, alan kapsamındaki toplam nüfusun (target population) ve örneklem birimlerinin (sampling unit) belirlenmesi ve örneklem yönteminin (sampling method) belirlenmesi. Mekânsal örnekleme teknikleri 4 gruba ayrılır: (a) Mekânsal basit rastlantısal örnekleme, (b) mekânsal sistematik örnekleme, (c) mekânsal tabakalı örnekleme ve (d) mekânsal tabakalı örnekleme.

Mekânsal Basit Rastlantısal Örnekleme yöntemi tarafsız tahminlerin yapılabilmesi için geliştirilmiştir. Bu yöntemde çalışma alanında noktalar rastlantısal olarak seçilir, alanında belirlenen tüm noktaların seçilme olasılığı mekânsal olarak eşittir ve bu noktaların alanın tamamını temsil etme durumu yoktur. Mekânsal Sistematik Örnekleme yönteminde seçilen noktaların çalışma alanının tamamını kapsamaması ve temsil etmesi beklenir. Sadece ilk nokta rastlantısal olarak belirlenir ve diğer noktalar bir önceki seçilen noktaya sistematik olarak eşit uzaklıkta olacak biçimde seçilir. Mekânsal Tabakalı Örnekleme yönteminde çalışma alanı homojen özelliklerle gösterecek biçimde seçilen değişkenlerin özelliklerine göre farklı tabakalara göre ayrılır; alanın değişkenler açısından homojene yakın bir yakın göstermesi beklenir. Mekânsal Küme Örnekleme yönteminde ise, çalışma alanının tamamı hücrelere / kümeler bölünür ve bu kümelerden bazıları rastlantısal olarak seçilir; gözlem sayısının ve küme sayısının önceden belirlenmiş olması beklenir; seçilen hücrelerde sadece gözlem sayısı kadar nokta bu yöntem ile belirlenir (Rogerson ve Plane, 1984; Haining, 1988; Hansen ve diğer., 1953; Cochran, 1977; Dixon ve Leach, 1977; Fotheringham ve Rogerson, 1993; Goovaerts, 1997; Çubukçu, 2015). Şekil 3.12'de mekânsal örnekleme tekniklerine ilişkin şematik gösterimler sunulmuştur.

Tablo 3.4 Mekânsal örnekleme teknikleri

Mekânsal Basit Rastlantısal Örnekleme Yöntemi	Mekânsal Sistematik Örnekleme	Mekânsal Tabakalı Örnekleme	Mekânsal Tabakalı Örnekleme
Örneklem için nokta sayısı belirlenir ↓ Rastlantısal sayı değerli için aralık belirlenir ↓ X ve Y değerlerine karşılık gelen sayılar tespit edilir ↓ Belirli sayıda rastlantısal nokta seçilir	Örneklem için nokta sayısı belirlenir ↓ Başlangıç noktası için X ve Y değerleri bulunur ↓ X_D ve Y_D formülleri ile noktalar arası mesafeler hesaplanır ↓ Sistematik biçimde bu mesafeler diğer noktaların yerlerini tespit etmek için eklenir	Çalışma alanında tabakalar belirlenir ↓ Gözlem sayısı belirlenir ↓ Mekânsal basit rastlantısal örnekleme yöntemi ile noktaların yerleri belirlenir	Çalışma alanı kümelere bölünür ↓ Gözlem sayısı ve küme sayısı kadar nokta belirlenir ↓ Mekânsal basit rastlantısal örnekleme yöntemi ile noktaların yerleri belirlenir



Mekânsal basit rastlantısal örnekleme

Mekânsal tabakalı örnekleme

Mekânsal sistematik örnekleme

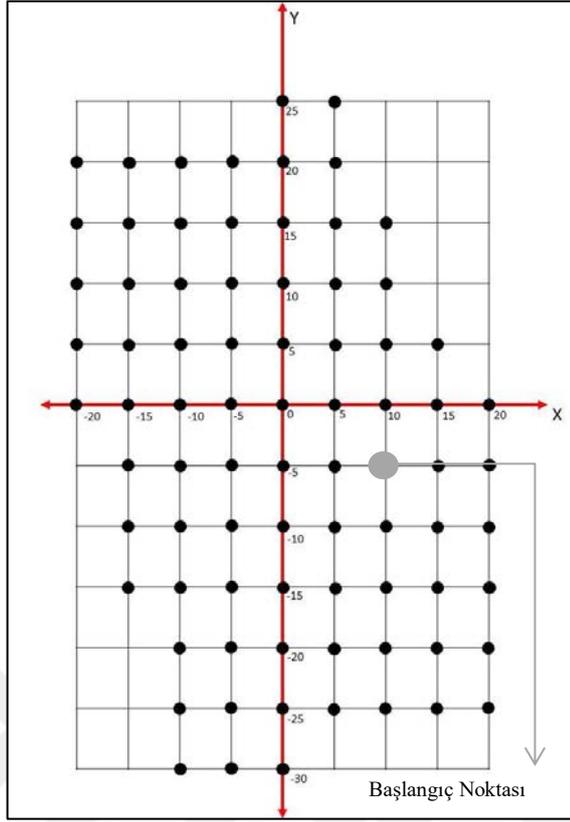
Şekil 3.12 Mekânsal örnekleme teknikleri şematik gösterimi (Collender ve diğer., 2015)

Çalışma alanında koordinatları önceden belirlenmiş olan toplam 80 noktada pasif örnekleme ile hava kalitesi ölçümleri yapılmasına karar verilmiştir. Seçilen tüm noktaların çalışma alanının tamamını kaplaması gerekliliği ve bu noktaların belirli alanlarda yoğunlaşmaması gibi nedenler göz önünde bulundurulmuş ve bu ölçüm noktalarının belirlenmesi için mekânsal sistematik örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Örnekleme sürecinde izlenen yöntem Tablo 3.4'te mekânsal sistematik örnekleme kısmında gösterilmiştir. Mekânsal sistematik örnekleme yönteminin kullanıldığı çalışmada, başlangıç noktası rastlantısal olarak seçilmiştir. Bu noktanın ondalık sisteme göre koordinatları enlem 4263100, boylam 505300; örnekleme için oluşturulan koordinat sisteminde ise X değeri +10, Y değeri -5'dir. Örneklemede ölçüm yapılan noktaların arasındaki mesafeler sistematik olarak eşit mesafededir ve gerçekte 600 metreye denk gelmektedir. X ve Y eksenindeki bu mesafeler;

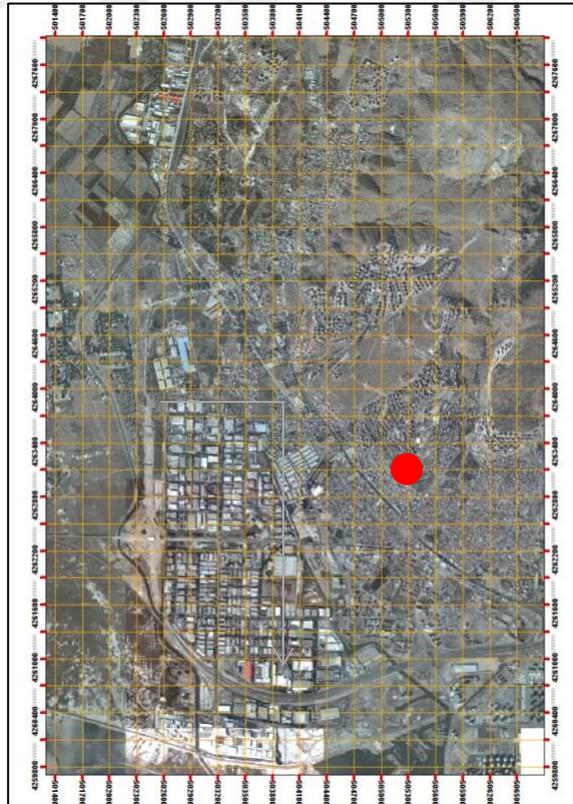
$$X_D = \frac{x}{\sqrt{n}} \quad Y_D = \frac{y}{\sqrt{n}} \quad (3.1)$$

formülleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu formüllerde; X_D ilk seçilen noktaya sistematik olarak aynı uzaklıkta konumlanacak gözlem noktalarının x – eksen yönünde uzaklığını; Y_D ilk seçilen noktaya sistematik olarak aynı uzaklıkta konumlanacak gözlem noktalarının y – eksen yönünde uzaklığını, X çalışma alanının x – eksen yönünde büyüklüğünü, Y çalışma alanının y – eksen yönünde büyüklüğünü, n seçilecek nokta sayısını ifade eder (Çubukçu, 2015).

Başlangıç noktasının koordinatları ve belirlenen standart mesafe referans alınarak, diğer noktaların başlangıç noktasına göre konumları sistematik biçimde doğu, batı, kuzey ve güney yönlerinde belirlenen mesafeler eklenerek tespit edilmiştir. Bu yöntem ile toplamda 80 noktanın yeri tüm çalışma alanını kapsayacak biçimde belirlenmiştir. Ancak belirlenen noktalarda pasif örnekleme için kullanılan ölçüm aletlerinin takılabileceği uygunlukta alanlar bulunmaması durumunda, seçilen noktaya en yakın noktada ölçüm aletleri takılmıştır. Seçilen noktaların 10 adedi düşük yoğunluklu konut alanında (%15,62), 15 adedi orta yoğunluklu konut alanında (%23,44), 10 adedi yüksek yoğunluklu konut alanında (%15,62), 10 adedi organize sanayi bölgesi çevresinde (%15,62), 10 adedi hizmet sektörünün yoğunlaştığı alanda (%15,62), 5 adedi ilçe merkezindeki boş – açık alanda (%7,81) ve 4 adedi kırsal nitelikli alanda (%6,25) yer almaktadır. Seçilen ve yerleri belirlenen noktaların ondalık sisteme ve oluşturulan koordinat sistemine göre koordinatları, X ve Y eksenleri yönünde hesaplanan mesafeler ve ölçüm yapılan noktalara ait final koordinatları EK-2’de verilmektedir. Şekil 3.13’te çalışma kapsamında oluşturulan koordinat sistemi, Şekil 3.14’da ise yerleri belirlenen ölçüm noktalarının alandaki konumları gösterilmektedir.



Şekil 3.13 Oluşturulan koordinat sistemi



Şekil 3.14 Yerleri belirlenen ölçüm noktalarının alandaki konumları

3.3 Kentsel Hava Kirliliği Ölçümünde Kullanılan Ölçüm Yöntemi

Atmosferde bulunan, özellikle kentsel alanlarda hava kirliliğine neden olan ve pek çok faktörden etkilenen (kimyasal reaksiyonlar, atmosferik koşullar, fiziksel koşullar, vb.) kirleticilerin hangi bölgelerde ve ne yoğunlukta olduğunun tespit edilmesi kolay değildir. Bu tür durumlarda, çalışma alanlarında hava kirliliğinin ölçülmesi için belirlenen çok sayıdaki noktada sık periyotlarda kirletici konsantrasyonlarının ölçülmesi önem kazanmaktadır.

Hava kalitesinin izlenmesinde ve kirleticilerin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri pasif örnekleme yöntemidir. Çeşitli gazlar için kullanılan ve ölçüm sonuçlarının meteorolojik koşullara kuvvetle bağlı olduğu pasif örnekleme cihazları, gaz veya buhar halindeki kirletici numunelerini atmosferde statik bir tabaka içinden difüzyon veya bir membran içinden permeasyon gibi fiziksel bir işlemle alabilen cihazlardır (Aydınlar ve diğer., 2009). Pasif örnekleme cihazları genellikle disk ya da silindirik tüp şeklinde olup; kullanım kolaylığı ve başlangıç yatırımının düşük olması nedeniyle pek çok uygulamada bu yöntem tercih edilmektedir. Bu yöntemle hem bütünleşik ortamda bulunan kirleticilerin çalışma alanı içerisindeki dağılımları, hem de çok sayıda ünite kullanılarak bu kirleticilere ilişkin konsantrasyon değerleri hakkında bilgi edinilmektedir. Kirletici konsantrasyonlarının ölçümü için çok sayıda yöntem mevcuttur. Pasif örnekleme yöntemi NO_2 , SO_2 , NH_3 , VOC ve O_3 ölçümleri için kullanılmaktadır (Savcı, 2016). Çalışma prensibi ise gaz moleküllerinin örneklenen ortamdan toplama ortamına doğru serbest akışına dayanmaktadır. İki ortam arasındaki kimyasal potansiyel farklılığından kaynaklanan bu akış, sistem dengeye ulaşmaya veya örnekleme işlemine son verilinceye kadar devam eder. Kullanıcının örnekleme işlemine son verdiği durumlarda, örnekleme cihazında toplanan bileşen miktarı bileşenin ortamdaki konsantrasyonuna, örnekleme hızına ve örnekleme süresine bağlıdır (Özden, 2005).

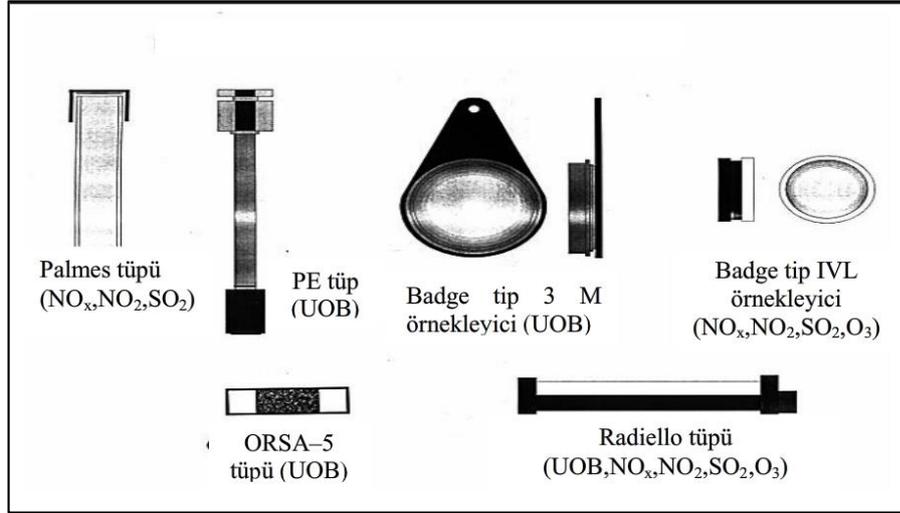
Bu çalışmada, hava kirliliğinin ölçülmesi amacıyla kullanılan farklı yöntemler (aktif örnekleme cihazları, otomatik on-line analizörler, uzaktan algılayıcılar, vb.) arasından pasif örnekleme yönteminin tercih edilmesi, bu yöntemin öne çıkan bazı niteliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu nitelikler arasında yöntemin başlangıç yatırımının daha düşük olması, yoğun insan gücü gerektirmemesi, işletiminin kolay

olması, farklı ortamlarda (iş yeri ortamı, iç ortam, bölgesel ölçekli dış ortama, vb.) ölçüm yapılmasına olanak vermesi, uzun süreli kullanım imkânı sağlaması, farklı noktalarda eş zamanlı ölçümlerin gerçekleştirilmesi, hava kirliliğinin modellenmesine yönelik verilerin üretilmesi, gaz örneklerini herhangi bir hava hareketine gerek kalmadan toplayabilmesi, doğrudan atmosferde izleme yapılabilmesi, bir bina veya koruma sperine ihtiyaç olmaması yer almaktadır (Özden, 2005; Şahin, 2010). Ayrıca, çalışmanın amacı olan plan kararları ile kontrol edilebilen faktörlerin kentsel hava kirliliği üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için mikro ölçekte sınırlı bütçe ile veri toplanması ancak pasif örnekleme yöntemi ile mümkündür.

Dış (açık) ortamda kullanılan pasif örnekleycilerin performans kriterlerinin bilinmesi örnekleycinin amaçlanan örnekleme işlemi için uygun olup olmadığının belirlenmesi konusunda oldukça önemlidir. Bu kriterler arasında örnekleme hızı, tekrarlanabilirlik ve doğruluk, konsantrasyon düzeyi ve örnekleme süresi etkisi, nem, rüzgâr hızı ve sıcaklık etkisi, örnekleme öncesinde sonrasında saklama süresi, kör (blank) değeri ve desorpsiyon (ekstraksiyon) verimliliği yer almaktadır (Özden, 2005). Ayrıca, pasif örnekleme yöntemi ile ölçülen ve izlenen kirletici türlerine göre kullanılan örnekleyci tipleri farklılık göstermektedir (Şahin, 2010). Tablo 3.5’de bu örnekleyci tipleri, Şekil 3.15’de pasif örnekleyci tipleri, Şekil 3.16’de çalışmada kullanılan pasif örnekleyciler, Şekil 3.17’de çalışmada örnekleycilerin konumlarına ilişkin örnekler verilmiştir.

Tablo 3.5 Pasif örnekleyci türleri (Nuhoğlu ve Adar, b.t.)

Kirletici Türü	Pasif Örnekleyci Türü
NO ₂	Palmer Tüpleri-Difüzyon Tipi
CO	Y-Tipi Zeolit Absorblayıcı ve dar bir difüzyon kolonu
O ₃	Absorblayıcı [Ozona maruziyetle aldehite dönüşen, 1,2-di (4pyridyl)-ethylene]
SO ₂	Palmer Tipi Difüzyon tüpleri



Şekil 3.15 Pasif örnekleyici tipleri (Nuhoğlu ve Adar, b.t.)



Şekil 3.16 Çalışmada kullanılan örnekleyiciler



Şekil 3.17 Çalışmada örnekleyicilerin örnekleme esnasındaki konumlarından görünüm

3.4 Veri Kaynakları, Ölçümlere Hazırlanma Süreci ve Ölçümler

Çalışma kapsamında Çiğli ilçesinde bulunan binaları, koordinatları ve alanda yerleri belirlenmiş olan ölçüm noktalarını, mevcut ulaşım sistemini, arazi kullanımını ve imar planı kararlarını içeren çalışma alanına ilişkin fiziksel veri tabanlarının oluşturulabilmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan fiziksel veri tabanları ölçüm noktalarının bulunduğu yerlere ilişkin konum bilgisi, mevcut arazi kullanım türü ve niteliği, binaların mülkiyet durumları ve yer aldıkları ilçe, mahalle, cadde bilgileri, binaların kat sayısı ve bağımsız birim sayısı, yol kademelenmesi, mahalleler bazında tercih edilen ısıtma türü ve imar planı kararları gibi bilgileri içermektedir.

Çalışma kapsamında gerekli veriler iki farklı kaynaktan elde edilmiştir: (1) bireysel olarak erişilebilecek veriler (İzmir Kent Rehberi, Google Maps, yüksek lisans tezi kapsamında elde edilen koordinatlı uydu görüntüleri, vb.) ve (2) kurumsal olarak erişilebilecek veriler (İzmir GAZ, İzmir Büyükşehir Belediyesi, Çiğli Belediyesi, İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü).

İzmir Büyükşehir Coğrafi Bilgi Sistemleri Proje Geliştirme Servisi'nden Çiğli ilçesine ait mevcut arazi kullanım durumu ve uygulama imar planı kararları (sayısal ortamda arazi kullanım türü, nizam, kat sayısı, kullanım değişikliği, vb.) gibi veriler; İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü'nden enerji tüketimi verileri (kullanılan ısıtma türleri, doğalgaz kullanan bina / tesis sayısı, sanayi bölgesi özelinde parsel bazında doğalgaz ana hatları ve servis hatları, doğalgaz kullanan abone sayısı, vb.) gibi veriler; İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü'nden ölçüm yapılan tarihlerde çalışma alanına ilişkin meteoroloji verileri (saatlik sıcaklık, saatlik basınç, günlük toplam güneşlenme süresi, günlük toplam yağış, vb.) gibi veriler; Çiğli Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü'nden Çiğli ilçesine ait mevcut arazi kullanım durumu, hali hazır paftalar ve imar planı kararları (1/1000 ölçekli hali hazır, 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı, vb.) gibi veriler; İzmirGAZ Altyapı Şube Müdürlüğü'nden ilçe genelinde parsel bazında doğalgaz ana hatları ve servis hatlarının yer aldığı güncel hali hazır ve genel bilgiler (abone sayıları, bina sayıları, vb.) gibi veriler temin edilmiştir. Bu veriler arasında İzmir Büyükşehir Coğrafi Bilgi Sistemleri Proje Geliştirme Servisi'nden alınan veriler ücret karşılığında elde edilmiştir. Temin edilen verilere ve kurumlarla yapılan görüşmelere ilişkin bilgiler Tablo 3.6'da gösterilmektedir.

Tablo 3.6 Kurumlar ile yapılan görüşme tarihleri ve temin edilen veriler

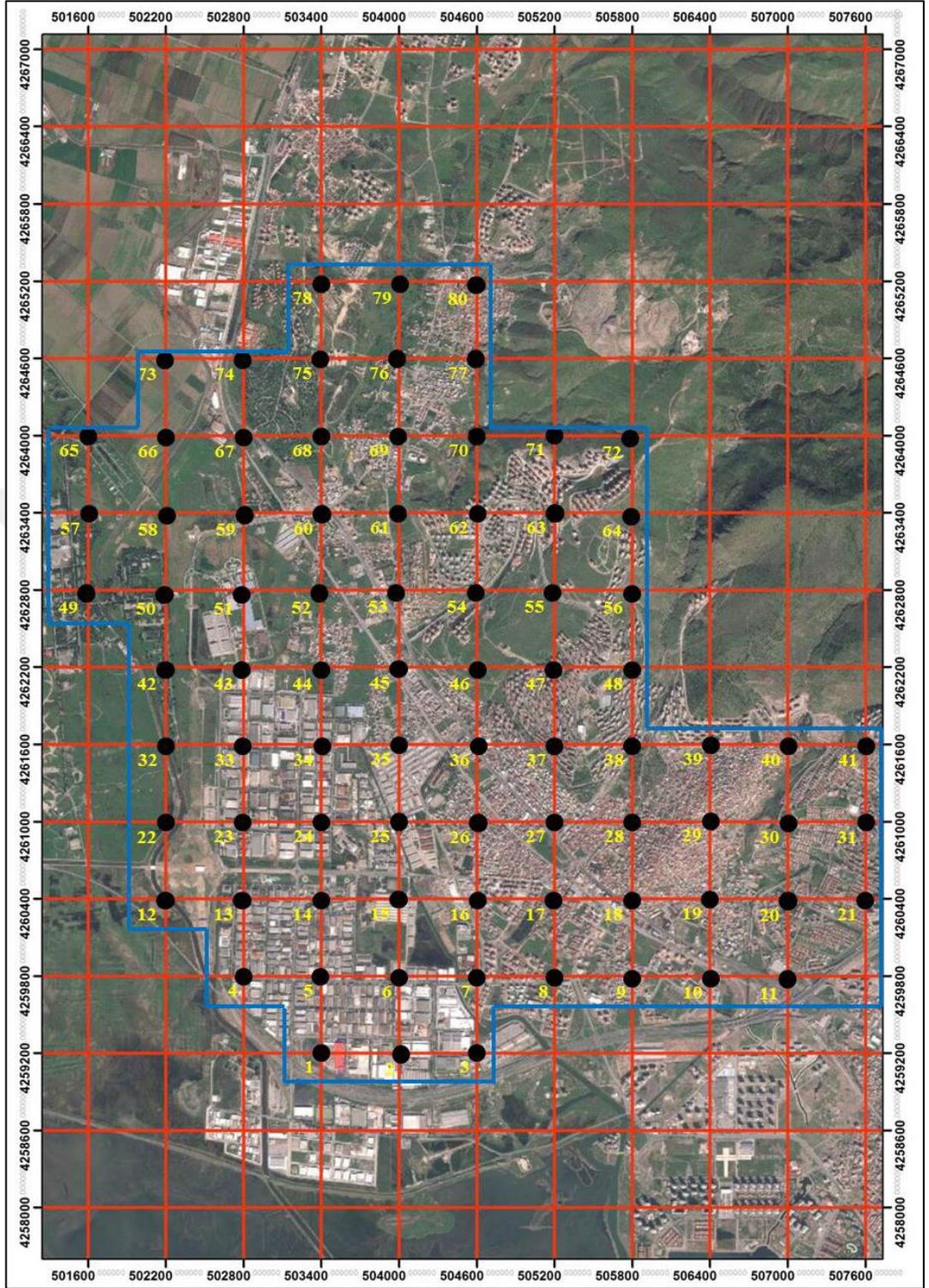
Kurum Adı	İlgili Birimler	Görüşme Tarihleri	Başvuru Yapılan Veri Türleri	Alınan Veriler	Veri Formatı
Çiğli Belediyesi	İmar ve Şehircilik Müdürlüğü	04.03.2014 22.04.2014 08.05.2014	- Çiğli ilçesine ait mevcut arazi kullanım durumu - Çiğli ilçesine ait imar planı kararları	- 1/1000 ölçekli hali hazır - 1/5000 ölçekli hali hazır (Ova kesimi) - 1/25000 ölçekli plan paftaları - Uydu fotoğrafları	.ncz, .shp, .tiff, .jpeg
İzmir Büyükşehir Belediyesi	Coğrafi Bilgi Sistemleri Proje Geliştirme Servisi	06.05.2014 12.05.2014 15.05.2014 05.05.2015	- Çiğli ilçe merkezine ait şube müdürlüğünün kullandığı koordinatlı altlık - Çiğli ilçe merkezine ait, adres verisi ve hava fotoğrafı ile çakıştırılan uygulama imar planı kararları	- İzmir Kent Rehberi dosyaları - 1/25000 İKBNIP Plan Analizleri - Nüfus Analizleri ve Hesapları - Gerçek Zamanlı Harita Yayını üzerinden 1/1000 ölçekli uygulama imar planı kararları	.shp, .pdf, .xls, .tiff, .jpeg
İzmirGAZ	Altyapı Şube Müdürlüğü	26.03.2014 29.04.2014 06.05.2014	- Mevcut doğalgaz hatları - Abone ve bina sayıları	- Mevcut doğalgaz hatları (ana hatlar ve servis hatları) - Hizmet verilen mahalleler ve binalar - Abone sayısı - Bina sayısı - Genel bilgiler	.shp, .tab, .doc, .tiff
Meteoroloji Genel Müdürlüğü	İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü	21.04.2015 28.04.2015	- Çiğli ilçesine ait ölçüm yapılan dönemlere ilişkin meteorolojik veriler	- Saatlik sıcaklık - Saatlik basınç - Saatlik nispi nem - Saatlik rüzgar hızı - Günlük toplam güneşlenme süresi - Günlük toplam yağış - Günlük yağış devam saatleri	.xls
İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü	Doğalgaz İşletme Şefliği, İmar ve İnşaat Müdürlüğü	10.02.2015 10.03.2015 17.03.2015 26.03.2015	- Organize sanayi bölgesi alanında kalan doğalgaz ve servis hatlarının güzergâhları	- AOSB alanında kalan ana doğalgaz hatları - AOSB alanında kalan servis hatları	.dwg, .dxf, .ncz, .tiff, .jpeg

Çalışma kapsamında ilgili kurumlarla gerekli verilere ilişkin görüşmelerin yapılması, verilerin edinilmesi, arazi çalışmasının yapılabilmesi için resmi yazışmaların yapılması, gerekli izinlerin alınması ve pasif örnekleyicilerin edinilmesi sonrasında, çalışma alanı olarak belirlenen Çiğli ilçesinde kentsel hava kirliliğinin ölçülmesi amacıyla arazi çalışmalarının ilk kısmı (kış dönemi) 18 Mart 2015 – 1 Nisan 2015 tarihleri arasında yapılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında, Dokuz Eylül Çevre Mühendisliği Bölümü Hava Kirliliği Laboratuvarı'nda görev yapan, hem arazi çalışmaları hem de teknik imkânları ile çalışmaya katkı koyan uzmanlarla birlikte 18 – 19 Mart 2015 tarihlerinde önceden koordinatları belirlenmiş olan noktalara pasif örnekleyiciler yerleştirilmiştir. Ölçümlerin yapılması için kullanılan örnekleyiciler, her noktada yerden 3 metre yüksekliğe ve elektrik direklerine asılmıştır. Kullanılan örnekleyiciler yaklaşık 2 hafta boyunca (toplam 13 gün) alanda asılı kalmış ve kentsel alanda hava kirliliğine neden olan iki yaygın kirleticinin (SO₂) ve NO₂) konsantrasyonlarını ölçmüştür.

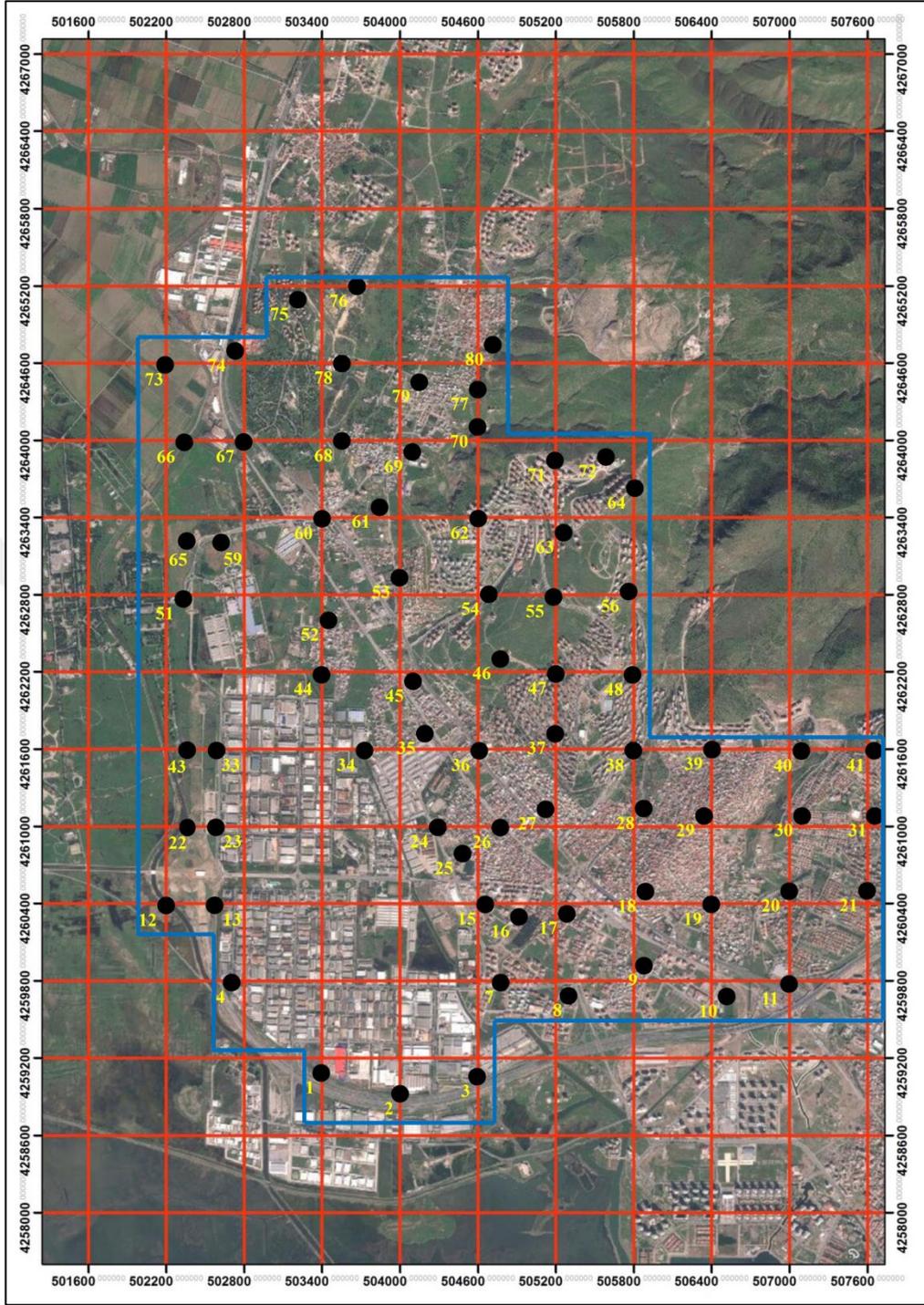
Arazi çalışmalarının ikinci kısmı (yaz dönemi) 29 Temmuz 2015 – 14 Ağustos 2015 tarihleri arasında yapılmıştır. Örnekleyiciler bir önceki ölçüm döneminde belirlenmiş olan noktalarda yaklaşık 2 hafta asılı kalmış ve SO₂ ve NO₂ kirletici konsantrasyonları ölçülmüştür. Örnekleyiciler, ölçülen kirletici konsantrasyonlarının laboratuvar ortamında analiz edilmesi ve raporlanması işlemlerinin gerçekleştirilmesi için belirlenen süre sonunda araziden toplanmışlardır. Arazi çalışmaları kapsamında, örnekleyicilerin yerleştirildiği noktaların koordinatlarının (X, Y ve Z koordinatları) kaydedilmesi, çalışama alanına ait hali hazır üzerinde bu noktalarının yerlerinin işaretlenmesi, noktanın bulunduğu yer ve çevresine ilişkin bilgiler kaydedilmesi ve fotoğraflarının çekilmesi gibi çalışmalar yürütülmüştür.

Çalışma alanının bazı bölgelerde çok eğimli olması, tarım alanı niteliği taşıyan alanlar olması, askeri hava alanında ve sanayi bölgesinde çalışma yapılması için izin alınmaması gibi çeşitli nedenlerden ötürü arazi çalışmaları esnasında birtakım aksaklıklar yaşanmıştır. Bu aksaklıklardan biri, örnekleyicilerin yerleştirilmesi planlanan ve Mekânsal Sistemik Örnekleme yöntemine göre alan bütününde oluşturulan ızgara (grid) sistem baz alındığında ölçüm noktaları arasında olması gereken yaklaşık 600 metre mesafenin arazi koşulları nedeniyle tüm noktalarda

sağlanamamasıdır. Ayrıca, tarım alanlarının bulunduğu bölgelerde örnekleyicinin asılması için herhangi bir imkânın olmaması (elektrik direği, vb.), eğimin çok yüksek olduğu noktalarda ancak aracın çıkabildiği bir yerde örnekleyicinin asılabilmesi, askeri hava alanı ve organize sanayi bölgesi sınırlarında kalan noktalarda ilgili kurumların izni olmamasından dolayı bazı örnekleyicilerin asılamaması da yaşanan diğer aksaklıklardır. Bu nedenlere dayanarak, çalışmanın başında 80 noktaya örnekleyicilerin yerleştirilmesi planlanırken, çalışma sonucunda toplam 64 noktada ölçümler tamamlanabilmiştir. Arazi çalışmasında kullanılan altlıklar Şekil 3.18’de örnekleyicilerin yerleştirilmesi planlanan noktalar ile Şekil 3.19’da örnekleyicilerin yerleştirildiği noktalara ilişkin haritalar sunulurken, uygulama imar plan kararları EK – 3’de verilmiştir. Örnekleyicilerin arazideki konumlarına ilişkin görüntüler kış dönemi için Şekil 3.20’de, yaz dönemi için Şekil 3.21’de verilmiştir.



Şekil 3.18 Örnekleyicilerin yerleştirilmesi planlanan noktalar



Şekil 3.19 Örnekleyicilerin yerleştirildiği noktalar

Tablo 3.7 Mahalleler bazında ısınma türleri

Mahalle Adı	Soba/ Kömür	Kat Kaloriferi/ Motorin	Merkezi Sistem/ Kömür	Doğalgaz / Yerden Isıtma	Klima / Elektrik	Güneş Enerjisi	Jeotermal
Ahmet Efendi	-	-	+	-	+	-	-
Ahmet Taner Kışlalı	-	-	-	+	+	-	-
Atatürk	+	+	+	+	+	-	-
AOSB	-	-	+	+	+	-	-
Aydınlık Evler	+	-	+	+	+	-	-
Balatçık	+	-	+	+	+	-	-
Cumhuriyet	+	-	+	+	+	-	-
Çağdaş	-	-	-	+	+	-	-
Egekent	-	-	+	+	+	-	-
Esentepe	-	+	+	+	+	-	-
Evka-2	+	+	+	+	+	-	-
Evka-5	+	+	+	+	+	-	-
Evka-6	+	-	-	+	+	-	-
Gazi M.Kemal Atatürk	+	-	+	+	+	-	-
Güzeltepe	+	-	-	+	+	-	-
İnönü	+	-	-	+	+	-	-
İstasyonaltı	+	+	+	+	+	-	-
İzkent	+	-	+	+	+	-	-
Kaklıç	+	+	-	-	-	-	-
Köyiçi	+	-	-	+	+	-	-
Küçük Çiğli	+	+	+	+	+	-	-
Maltepe	-	-	-	+	+	-	-
Şirintepe	+	+	+	+	+	-	-
Uğur Mumcu	+	-	+	+	+	-	-
Yakakent	+	-	+	+	+	-	-
Yeni Mahalle	+	-	-	+	+	-	-

Tablo 3.7’de çalışma alanında evsel ısınma amacıyla kullanılan yakıt türlerine ilişkin mahalleler bazında bilgiler verilmiştir. Bu tablo, Çiğli ilçesinde yer alan kiralık ve satılık daire ilanlarının yer aldığı internet sitelerinden (Sahibinden Emlak, Hürriyet Emlak ve Milliyet Emlak) ilan sıklığı esas alınarak oluşturulmuş ve üçlü bir sınıflama yapılmıştır. Bu sınıflamaya ilişkin bilgiler Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8 Isınma türlerinin sınıflandırılması

Isınma Türü	İlan Sıklığı	Renk/Kod
Yüksek sıklıkta kullanılan ısınma türü	20 ve üzerinde konut ilanı	
Orta sıklıkta kullanılan ısınma türü	10 - 20 arasında konut ilanı	
Düşük sıklıkta kullanılan ısınma türü	10 ve altında konut ilanı	



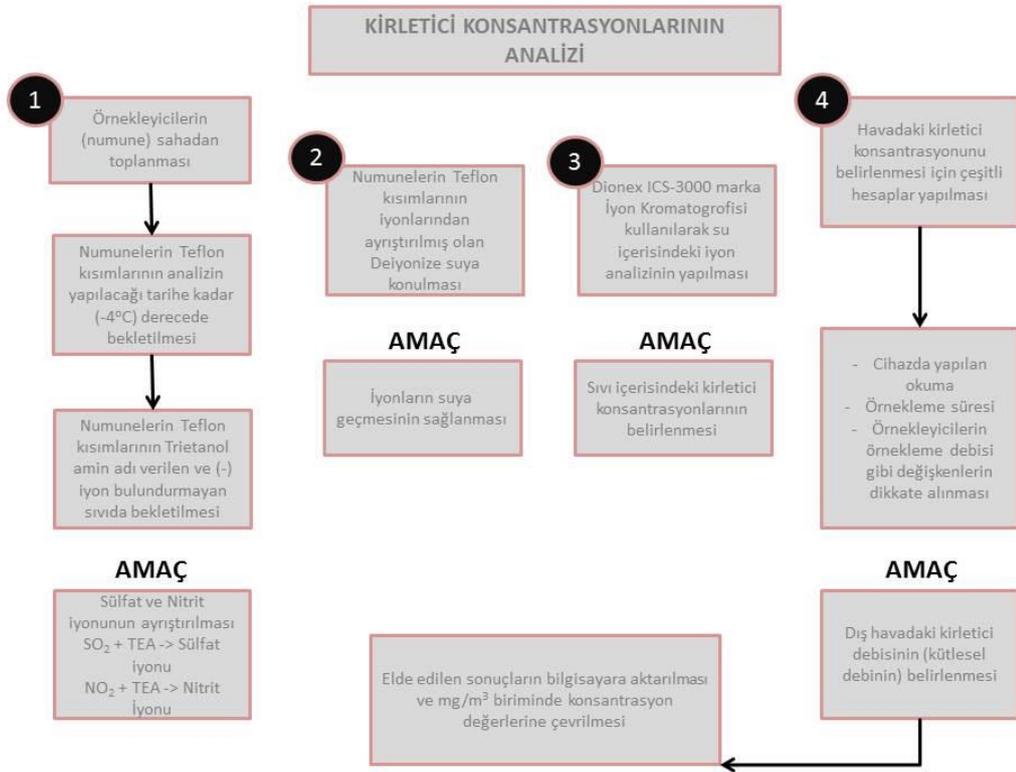
Şekil 3.20 Örnekleycilerin arazideki konumlarına ilişkin görüntüler (Kış dönemi)



Şekil 3.21 Örnekleycilerin arazideki konumlarına ilişkin görüntüler (Yaz dönemi)

3.5 Ölçüm Sonuçları

Ölçülen kirletici konsantrasyonlarının analiz edilmesi ve raporlanması gerçekleştirilmesi için Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yer alan Hava Kirliliği Laboratuvarı'na getirilmiştir. Laboratuvarda görev yapan uzmanlar tarafından gerekli ekstraksiyon işlemleri uygulanmış, kükürt dioksit (SO_2) ve azot dioksit (NO_2) İyon Kromatografisi yöntemiyle analiz edilmiş ve analizlerde Dionex-ICS 3000 marka İyon Kromatografisi cihazı kullanılmıştır. TSE 12766-01/02/03 metoduna göre pasif örnekleme yöntemi ile yapılan analiz çalışmaları Şekil 3.22'de, kullanılan cihazlara ilişkin görüntüler ise Şekil 3.23'de verilmiştir.



Şekil 3.22 Analiz çalışmalarında kullanılan yöntem



Şekil 3.23 Analiz çalışmalarında kullanılan cihazlar

Pasif örnekleme yöntemi ile yapılan analiz çalışmaları sonucunda kirletici (SO_2 ve NO_2) konsantrasyonlarına ilişkin elde edilen değerler kullanılarak, hem ölçüm noktalarına ait fiziksel verilerin bulunduğu hem de kış ve yaz dönemine ait ölçüm sonuçlarının dökümünün yapıldığı bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı kapsamında, arazi çalışmaları süresince örnekleyicilerin yerleştirildiği noktaların gerçek koordinatları (taşınabilir koordinat ölçüm cihazı (GPS) ile okunan), ölçüm dönemlerine ilişkin tarihler ve her iki kirletici için kirlilik değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yer almaktadır. Ölçüm noktalarına ve sonuçlarına ilişkin bilgiler detaylı olarak Tablo 3.9, Tablo 3.10, Şekil 3.24 ve Şekil 3.25’de verilmiştir.

Tablo 3.9 Ölçüm noktaları ve sonuçlarına ilişkin bilgiler (Kış ve yaz dönemleri)

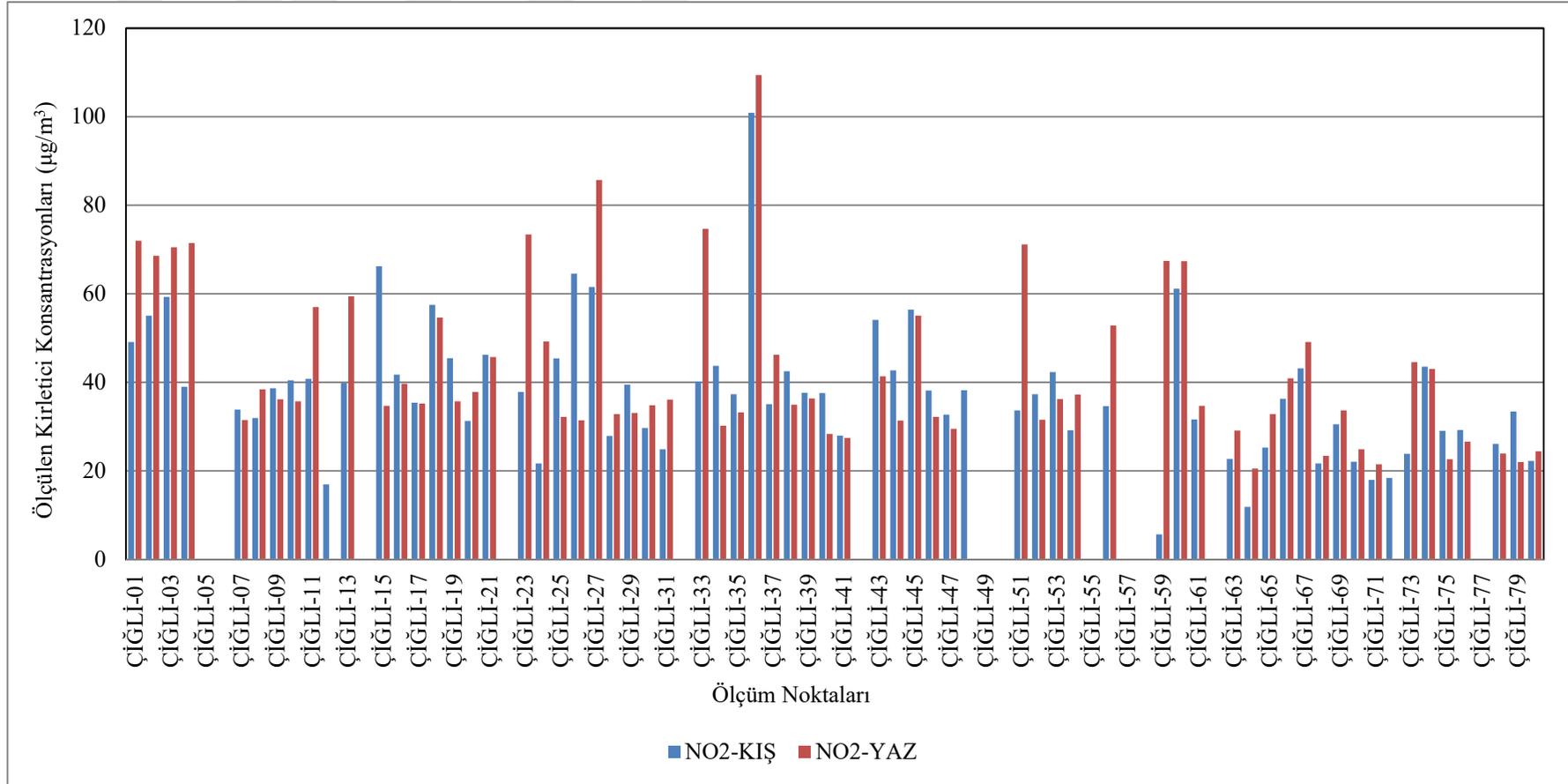
Nokta No	Y - Koordinatı Değeri	X - Koordinatı Değeri	Z - Koordinatı Değeri (Metre)	Ölçüm Dönemi	Kirlilik Değeri (SO ₂ -Kış Dönemi) (µg/m ³)	Kirlilik Değeri (NO ₂ -Kış Dönemi) (µg/m ³)	Ölçüm Dönemi	Kirlilik Değeri (SO ₂ -Yaz Dönemi) (µg/m ³)	Kirlilik Değeri (NO ₂ -Yaz Dönemi) (µg/m ³)		
1	4259000	503439	5	Kış dönemi	2,9	49,1	Yaz dönemi	5,1	72,0		
2	4258888	503940	5	Kış dönemi	1,6	55,1	Yaz dönemi	6,3	68,6		
3	4258983	504537	5	Kış dönemi	4,3	59,3	Yaz dönemi	5,6	70,5		
4	4259526	502762	7	Kış dönemi	2,8	39,0	Yaz dönemi	3,5	71,5		
5	4259355	502896	7	İPTAL							
6	4259750	504462	15	İPTAL							
7	4259690	504504	15	Kış dönemi	2,0	33,9	Yaz dönemi	2,6	31,5		
8	4259813	505106	10	Kış dönemi	1,0	31,9	Yaz dönemi	3,6	38,4		
9	4259727	505894	16	Kış dönemi	5,3	38,6	Yaz dönemi	3,9	36,2		
10	4259840	506271	10	Kış dönemi	2,2	40,5	Yaz dönemi	2,4	35,7		
11	4259953	506805	9	Kış dönemi	1,8	40,8	Yaz dönemi	4,2	57,0		
12	4260629	502138	5	Kış dönemi	0,4	17,0	Yaz dönemi	KAYIP			
13	4260450	502544	7	Kış dönemi	4,1	39,9	Yaz dönemi	3,8	59,4		
14	4260154	502519	7	İPTAL							
15	4260323	504646	5	Kış dönemi	9,0	66,2	Yaz dönemi	4,7	34,7		
16	4260364	505016	7	Kış dönemi	3,9	41,8	Yaz dönemi	4,1	39,7		
17	4260394	505205	9	Kış dönemi	3,2	35,4	Yaz dönemi	2,7	35,2		
18	4260383	505830	39	Kış dönemi	7,5	57,5	Yaz dönemi	3,4	54,6		
19	4260398	506430	24	Kış dönemi	8,7	45,5	Yaz dönemi	2,4	35,7		
20	4260470	507028	40	Kış dönemi	2,3	31,3	Yaz dönemi	3,8	37,8		
21	4260359	507602	90	Kış dönemi	4,1	46,2	Yaz dönemi	2,6	45,7		
22	4261016	502434	5	KAYIP							
23	4261197	502463	7	Kış dönemi	2,3	37,9	Yaz dönemi	3,5	73,4		
24	4260948	504285	3	Kış dönemi	0,7	21,7	Yaz dönemi	3,4	49,2		

Tablo 3.9 Ölüm noktaları ve sonuçlarına ilişkin bilgiler (Kış ve yaz dönemleri) (devamı)

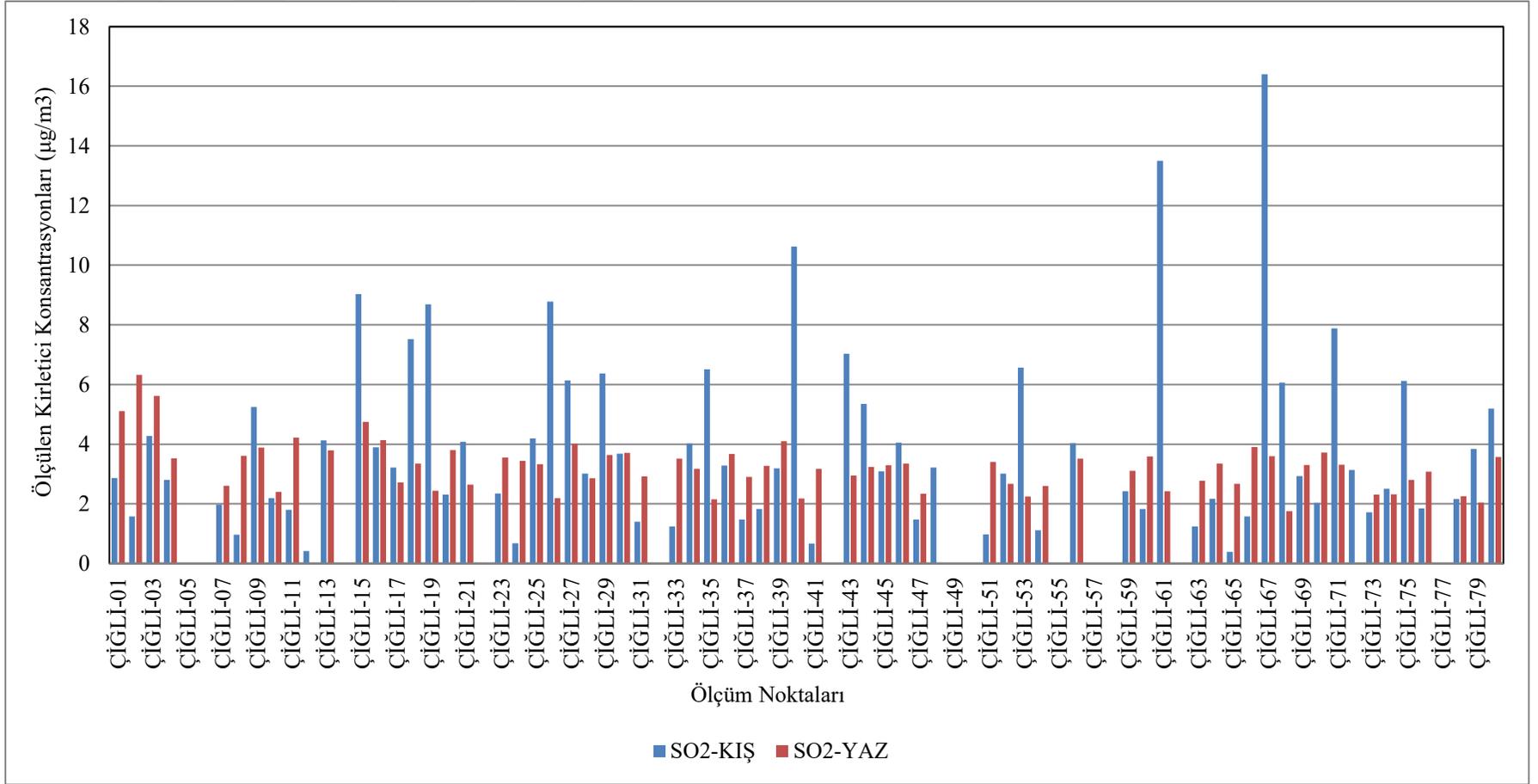
25	4260849	504524	2	Kış dönemi	4,2	45,4	Yaz dönemi	3,3	32,2
26	4260947	504837	8	Kış dönemi	8,8	64,6	Yaz dönemi	2,2	31,4
27	4261003	505197	19	Kış dönemi	6,1	61,6	Yaz dönemi	4,0	85,7
28	4261006	505769	12	Kış dönemi	3,0	27,9	Yaz dönemi	2,9	32,8
29	4261009	506395	93	Kış dönemi	6,4	39,5	Yaz dönemi	3,6	33,1
30	4260942	507046	94	Kış dönemi	3,7	29,7	Yaz dönemi	3,7	34,8
31	4261005	507622	118	Kış dönemi	1,4	24,9	Yaz dönemi	2,9	36,1
32	4261600	502200	8	İPTAL					
33	4261698	502442	8	Kış dönemi	1,2	40,2	Yaz dönemi	3,5	74,7
34	4261599	503749	5	Kış dönemi	4,0	43,7	Yaz dönemi	3,2	30,2
35	4261752	504217	2	Kış dönemi	6,5	37,4	Yaz dönemi	2,1	33,2
36	4261586	504612	13	Kış dönemi	3,3	100,9	Yaz dönemi	3,7	109,4
37	4261625	505194	113	Kış dönemi	1,5	35,1	Yaz dönemi	2,9	46,2
38	4261604	505792	55	Kış dönemi	1,8	42,5	Yaz dönemi	3,3	35,0
39	4261612	506390	85	Kış dönemi	3,2	37,7	Yaz dönemi	4,1	36,3
40	4261582	507001	129	Kış dönemi	10,6	37,6	Yaz dönemi	2,2	28,4
41	4261671	507646	174	Kış dönemi	0,7	28,0	Yaz dönemi	3,2	27,5
42	4262200	502200	7	İPTAL					
43	4261544	502414	7	Kış dönemi	7,0	54,1	Yaz dönemi	2,9	41,4
44	4262236	503393	3	Kış dönemi	5,3	42,7	Yaz dönemi	3,2	31,4
45	4262166	503993	4	Kış dönemi	3,1	56,4	Yaz dönemi	3,3	55,1
46	4262260	504458	69	Kış dönemi	4,1	38,1	Yaz dönemi	3,3	32,2
47	4262155	505215	107	Kış dönemi	1,5	32,7	Yaz dönemi	2,3	29,5
48	4262167	505851	177	Kış dönemi	3,2	38,3	Yaz dönemi	KAYIP	
49	4262800	501600	10	İPTAL					
50	4262800	502200	10	İPTAL					
51	4262973	502391	13	Kış dönemi	1,0	33,7	Yaz dönemi	3,4	71,1
52	4262651	503428	8	Kış dönemi	3,0	37,3	Yaz dönemi	2,7	31,6
53	4262854	504007	8	Kış dönemi	6,6	42,3	Yaz dönemi	2,2	36,2
54	4262789	504563	51	Kış dönemi	1,1	29,2	Yaz dönemi	2,6	37,2

Tablo 3.9 Ölüm noktaları ve sonuçlarına ilişkin bilgiler (Kış ve yaz dönemleri) (devamı)

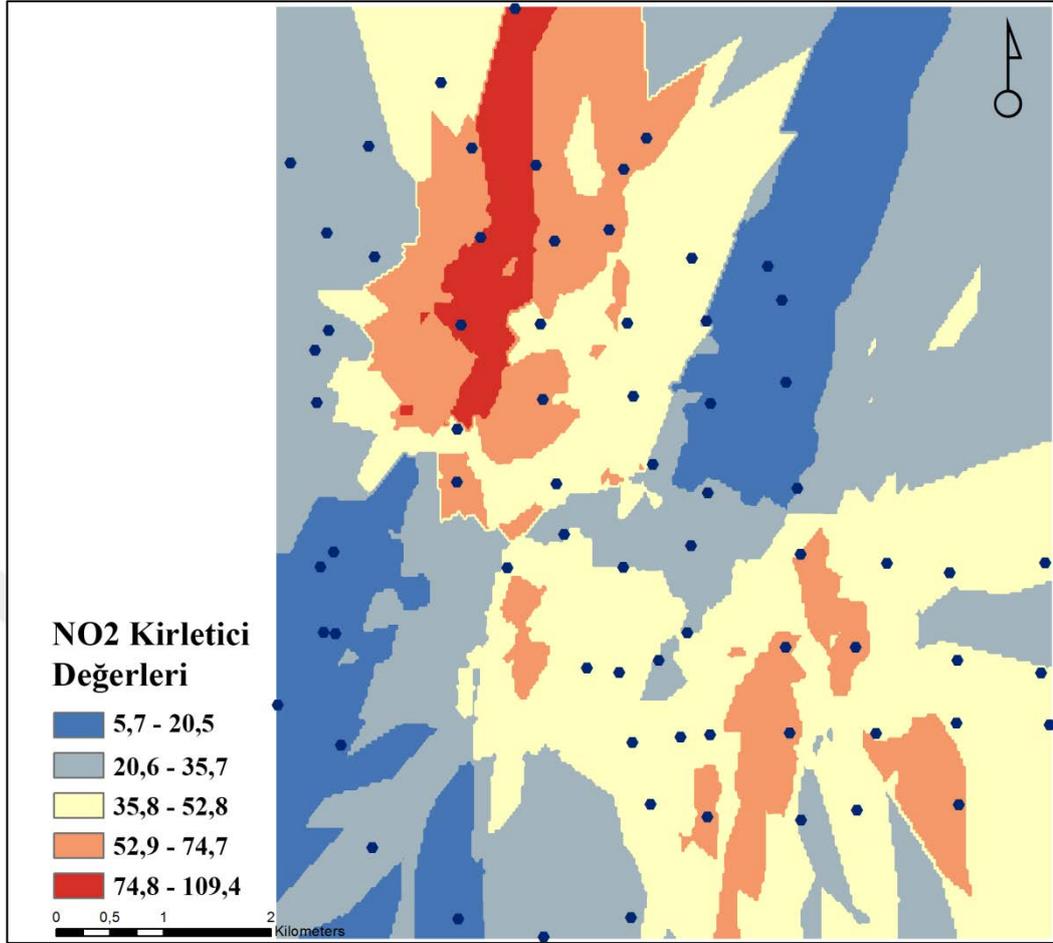
55	4262801	505175	204	KAYIP					
56	4262906	505753	230	Kış dönemi	4,0	34,7	Yaz dönemi	3,5	52,9
57	4263400	501600	10	İPTAL					
58	4263400	502200	10	İPTAL					
59	4263302	502457	8	Kış dönemi	2,4	5,7	Yaz dönemi	3,1	67,4
60	4263388	503408	12	Kış dönemi	1,8	61,2	Yaz dönemi	3,6	67,4
61	4263497	503908	13	Kış dönemi	13,5	31,6	Yaz dönemi	2,4	34,7
62	4263358	504540	137	KAYIP					
63	4263373	505210	234	Kış dönemi	1,2	22,7	Yaz dönemi	2,8	29,1
64	4263707	505846	277	Kış dönemi	2,2	11,9	Yaz dönemi	3,3	20,5
65	4263265	502352	10	Kış dönemi	0,4	25,3	Yaz dönemi	2,7	32,8
66	4264065	502450	9	Kış dönemi	1,6	36,3	Yaz dönemi	3,9	40,9
67	4263948	502714	10	Kış dönemi	16,4	43,1	Yaz dönemi	3,6	49,1
68	4264043	503542	6	Kış dönemi	6,1	21,7	Yaz dönemi	1,8	23,5
69	4263923	504067	35	Kış dönemi	2,9	30,6	Yaz dönemi	3,3	33,7
70	4264137	504510	47	Kış dönemi	2,0	22,1	Yaz dönemi	3,7	24,9
71	4263860	505097	174	Kış dönemi	7,9	18,0	Yaz dönemi	3,3	21,5
72	4263859	505480	237	Kış dönemi	3,1	18,4	Yaz dönemi	KAYIP	
73	4264427	502268	6	Kış dönemi	1,7	23,9	Yaz dönemi	2,3	44,6
74	4264696	502689	5	Kış dönemi	2,5	43,6	Yaz dönemi	2,3	43,0
75	4264655	503474	19	Kış dönemi	6,1	29,1	Yaz dönemi	2,8	22,7
76	4264547	503942	9	Kış dönemi	1,8	29,2	Yaz dönemi	3,1	26,7
77	4264535	504590	225	KAYIP					
78	4265156	503271	43	Kış dönemi	2,2	26,1	Yaz dönemi	2,2	23,9
79	4265242	503624	74	Kış dönemi	3,8	33,4	Yaz dönemi	2,0	22,0
80	4264622	504635	49	Kış dönemi	5,2	22,3	Yaz dönemi	3,6	24,4



Şekil 3.24 Ölçüm noktaları ve sonuçlarına ilişkin bilgiler (NO₂ kirletici türü için)



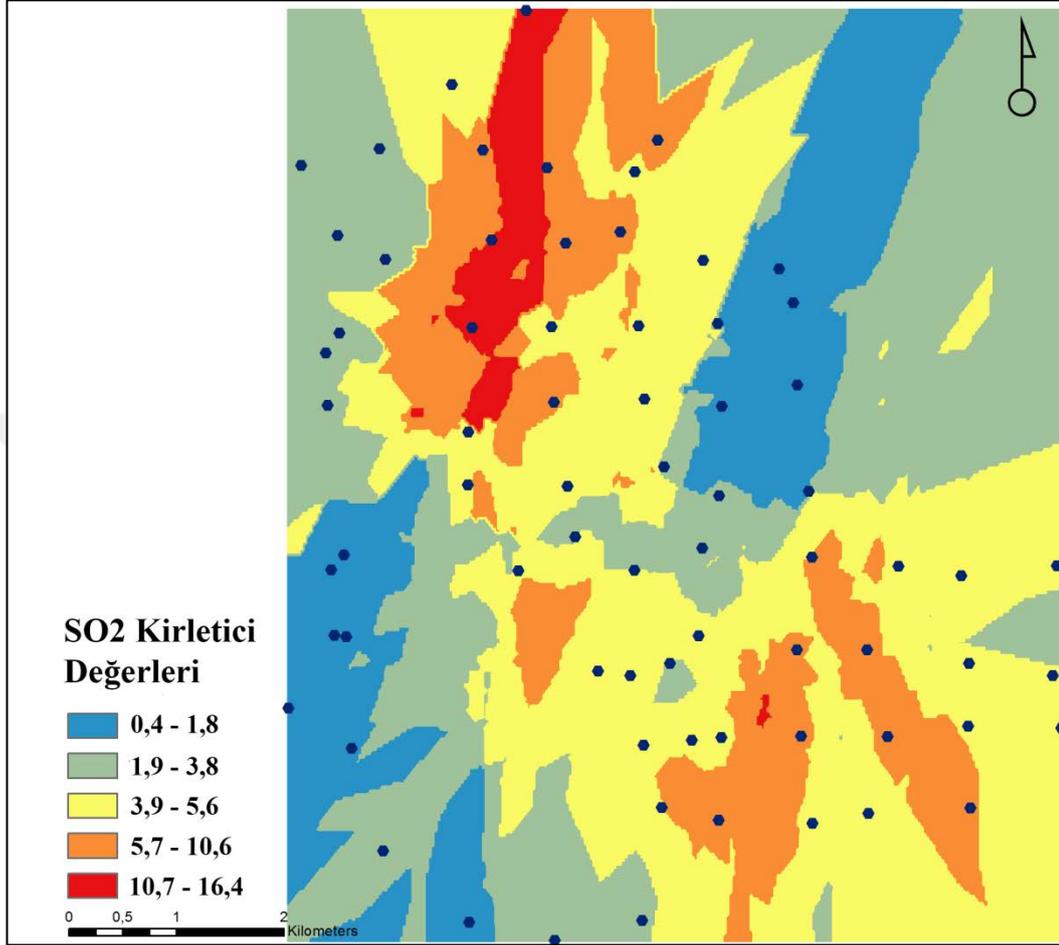
Şekil 3.25 Ölçüm noktaları ve sonuçlarına ilişkin bilgiler (SO₂ kirlenici türü için)



Şekil 3.26 NO₂ kirlenici türü için kirlilik deseni

NO₂ kirlenici türü için oluşturulan kirlilik deseni haritası ArcMap yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Mekânsal interpolasyon yöntemi (kriging) kullanılarak NO₂ kirlenici değerlerinin mekânsal dağılımının incelendiği haritada, interpolasyon için gerekli bilgiler arasında Z değeri (metre cinsinden yükseklik değeri), metot (üniversal), dağılım ölçütü (küresel), yarıçap (değişken), gözlenen nokta sayısı (64 nokta) ve maksimum mesafe (600 metre) değerleri kullanılmıştır. Bu haritaya göre, çalışma alanının kuzeyinde ve güney batısında yüksek kirlenici değerleri görülürken; merkezinde, batısında ve kuzey doğusunda ise düşük kirlenici değerlerinin ölçüldüğü saptanmıştır (Şekil 3.26). NO₂ kirlenici konsantrasyonlarının alanın kuzeyinde ve güney batısında daha yüksek çıkması, taşıt ve nüfus yoğunluğunun fazla olması, yerleşim yerlerinin ana ulaşım bağlantılarına yakın bölgelerde konumlanması gibi nedenlere bağlıken; alanın merkezinde, batısında ve kuzey doğusunda azalan

kirletici konsantrasyonlarına yüksekliğin artması, bina ve ve taşıt yoğunluğunun azalması, açık alanların artması ve meteorolojik faktörler neden olmaktadır.



Şekil 3.27 SO₂ kirletici türü için kirlilik deseni

Mekânsal interpolasyon yöntemi (kriging) kullanılarak oluşturulan kirlilik deseni haritası için SO₂ ve NO₂ kirletici türleri için ArcMap programında aynı değerler kullanılmıştır. SO₂ kirletici türü için oluşturulan kirlilik deseni haritası incelendiğinde, çalışma alanının merkezinde, kuzeyinde ve güney batısında yüksek kirlilik değerleri görülürken; merkezin bir kısmında, batısında ve kuzey doğusunda ise düşük kirlilik değerlerinin ölçüldüğü saptanmıştır (Şekil 3.27). SO₂ kirletici konsantrasyonlarının alanın merkezinde, kuzeyinde ve güney batısında daha yüksek çıkması, endüstriyel üretim yapan tesislerin fazla olması ve alanın merkezinde binaların yoğunlaşması gibi nedenlere bağlı iken; merkezin bir kısmında, batısında ve kuzey doğusunda azalan kirlilik konsantrasyonlarına nüfus ve taşıt yoğunluğunun

azalması, açık ve yeşil alanlarında artması ve bu bölgelerin endüstriyel tesislerin oldukça uzağında kalması neden olmaktadır.

Tablo 3.10 Ölçüm sonuçlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler (Kış ve yaz dönemleri)

		Örneklem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
SO ₂	Yaz (µg/m ³)	64	1,80	6,30	3,2	0,83
	Kış (µg/m ³)	64	0,40	16,40	3,9	3,08
NO ₂	Yaz (µg/m ³)	64	20,50	109,40	42,5	18,08
	Kış (µg/m ³)	64	5,70	100,90	38,2	14,70

Kış ve yaz dönemlerinde gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, kükürt dioksit (SO₂) konsantrasyonları yaz döneminde 1,8 ile 6,3 µg/m³ arasında değişmekte olup, ortalama kirletici değerinin ise 3,24 µg/m³ olduğu görülmektedir. Kış döneminde ise SO₂ konsantrasyonları 0,4 ile 16,4 µg/m³ arasında değişmekte olup, ortalama kirletici değerinin ise 3,98 µg/m³'dir. Diğer kirletici türü olan azot dioksit (NO₂) konsantrasyonları yaz döneminde 20,50 ile 109,4 µg/m³ arasında değişmekte olup, ortalama kirletici değerinin ise 42,58 µg/m³ olduğu görülmektedir. Kış döneminde ise NO₂ konsantrasyonları 5,7 ile 100,9 µg/m³ arasında değişmekte olup, ortalama kirletici değerinin ise 38,24 µg/m³'dir (Tablo 3.10)

BÖLÜM DÖRT

ANALİZLER VE SENARYOLAR

Çalışma alanına ait bilgilerin, gerekli verilerin, veri kaynaklarının ve ölçüm çalışmalarının aktarılmasının ardından, çalışmanın bu bölümünde yapılan ölçümler sonucunda elde edilen verilerin analiz edildiği yöntemler, bu veriler kullanılarak oluşturulan modeller ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak aktarılacaktır.

Çalışma kapsamında modeller, bağımlı değişken (Y) ile bağımsız değişken (X) arasında doğrusal (*linear*) bir ilişki olduğu ve Y_i 'de meydana gelen değişime X_i 'de meydana gelen değişimlerin neden olduğu varsayımı göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. X_i ve Y_i arasındaki doğrusal ilişki, doğrusal bir fonksiyon ile gösterilmektedir.

Doğrusal ilişki fonksiyonu denklemi;

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) \quad (4.1)$$

şeklinde yazılır. Bu formülde,

Y : Bağımlı (açıklanan, etkilenen, cevap) değişken,

$X_{1,2,3,\dots,n}$: Bağımsız (açıklayıcı) değişkenler şeklindedir.

Bu çalışmada değişkenlerin doğrudan kullanılması veya birbirleriyle anlamlı bir şekilde çarpılması, bölünmesi, oranlanması ve bu değişkenlerin gerçek ve logaritmik formlarının elde edilmesi ile oluşan toplam elli iki kullanılmıştır. Modellerin oluşturulması sürecinde, çalışma alanının genelini temsil eden, kentsel hava kirliliğine neden olan faktörleri daha iyi açıkladığı düşünülen bağımsız (açıklayıcı) değişkenler seçilmiş; modellerin hem istatistiksel olarak hem de planlama disiplini açısından anlamlı bulunan ilişkileri barındırmasına dikkat edilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Çalışma kapsamında kentsel hava kirliliğini etkileyen ve plan kararları ile kontrol edilebileceği düşünülen bağımsız (açıklayıcı) değişkenler ölçüm noktalarına ilişkin değişkenler, arazi kullanım türlerine ilişkin değişkenler, bina özelliklerine ilişkin

değişkenler, ulaşım türlerine ilişkin değişkenler, ısınma türlerine ilişkin değişkenler, meteorolojik faktörlere ilişkin değişkenler ve değişkenlerin birbirleriyle anlamlı bir şekilde ilişkilendirilmesi sonucunda oluşan etkileşim değişkenlerinden oluşmaktadır.

Ölçüm noktalarına ilişkin değişkenler; kirletici ölçümü yapılmak üzere belirlenen nokta sayısı, ölçüm yapılan noktaların X koordinatı değerleri, ölçüm yapılan noktaların Y koordinatı değerleri ve ölçüm yapılan noktaların yükseklik değerleridir.

Arazi kullanım türlerine ilişkin değişkenler; arazi kullanım türünün konut olması durumu, sanayi olması durumu, kamusal alan olması durumu, açık alan olması durumu ve yeşil alan olması durumu, belirlenen alan çapındaki toplam konut alanı büyüklüğü, açık alan büyüklüğü, yeşil alan büyüklüğü, sanayi alanı büyüklüğü ve kamusal alan büyüklüğüdür.

Bina özelliklerine ilişkin değişkenler; belirlenen alan çapındaki toplam bağımsız birim sayısı, binaların yükseklik değerleri, binaların kat sayıları, binaların toplam taban alanı büyüklüğü, toplam konut birim sayısı ve toplam nüfus büyüklüğüdür.

Ulaşım türlerine ilişkin değişkenler; ölçüm noktalarının üstünde veya yakınında yer aldığı yolun genişliği ve yol tiplerini (1., 2. ve 3. derece, lokal, tali yol ve raylı sistem) içermektedir.

Isınma türlerine ilişkin değişkenler; tercih edilen ısınma türünün doğalgaz olması, tercih edilen ısınma türünün diğer ısınma türleri olması, doğalgaz kullanan konut birim sayısı, diğer ısınma türlerini kullanan konut birim sayısı ve doğalgaz kullanan konut birim sayısının toplam birim sayısına oranıdır.

Meteorolojik faktörlere ilişkin değişkenler; ölçüm dönemine ilişkin 14 günlük ortalama sıcaklık değeri, günlük ortalama nem değeri, ortalama basınç değeri, ortalama rüzgâr hızı değeri, toplam güneşlenme süresi ve toplam yağış değeridir.

Birbirleriyle ilişkilendirilen etkileşim değişkenleri ise; ölçülen kirletici değeri ile güneşlenme süresinin çarpımı, ölçülen kirletici değeri ile yağış miktarının çarpımı, ölçülen kirletici değeri ile sanayi tesisleri sayısının çarpımı, ölçülen kirletici değeri

ile yeşil alan büyüklüğünün çarpımı, ölçülen kirletici değeri ile doğalgaz kullanan konut sayısının çarpımıdır.

Çalışmada kullanılan bağımlı değişkenler ise ölçüm değerlerine ilişkin değişkenler olarak gruplandırılmıştır. Bu grupta, belirlenen noktalarda kış ve yaz dönemlerinde ölçülen kükürt dioksit (SO₂) ve azot dioksit (NO₂) değerleri yer almaktadır.

Çalışma kapsamında ölçülen ve bağımlı değişkenlerden biri olan azot dioksit (NO₂), özellikle kentsel alanlarda taşıt yoğunluğunun ve trafiğe çıkan taşıt sayısının fazla olması, kent merkezlerinde nüfus yoğunluğunun fazla olması, yerleşim yerlerinin ana ulaşım bağlantılarına yakın bölgelerde konumlanması ve meteorolojik koşullar gibi kirletici kaynakları nedeniyle özellikle yaz aylarında konsantrasyonu yüksek olan bir kirletici türüdür (Briggs ve diğer., 2010; Briggs ve diğer., 2000; Fan, Lam ve QiYu, 2012; Evcı, 2009; Briggs ve diğer.,1997; Ahmad ve Aziz, 2013; Lee ve diğer., 2013; Estarlich ve diğer., 2013; Zbieranowski ve Aherne, 2012; Mukerjee ve diğer., 2012; Bootdee ve diğer., 2012; Staelens ve diğer., 2012; Behera ve diğer., 2015). Endüstriyel üretim süreçlerinin kentsel alanlarda gerçekleşmesi ve enerji üretimi için yürütülen faaliyetler de azot oksitlerin konsantrasyonunu arttıran faktörler arasındadır (Mayer, 1999; Nerriere ve diğer., 2005; Özaslan, 2008). Bu faktörlere ek olarak, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar, tozlar ve aerosoller ve eksik veya yanlış yakma tekniklerinin kullanılması, azot oksitlerin (NO, NO₂) konsantrasyonlarının artmasına neden olmaktadır (Özden, 2005; Kocaman, 2010; Ahmad ve diğer., 2015).

Bir diğer bağımlı değişken olan kükürt dioksit (SO₂) ise, endüstriyel üretim süreçleri, nüfus ve taşıt yoğunluğunun fazla olması, özellikle kış aylarında evsel ısınmada ve endüstriyel üretim süreçlerinde fosil yakıtların kullanılması ve meteorolojik koşullar nedeniyle özellikle kent merkezlerinde konsantrasyonu yüksek çıkan bir kirletici türüdür (Pinto ve diğer., 1998; Daylan ve İncecik, 2002; Tuncel ve diğer., 2008; Kocaman, 2010; Fan, Lam ve QiYu, 2012; Staelens ve diğer., 2012). Doğalgaz kullanımının yaygınlaşması, yaz aylarında evsel ısınmaya bağlı yakıt tüketiminin azalması ve kent merkezlerinde nüfus ve taşıt yoğunluğunun azalması kükürt dioksit (SO₂) düzeyini azaltan faktörlerdir (Özaslan, 2008; Coşkun, 2008;

Evcı, 2009; Karapınar, 2012; Lin ve diğer., 2013). Bunların yanı sıra, tozlar ve aerosoller, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar ve eksik veya yanlış yakma tekniklerinin kullanılması kükürt dioksit (SO₂) konsantrasyonlarını arttıran faktörler arasındadır (Karapınar, 2012; Ahmad ve diğer., 2015).

Tablo 4.1 Çalışmada kullanılan değişkenlerin kısaltmaları ve açıklamaları

Değişken Türleri	Sayı	Kısaltmalar	Açıklamalar
Ölçüm Noktalarına İlişkin Değişkenler	1	nokta_no	Kirletici ölçümü yapılan nokta sayısı (adet)
	2	x_koor	Ölçüm yapılan noktaların X koordinatı değerleri
	3	y_koor	Ölçüm yapılan noktaların Y koordinatı değerleri
	4	z_koor	Ölçüm yapılan noktaların yükseklik değerleri (metre)
Ölçüm Değerlerine İlişkin Değişkenler	5	so2	Belirlenen noktalarda ölçülen kükürt dioksit değerleri (µg/m ³)
	6	no2	Belirlenen noktalarda ölçülen azot dioksit değerleri (µg/m ³)
	7	so2_yaz	Yaz döneminde ölçülen kükürt dioksit değerleri (µg/m ³)
	8	so2_kis	Kış döneminde ölçülen kükürt dioksit değerleri (µg/m ³)
	9	no2_yaz	Yaz döneminde ölçülen azot dioksit değerleri (µg/m ³)
	10	no2_kis	Kış döneminde ölçülen azot dioksit değerleri (µg/m ³)
	11	yaz_kis	Yaz dönemi için ölçüm değeri olması durumu (Var=1, Yok=0)
	12	kis_yaz	Kış dönemi için ölçüm değeri olması durumu (Var=1, Yok=0)
Arazi Kullanım Türlerine İlişkin Değişkenler	13	arazi_kul_konut	Arazi kullanım türünün konut olması durumu (Konut=1, Değil=0)
	14	arazi_kul_sanayi	Arazi kullanım türünün sanayi olması durumu (Sanayi=1, Değil=0)
	15	arazi_kul_kamu	Arazi kullanım türünün kamu olması durumu (Kamu=1, Değil=0)
	16	arazi_kul_acik	Arazi kullanım türünün açık alan olması durumu (Açık alan=1, Değil=0)
	17	arazi_kul_yesil	Arazi kullanım türünün yeşil alan olması durumu (Yeşil alan=1, Değil=0)
	18	konut_buy	Belirlenen alan çapındaki toplam konut alanı büyüklüğü (m ²)
	19	acik_alan_buy	Belirlenen alan çapındaki toplam açık alan büyüklüğü (m ²)
	20	yesil_alan_buy	Belirlenen alan çapındaki toplam yeşil alan büyüklüğü (m ²)
	21	sanayi_buy	Belirlenen alan çapındaki toplam sanayi alanı büyüklüğü (m ²)
	22	kamu_buy	Belirlenen alan çapındaki toplam kamusal kullanım alanları büyüklüğü (m ²)
Isınma Türlerine İlişkin Değişkenler	23	dogalgaz_kul	Tercih edilen ısınma türünün doğalgaz olması durumu (Doğalgaz=1, Değil=0)
	24	diger_kul	Tercih edilen ısınma türünün diğer ısınma türleri olması durumu (Diğer=1, Değil=0)
	25	dogalgaz_konut	Doğalgaz kullanan konut birim sayısı (adet)
	26	diger_konut	Diğer ısınma türlerini kullanan konut birim sayısı (adet)
	27	dogalgaz_oran	Doğalgaz kullanan konut birim sayısının toplam birim sayısına oranı (adet)

Tablo 4.1 Çalışmada kullanılan değişkenlerin kısaltmaları ve açıklamaları (devamı)

Bina Özelliklerine İlişkin Değişkenler	28	bag_birim	Belirlenen alan çapındaki toplam bağımsız birim sayısı (adet)
	29	bina_yuks eklik	Belirlenen alan çapında yer alan binaların yükseklik değerleri (metre)
	30	kat_sayisi	Belirlenen alan çapında yer alan binaların kat sayıları
	31	bina_m2	Belirlenen alan çapındaki binaların toplam taban alanı büyüklüğü (m ²)
	32	konut_biri m	Belirlenen alan çapındaki toplam konut birim sayısı (adet)
	33	nufus	Belirlenen alan çapındaki toplam nüfus (kişi)
	Ulaşım Türlerine İlişkin Değişkenler	34	yol_genisli k
35		yol_tipi_ot oyol	Ölçüm noktasının yer aldığı yolun türünün otoyol olması durumu (Otoyol=1, Değil=0)
36		yol_tipi_1 der	Ölçüm noktasının yer aldığı yolun türünün 1. derece yol olması durumu (1.der=1, Değil=0)
37		yol_tipi_2 der	Ölçüm noktasının yer aldığı yolun türünün 2. derece yol olması durumu (2.der=1, Değil=0)
38		yol_tipi_3 der	Ölçüm noktasının yer aldığı yolun türünün 3. derece yol olması durumu (3.der=1, Değil=0)
39		yol_tipi_lo kal	Ölçüm noktasının yer aldığı yolun türünün lokal yol olması durumu (Lokal=1, Değil=0)
40		yol_tipi_ra ylı	Ölçüm noktasının yer aldığı yolun türünün raylı sistem olması durumu (Raylı=1, Değil=0)
41	yol_tipi_ta li	Ölçüm noktasının yer aldığı yolun türünün tali yol olması durumu (Tali=1, Değil=0)	
Meteorolojik Faktörlere İlişkin Değişkenler	42	sicaklık	Ölçüm dönemine ilişkin 14 günlük ortalama sıcaklık değeri (°C)
	43	nem	Ölçüm dönemine ilişkin 14 günlük ortalama nem değeri (%)
	44	basinc	Ölçüm dönemine ilişkin 14 günlük ortalama basınç değeri (hpa)
	45	ruzgar_hiz i	Ölçüm dönemine ilişkin 14 günlük ortalama rüzgar hızı değeri (m/dak)
	46	guneslenm e	Ölçüm dönemine ilişkin 14 günlük toplam güneşlenme süresi değeri (saat)
47	yagis	Ölçüm dönemine ilişkin 14 günlük toplam yağış değeri (mm)	
Etkileşim Değişkenleri	48	kirlilik_gu nes	Ölçülen kirletici değeri ile güneşlenme süresinin çarpılması sonucu elde edilen değer
	49	kirlilik_ya gis	Ölçülen kirletici değeri ile yağış miktarının çarpılması sonucu elde edilen değer
	50	kirlilik_sa nayi	Ölçülen kirletici değeri ile sanayi tesisleri sayısının çarpılması sonucu elde edilen değer
	51	kirlilik_ye sil	Ölçülen kirletici değeri ile yeşil alan büyüklüğünün çarpılması sonucu elde edilen değer
	52	kirlilik_do galgaz	Ölçülen kirletici değeri ile doğalgaz kullanan konut sayısının çarpılması sonucu elde edilen değer

4.1 Mekânsal Otokorelasyon Yöntemleri

Hem istatistik alanında hem de Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama alanlarında meydana gelen gelişmeler sonucunda mekânsal analiz yöntemleri, mekâna bağlı verileri istatistiki çalışmaya dâhil eden, mekâna ilişkin oldukça yararlı bilgiler veren ve yaygın olarak kullanılan bir analiz yöntemi olmuştur. Klasik istatistiğin mekânda gerçekleşen pek çok değişimi açıklamak konusunda yetersiz kaldığı noktalarda mekânsal analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Mekâna bağımlılığın önemli olduğu, objelerin veya olayların mekânsal konum bilgisini ve mekânda yapılan gözlemler ile konum bilgisinin etkileşimini dikkate alan çalışmalarda mekânsal analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Mekânsal analiz yöntemleri şehir planlamadan coğrafyaya, madencilikten suç analizlerine kadar pek çok farklı alanda uygulanmakta ve giderek daha önemli hale gelmektedir (Başbozkurt, 2015; Çubukçu, 2015).

Çalışma kapsamında klasik istatistik yöntemlerinin yanı sıra, mekânsal istatistik (mekânsal veri analizi) yöntemleri de yapılan analizlerde kullanılmıştır. Klasik istatistik yöntemleri bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığına ve/veya değişkenler arasında korelasyon olup olmadığına dair bilgileri verebiliyorken; bu değişkenlerin ve aralarındaki ilişkilerin mekâna bir bağımlılığı olup olmadığı konusunda herhangi bir ipucu verememektedir. Klasik istatistik yöntemlerinin mekânsal bağımlılığı açıklamak konusunda yetersiz kaldığı bu noktada mekânsal istatistik yöntemlerine ihtiyaç duyulmuştur.

Mekânsal veri analizinde kullanılan yöntemler biri mekânsal otokorelasyon yöntemidir. Mekânsal otokorelasyon yöntemi, mekânsal dağılımda benzer özellikte olanları toplanma ve dağılma düzeylerinin analiz edildiği yöntemdir (Yakar, 2011). Bir başka tanımıyla, her mekânsal gözlemin bir değişken değeri ile ifade edildiği bir ortamda gözlemler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan yöntem olarak nitelenebilir (Çubukçu, 2015). Yapılan analizin kapsamı ve ölçeğine göre farklılık gösteren bu yöntemde iki tip ölçekte sonuçlar incelenir: (1) Küresel (global) ölçek ve (2) yerel (local) ölçek. Bu iki ölçek arasındaki temel fark, küresel ölçekte ağırlık matrisinin tüm elemanlarının otokorelasyon hesaplanmasına dâhil edilmesi ve örneklemin bütünü için tek bir endeks değerinin hesaplanması; yerel ölçekte ise ağırlık

matrisinde bir veya birkaç alanın otokorelasyon hesaplanmasına dâhil edilmesi ve gözlemlenen her nokta için ayrı ayrı endeks değerlerinin hesaplanmasıdır (Başbozkurt, 2015).

Çalışma kapsamında küresel ölçekteki mekânsal otokorelasyon tekniklerinden Moran'ın I Endeksi yöntemi ile yerel ölçekteki mekânsal otokorelasyon tekniklerinden Anselin Yerel Moran'ın I İstatistiği yöntemi kullanılmıştır.

Mekânsal dağılımın korelasyonunu veren Moran'ın I endeksi, mekânsal bağımlılığın ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden biridir ve noktaların sahip olduğu değişken değerlerinin benzerliğini ve yakınlığını tek bir endeks değeri ve tek bir z-istatistiğinde (örneklem istatistiği) birleştirir. Moran'ın I endeksinin hesaplanması sonucunda benzer değişken değerlerine sahip noktaların mekânda birbirine yakın konumlanıp konumlanmadığı bilgisine ulaşılır. Benzer değişken değerlerine sahip noktaların yakın konumlandığı durum için “kümelenme var” biçiminde; benzer değişken değerlerine sahip noktaların yakın konumlanmadığı durum için ise “kümelenme yok” biçiminde yorum yapılabilir (Çubukçu, 2015).

Moran'ın I endeksi:

$$I = \frac{n}{S_o} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4.2)$$

şeklinde hesaplanır (Çubukçu, 2015). Bu formülde,

n : Örneklemdeki nokta sayısı,

X_i : i noktasına ait değişken değeri,

X_j : j noktasına ait değişken değeri,

\bar{X} : değişkene ait ortalama değeri,

W_{ij} : i noktası ve j noktası arasındaki yakınlık ilişkisini veren değer,

S_o : Örneklem için mekânsal ağırlıklar toplamıdır.

Moran'ın I endeksi için değer aralığı $-1 < I < +1$ arasında değişmekte olup; pozitif ve 1'e yaklaşan değerler benzer değişken değerlerinin (sıcak ve soğuk noktalar) yakın konumlandığını ve kümelenmesini, negatif ve -1'e yaklaşan değerler ise farklı değişken değerlerinin (aykırı noktalar) yakın konumlandığını ve kümelenmesini

gösterir. Moran'ın I endeksinde, yöntemlerin istatistiksel olarak anlamlılığını belirlemeye yönelik kullanılan sıfır hipotezi noktanın aldığı değerin mekâna bağlı olmadığını; aksi durumda ise noktanın aldığı değerin mekâna bağlı olduğunu kabul eder. Hesaplanan Moran'ın I endeksi değeri, bir diğer deyişle gözlenen değer, beklenen endeks değeri ile karşılaştırılarak değerlendirilir. Gözlenen değer I biçiminde, beklenen değer ise $E(I)$ biçiminde ifade edilir. Yapılan bu karşılaştırma sonucunda üç tür sonuç ortaya çıkabilir (Çubukçu, 2015):

- (1) Beklenen endeks değeri < Gözlenen endeks değeri -> Benzer değişken değerlerine sahip noktalar birbirine yakın konumlanmıştır, kümelenme vardır.
- (2) Beklenen endeks değeri > Gözlenen endeks değeri -> Benzer değişken değerlerine sahip noktalar birbirine yakın konumlanmamıştır, kümelenebilirlik yoktur.
- (3) Beklenen endeks değeri = Gözlenen endeks değeri -> Noktalar rastlantısal biçimde dağılmıştır, kümelenme yoktur.

Küresel ölçekteki mekânsal otokorelasyon yöntemlerinden biri olan Moran'ın I endeksinin hesaplanmasıyla benzer değişken değerlerine sahip noktaların mekânda birbirine yakın konumlanıp konumlanmadığının tespit edilmesinin ardından, örneklemdaki her nokta için hesaplanan Anselin Yerel Moran'ın I İstatistiği yöntemi kullanılarak incelenen noktaların mekânsal dağılımın rastlantısal olup olmadığı test edilir. Bir başka deyişle, incelenen noktalara ait değişken değerleri ile bu noktalara yakın noktalardaki değişken değerleri arasında istatistiksel olarak bir ilişki olup olmadığı sınanır (Çubukçu, 2015). Bir ilişki yok ise noktaların mekânsal dağılımı rastlantısaldir; bir ilişki var ise mekânsal dağılım rastlantısal değildir, kümelenme vardır. İstatistiksel açıdan bakıldığında, yüksek bir I değeri incelenen noktaların etrafındaki noktalarda yüksek veya düşük değişken değerleri ile kümelenme

oluşturduğunu; düşük bir I değeri ise birbirinden farklı değişken değerlerine sahip noktaların kümelenme oluşturduğunu göstermektedir (Yakar, 2011; Başbozkurt, 2015).

Anselin Yerel Moran'ın I İstatistiği ζ noktası için:

$$I_{\zeta} = Z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_j \quad (4.3)$$

şeklinde hesaplanır (Başbozkurt, 2015). Bu formülde,

n : Örneklemdaki nokta sayısı,

W_{ij} : i noktası ve j noktası arasındaki yakınlık ilişkisini veren değer,

Z_i : i noktasına ait değişken değerinin ortalamadan sapması,

Z_j : j noktasına ait değişken değerinin ortalamadan sapmasıdır.

Bir başka tanımıyla, mekânsal bağımlılık, bir değişkenin mekânda kendisiyle ve çevresiyle olan pozitif veya negatif yönlü ilişkisidir. Pozitif bağımlılık durumunda birbirlerine komşu olan noktalarda gözlenen değişken değerleri birbirleri ile daha fazla benzerlik gösterirken; negatif bağımlılık durumunda birbirlerine komşu olan noktalarda gözlenen değişken değerleri birbirleri ile daha az benzerlik gösterir. Nötr bağımlılık durumunda ise birbirlerine komşu olan noktalarda gözlenen değişken değerleri arasında bağımsızlık söz konusudur. Tobler'in (1970) dediği gibi "her şey başka şeylerle ilişkilidir; ancak yakın şeyler, uzak şeylere göre daha ilişkilidir."

Çalışma kapsamında yapılan analizlerin ilk aşaması olarak, GeoDa ve ArcMap yazılımları kullanılarak modellerin Moran'ın I endeksi değerleri hesaplanmış, bağımlı değişkene ilişkin değerlerin benzerliği ve yakınlık değeri analiz edilmiş ve gözlemlenen mekânsal nokta veride (belirlenen noktalarda ölçülen kirletici değerleri) kümelenme eğilimi olup olmadığı incelenmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen noktaların mekânsal dağılımı düzenli olmadığı için mekânsal ağırlık matrisi oluşturulurken GeoDa yazılımı kullanılarak Distance Weight menüsü altında yer alan Threshold ve K-nearest neighbors seçenekleri denenmiştir. Düzenli dağılımlar için kullanılan ve GeoDa yazılımında Contiguity Weight menüsü altında yer alan Queen contiguity, Rook contiguity ve Bishop

contiguity seçenekleri denenmemiştir. Her noktanın çevresinde hem ana yönlerde hem de ara yönlerde komşu noktalar yer aldığı için mekânsal ağırlık matrisi oluştururken K-nearest neighbors seçeneği kullanıldığı durumda toplam 8 komşuluk tanımlanmıştır. Diğer seçenek olan Threshold seçeneği kullanıldığı durumda ise incelenen noktalar arasındaki mesafenin 600 metre olduğu kabul edilmiştir.

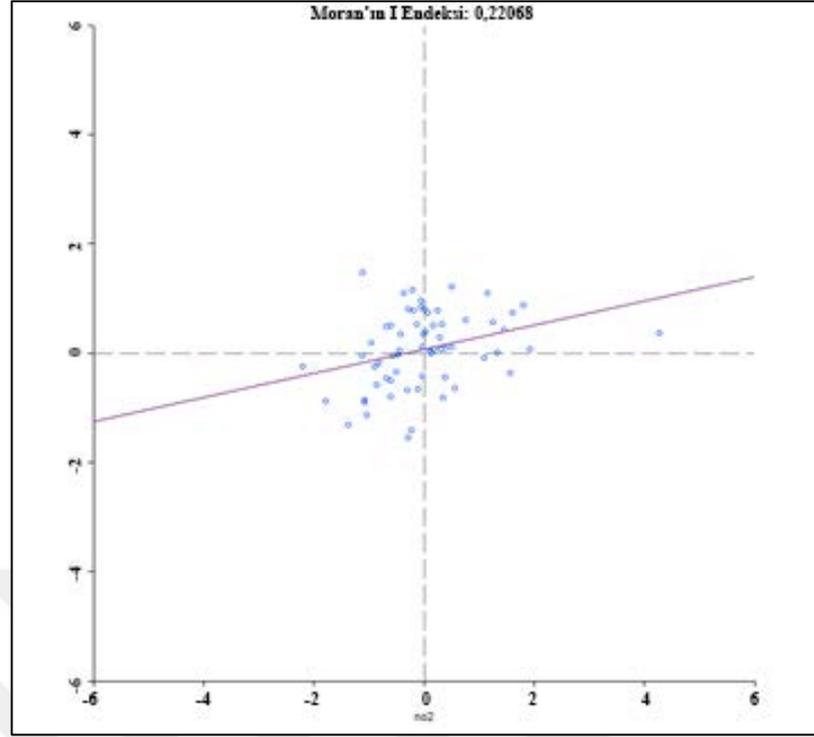
Her iki bağımlı değişkene her iki mekânsal ağırlık matrisi seçeneği uygulandığında, NO₂ bağımlı değişkeni kullanılarak oluşturulan model için mekânsal ağırlık matrisi için Distance Weight menüsü altında yer alan Threshold seçeneğinin ve mekânsal istatistik yöntemi olarak mekânsal gecikme (spatial lag) modelinin istatistiksel olarak daha anlamlı sonuçlar verdiği saptanmıştır (p-value=0,046, p<0,05). SO₂ bağımlı değişkeni kullanılarak oluşturulan model için mekânsal ağırlık matrisi için Distance Weight menüsü altında yer alan Threshold seçeneğinin ve mekânsal istatistik yöntemi olarak mekânsal gecikme (spatial lag) modelinin istatistiksel olarak daha anlamlı sonuçlar verdiği saptanmıştır (p-value=0,014, p<0,05). Elde edilen sonuçlara göre, seçilen her iki modelde yer alan değişkenlerin ve bu değişkenler arasındaki ilişkilerin mekâna bağımlılığı vardır. Her iki seçilen model için mekânsal hata (spatial error) modeli istatistiksel olarak bu düzeyde anlamlı sonuçlar vermemiştir. Tablo 4.2’de GeoDa yazılımında yapılan ve mekânsal istatistik yöntemleri kullanılarak analiz edilen her iki modele ilişkin elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 4.2 Modellere ilişkin mekânsal istatistik analizi sonuçları

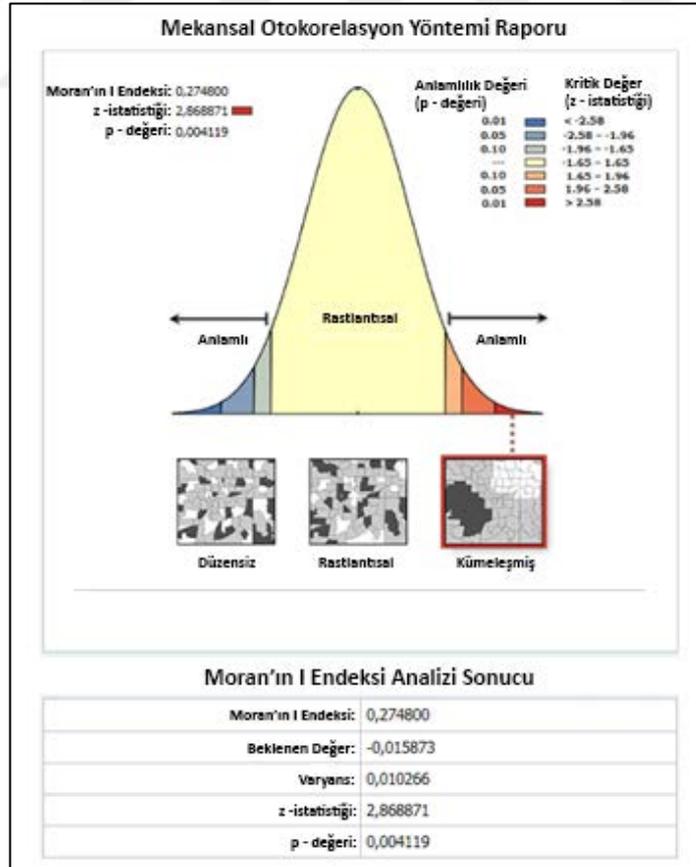
	Moran’ın I Endeksi Değerleri		Mekânsal Gecikme (<i>Spatial Lag</i>) Modeli Sonuçları		Mekânsal Hata (<i>Spatial Error</i>) Modeli Sonuçları	
	Beklenen Moran’ın I Endeksi Değeri	Gözlenen Moran’ın I Endeksi Değeri	Lagrange Multiplier (lag) Anlamlılık Değeri (p-value)	Robust LM (lag) Anlamlılık Değeri (p-value)	Lagrange Multiplier (error) Anlamlılık Değeri (p-value)	Robust LM (error) Anlamlılık Değeri (p-value)
Model 1 (Ölçülen NO ₂ Kirleticisi İçin)	-0,0159	0,22068	0,279	0,046	0,882	0,094
Model 2 (Ölçülen SO ₂ Kirleticisi İçin)	-0,0159	0,16867	0,014	0,079	0,057	0,429

Hesaplanan Moran'ın I endeksi sonucuna göre, NO₂ için seçilen final modelde gözlenen endeks değeri (0,22068) beklenen endeks değerinden (-0,0159) büyük çıkmıştır. Buna göre, NO₂ için seçilen final modelde benzer değişken değerlerine sahip noktalar birbirlerine mekânsal olarak yakın konumlanmıştır ve kümelenme eğilimi gözlemlenmiştir. Bir başka deyişle, NO₂ değerleri için mekâna bağımlılık anlamlılık vardır ve 0,01 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Şekil 4.1'de ölçülen NO₂ kirleticisi için GeoDa yazılımı kullanılarak elde edilen Moran'ın I endeksi değeri ve Şekil 4.2'de bu ölçülen kirletici için ArcMap yazılımı kullanılarak elde edilen mekânsal otokorelasyon analizi sonucu sunulmuştur.



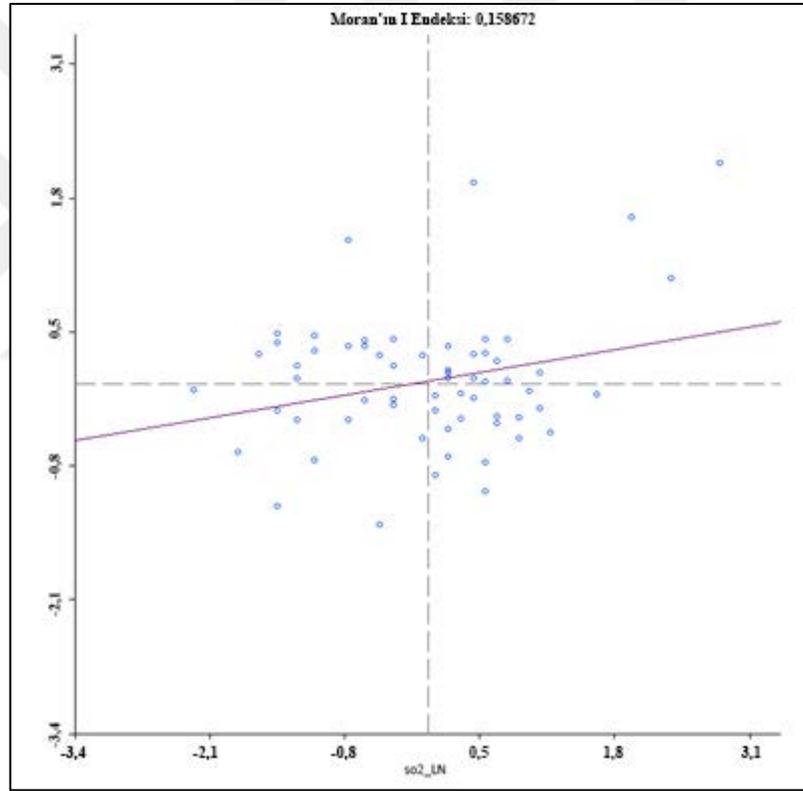


Şekil 4.1 Ölçülen NO₂ kirleticisi için Moran'ın I endeksi değeri

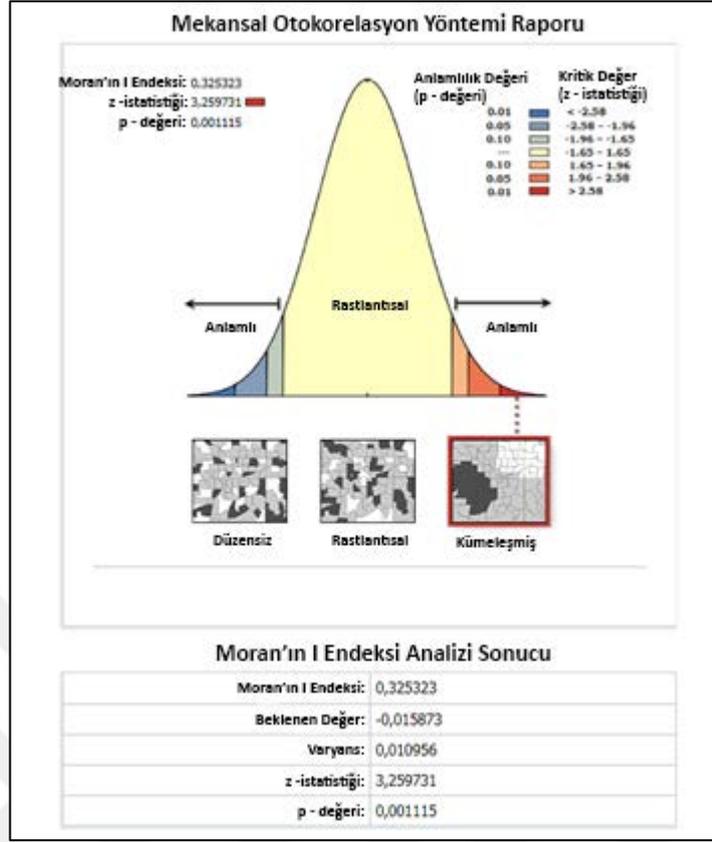


Şekil 4.2 Ölçülen NO₂ kirleticisi için mekânsal otokorelasyon analizi sonucu

Hesaplanan Moran'ın I endeksi sonucuna göre, SO₂ için seçilen final modelde gözlenen endeks değeri (0,16867) beklenen endeks değerinden (-0,0159) büyük çıkmıştır. NO₂ bağımlı değişkeni ile benzer biçimde, SO₂ için seçilen final modelde benzer değişken değerlerine sahip noktalar birbirlerine mekânsal olarak yakın konumlanmıştır ve kümelenme eğilimi gözlemlenmiştir. Bir başka deyişle, SO₂ değerleri için mekâna bağımlılık vardır ve 0,01 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Şekil 4.3'de ölçülen SO₂ kirleticisi için GeoDa yazılımı kullanılarak elde edilen Moran'ın I endeksi değeri ve Şekil 4.4'de bu ölçülen kirletici için ArcMap yazılımı kullanılarak elde edilen mekânsal otokorelasyon analizi sonucu sunulmuştur.



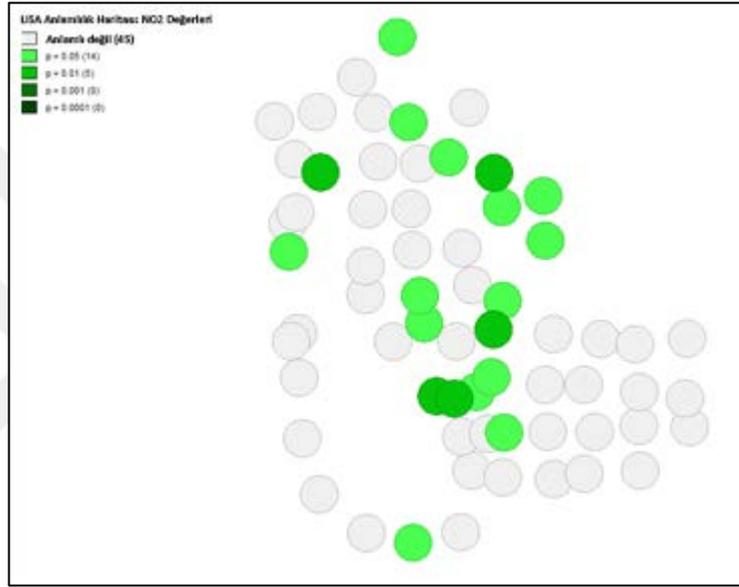
Şekil 4.3 Ölçülen SO₂ kirleticisi için Moran'ın I endeksi değeri



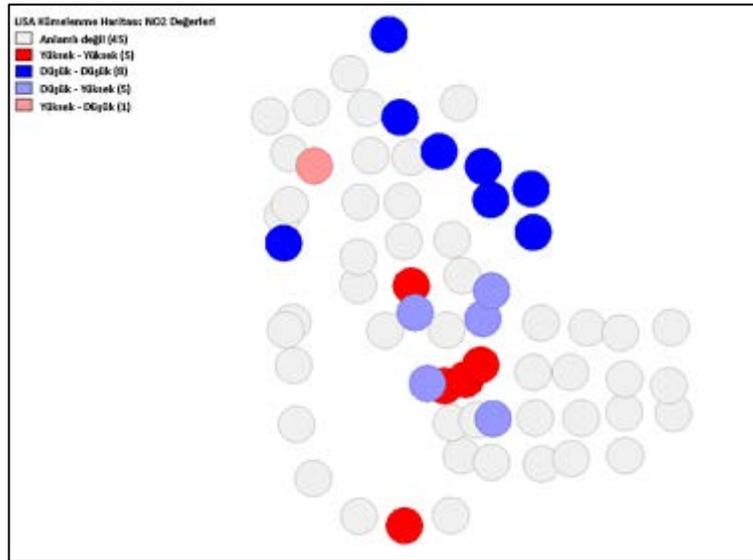
Şekil 4.4 Ölçülen SO₂ kirleticisi için mekânsal otokorelasyon analizi sonucu

Moran'ın I endeksi değerlerinin hesaplanmasının ardından, GeoDa ve ArcMap yazılımları kullanılarak final modellere Anselin Yerel Moran'ın I İstatistiği uygulanmıştır. Bu mekânsal otokorelasyon tekniği kullanılarak, benzer değişken değerlerine sahip noktaların oluşturduğu kümelerin konumları tespit edilmiş, mekânsal ağırlık matrisleri oluşturulmuş ve I değerlerinin yüksek / düşük ve pozitif / negatif olmasına göre mekânsal kümeleşmenin hangi bölgelerde olduğu incelenmiştir. NO₂ için seçilen final modelde GeoDa yazılımı kullanılarak yapılan analizde nokta bazında anlamlılık değerinin mekânsal dağılımı incelendiğinde, çalışma alanının genelinde (doğusu hariç) çıkan değerlerin 0,05 düzeyinde; alanın merkezinde ve kuzeyinde çıkan değerlerin ise 0,01 düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür (Şekil 4.5). Aynı model için ölçülen konsantrasyon değerlerinin mekânsal dağılımına bakıldığında, alanın merkezinde ve güneyinde yüksek değerlerin kümeleştiğini; kuzeyinde ve batısında ise düşük değerlerin kümeleştiği saptanmıştır (Şekil 4.6). ArcMap yazılımı kullanılarak yapılan analizde elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında, çalışma alanının merkezinde yüksek değerlerin,

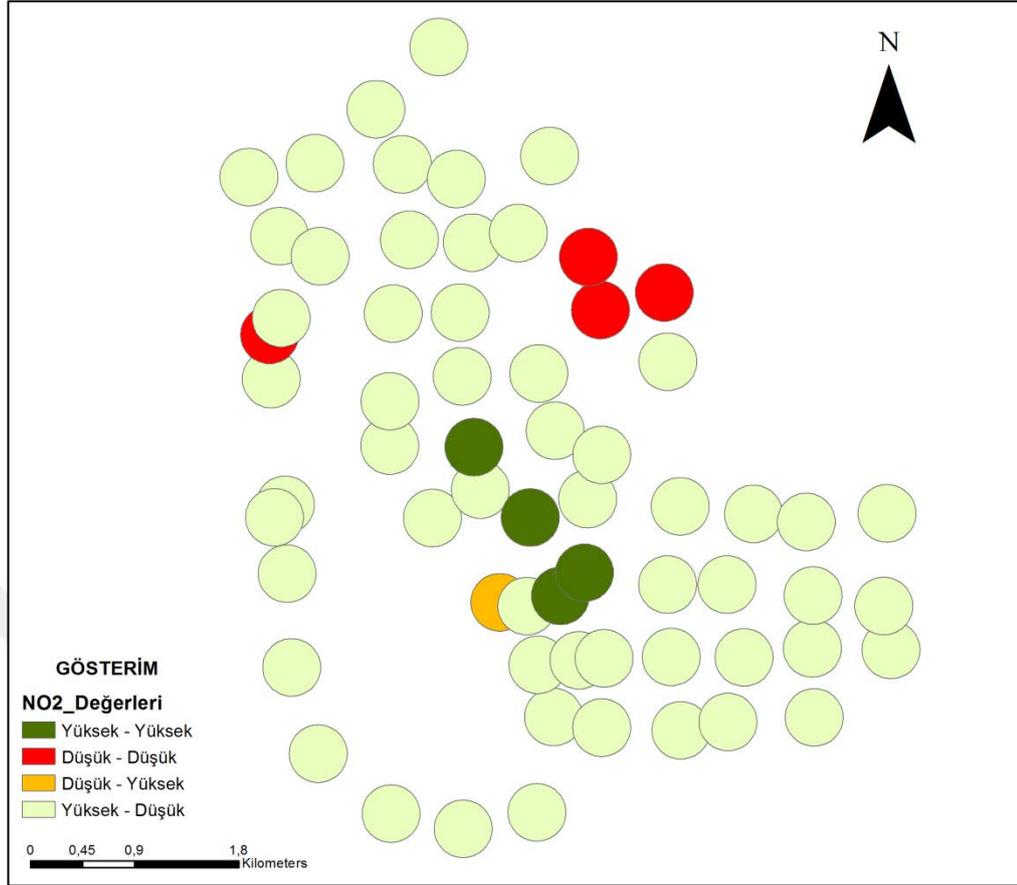
kuzeyinde ve batısında ise düşük değerlerin kümeleştiğinin tespit edilmesi bakımından benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.7). Taşıt ve nüfus yoğunluğunun fazla olması, yerleşim yerlerinin ana ulaşım bağlantılarına yakın bölgelerde konumlanması gibi kirletici kaynakları nedeniyle NO₂ kirletici konsantrasyonu alanın merkezinde daha yüksek çıkarken; yüksekliğin artması, bina ve taşıt yoğunluğunun azalması, açık alanların artması ve meteorolojik faktörler nedeniyle kirletici konsantrasyonları alanın kuzeyinde ve batısında azalmaktadır.



Şekil 4.5 Ölçülen NO₂ kirleticisi için nokta bazında anlamlılık değerinin mekânsal dağılımı

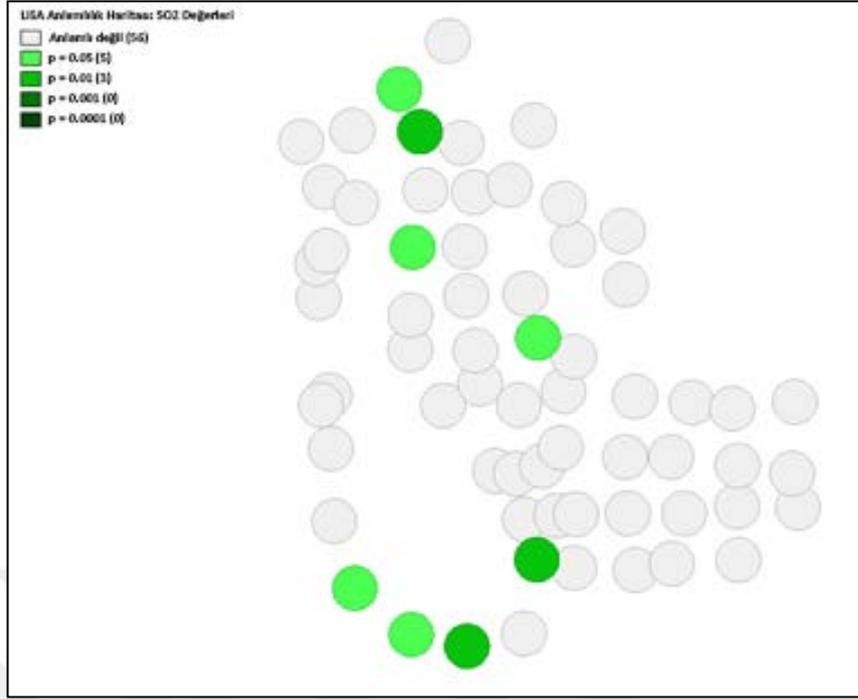


Şekil 4.6 Ölçülen NO₂ kirleticisi için ölçülen konsantrasyon değerlerinin mekânsal dağılımı

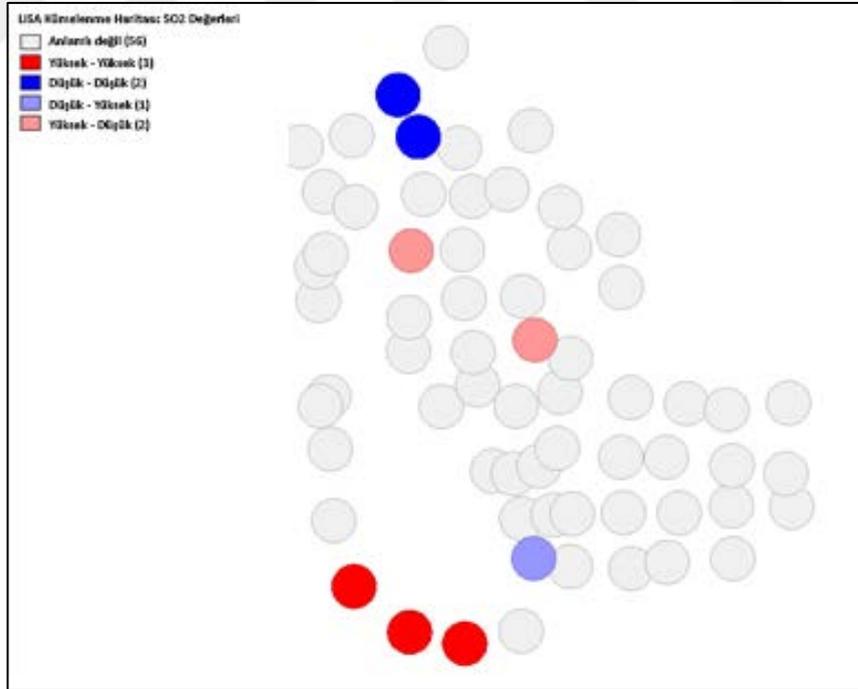


Şekil 4.7 Ölçülen NO₂ kirleticisi için Anselin yerel Moran I istatistiği değerleri ve mekânsal dağılımı

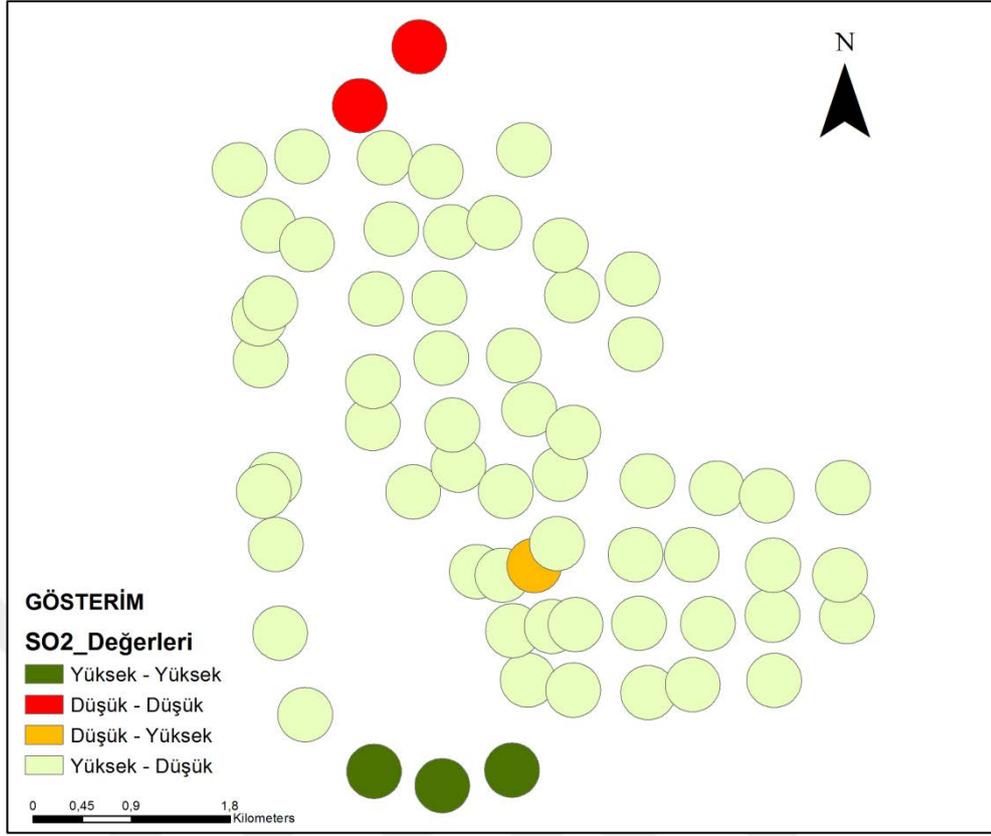
SO₂ için seçilen final modelde GeoDa yazılımı kullanılarak yapılan analizde nokta bazında anlamlılık değerinin mekânsal dağılımı incelendiğinde, çalışma alanının kuzeyinde ve güneyinde çıkan değerlerin 0,05 düzeyinde; alanın güneyinde çıkan değerlerin ise 0,01 düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür (Şekil 4.8). Aynı model için ölçülen konsantrasyon değerlerin mekânsal dağılımına bakıldığında, alanın merkezinde ve güneyinde yüksek değerlerin kümeleştiğini; kuzeyinde ise düşük değerlerin kümeleştiği saptanmıştır (Şekil 4.9). ArcMap yazılımı kullanılarak yapılan analizde elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında, çalışma alanının güneyinde yüksek değerlerin, kuzeyinde ise düşük değerlerin kümeleştiğinin tespit edilmesi bakımından benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.10). Endüstriyel üretim yapan tesislerin fazla olduğu ve alanın merkezinde binaların yoğunlaştığı bölgelerde SO₂ kirletici konsantrasyonları daha yüksek çıkarken; nüfus ve taşıt yoğunluğunun azaldığı, açık ve yeşil alanlarında arttığı ve endüstriyel tesislerin oldukça uzağında kalan bölgelerde ise daha düşük çıkmıştır.



Şekil 4.8 Ölçülen SO₂ kirleticisi için nokta bazında anlamlılık değerinin mekânsal dağılımı



Şekil 4.9 Ölçülen SO₂ kirleticisi için ölçülen konsantrasyon değerlerinin mekânsal dağılımı



Şekil 4.10 Ölçülen SO₂ kirleticisi için Anselin yerel Moran I istatistiği değerleri ve mekânsal dağılımı

4.2 Doğrusal Çoklu Regresyon Analizi

Kentsel alanlarda fiziksel mekânda gerçekleşen pek çok olgu genellikle birden fazla sebebin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bir başka deyişle, çok sayıda ve farklı nitelikte değişken bir araya gelerek bir diğer değişkeni etkilemektedir. Dolayısıyla, farklı disiplinlerde (ekonometri, mühendislik, vb.) kullanıldığı gibi, şehir planlama disiplininde de çoğu zaman herhangi bir bağımlı değişkeni tek bir bağımsız değişkenle açıklamak mümkün değildir. Buna örnek olarak kentsel alanlarda ortaya çıkan hava kirliliği ve can ve mal kayıplarına neden olan afetler verilebilir. Bu sebeple, değişkenler arasında bir ilişkinin olup olmadığını, varsa ne tür bir ilişki olduğunu, değişkenlerin birbirleri üzerindeki etkilerinin neler olduğunu ve nasıl değiştiğini açıklayabilmek için regresyon analizi kullanılır.

Regresyon, değişkenlerden birinin bağımlı değişken (y), diğerinin ise bağımsız değişken (x) olması durumunda, bağımlı değişkenin bağımsız değişkenin bir

fonksiyonu gibi ifade edilmesidir. Regresyon analizi ise, aralarında ilişki olduğu belirlenen iki veya daha fazla değişkenin (bağımlı ve bağımsız değişkenler) arasındaki ilişkinin matematiksel eşitlik ile açıklanması anlamına gelmektedir. Bu analiz, değişkenler arasındaki neden – sonuç ilişkisinin açıklanması için kullanılan yaygın bir yöntemdir. Değişkenlere ait değerlerin birbirleri ile ilişkili biçimde artıp azalmaları istatistiksel açıdan anlamlı olsa bile, bu değişkenler arasında her zaman bir neden-sonuç ilişkisi bulunmayabilir. Bu durumda, regresyon analizi yapıp değişkenler arasındaki ilişkiyi ifade edebilen bir denklemin ortaya çıkarılması durumunda, değişkenler arasındaki ilişkinin yönü, ilişkinin şekli ve bilinmeyen değerlere ilişkin çeşitli tahminler yapılabilir (Sykes, 1993; Büyüköztürk, 2003; Gökgöz, 2012).

Regresyon analizinde bir bağımlı ve bir bağımsız değişken varsa bu analiz türü “basit regresyon analizi” olarak; analizde bir bağımlı değişken ve iki veya daha fazla bağımsız değişken varsa “çoklu regresyon analizi” olarak adlandırılmaktadır (Büyüköztürk, 2003). Bu çalışma kapsamında kullanılan yöntem, bağımlı değişkenin kentsel hava kirliliği olduğu durumda neden – sonuç ilişkisinin araştırılmasında tek bir bağımsız değişkenden söz edilemeyeceği ve basit regresyon analizi yetersiz kalacağı için doğrusal çoklu regresyon analizidir. Çalışma kapsamında SPSS, GeoDa ve ArcMap yazılımları kullanılarak yapılmıştır. Bu yazılımları aracılığıyla kentsel hava kirliliğini etkilediği tahmin edilen bağımsız değişkenlerin istatistiksel olarak hava kirliliği üzerinde nasıl ve ne yönde etkili olduğu kanıtlanmaya çalışılmıştır. Çalışmada değişkenler açısından doğrusal çoklu regresyon analizi kullanılmıştır.

Doğrusal çoklu regresyon denklemleri;

$$Y = \beta + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (4.4)$$

şeklinde yazılır (Hatiboğlu, 1994). Bu formülde,

Y : Bağımlı (açıklanan, etkilenen, cevap) değişken,

X_i : Bağımsız (açıklayıcı) değişkenler,

α : $X=0$ olduğu durumda bağımlı değişkenin alacağı değer (Y 'yi belirleyen etmenlerden özgün değişken olarak analize dâhil edilmemiş olan değişkenlerin etkisini gösterir. Sabit veya kesim noktası olarak da adlandırılır),

β_i : i değişkenine ait regresyon katsayısı (X_i 'deki bir birim değişikliğin Y 'yi ne ölçüde değiştireceğini gösterir),

ε : Hata terimidir (Regresyon düzlemindeki belirlenemeyen rastlantısal faktörlerin Y üzerindeki toplam etkisidir. Beklenen ε ortalamasının 0 olması, hata terimleri arasında herhangi bir ilişkinin olmaması, varyansının (σ^2) sabit olması ve dağılımının normal dağılım göstermesi bu terime ilişkin varsayımlardır).

Değişkenler açısından doğrusal çoklu regresyon modelindeki gözlem değerlerinin kurulan modele uyumlu olup olmadığı ölçmek için “belirlilik katsayısı (R^2)” hesaplanır (Gökgöz, 2009). Oluşturulan modelin ne derece iyi bir tahminleyici olduğunu R^2 değerine “determinasyon katsayısı” da denilmektedir (Şıklar, 2000). Bir başka deyişle, belirlilik veya determinasyon katsayısı doğrusal regresyon ile elde edilen modelin bağımlı değişkenin varyansını ne ölçüde açıklayabildiğini ifade etmektedir (Hatiboğlu, 1994; Büyüköztürk, 2003). Belirlilik katsayısı $0 \leq R^2 \leq 1$ aralığında değer alabilir. Modelde sabit değer olması durumunda, R^2 değeri 1'e ne kadar yakın ise modeldeki bağımlı değişkenin varyansı o kadar iyi, 0'a ne kadar yakın ise modeldeki bağımlı değişkenin varyansı o kadar kötü bir tahmin olarak kabul edilir. Değişkenlerin birbirini eksiksiz ve hatasız olarak açıklaması durumunda ise R^2 değeri 1,00 olarak saptanır (Şıklar, 2000).

Gözlem yapılan alanda, gözlemlerin birbirinden tamamen bağımsız olması mümkün değildir. Çünkü hata terimlerinin mekânsal olarak birbirleriyle bağımlı olma ihtimali ve uzaklık gözlemlerin “bağımsız olma” durumunu ortadan kaldıran en önemli sebeplerdendir. Modelde yer alan hata terimleri (artıklar) veya bağımlı değişken mekânsal olarak bağımlı ise modele ilişkin sonuçların hatalı çıkma ihtimali söz konusudur (Başbozkurt, 2015). Mekânsal bağımlılık, mekânsal verilerin birbirileri ile olan ilişkisidir ve incelenen noktalarda gözlenen değerlerin yakın alanlardaki gözlenen değerlere bağlı olması durumunu açıklar (Başbozkurt, 2015).

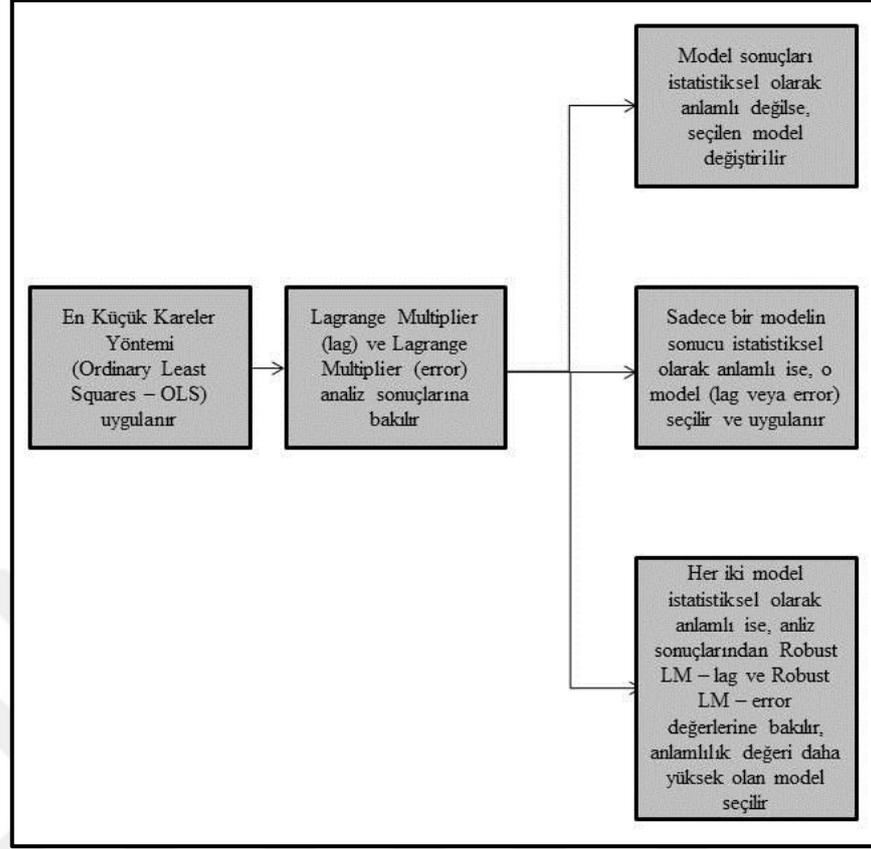
Mekânsal bağımlılığın ölçülmesinde kullanılacak regresyon modellerinin belirlenmesinde küresel ölçekte mekânsal otokorelasyon yöntemlerinden biri olan Moran'ın I Endeksi, doğrusal olmayan sınıma testlerinden biri olan Lagrange Çarpan (LM) testi ve olası gecikme bağımlılığının test edilmesi amacıyla Birleşik LM testleri kullanılmaktadır.

Mekâna referans veren çalışmalarda lokasyon (konum) ve mesafe oldukça önemlidir. İncelenen noktaların mekânsal dağılımı / yayılım etkisi ve etkileşimleri bu tip çalışmaların temelinde yer alır. Mekânsal bağımlılığın klasik regresyon ile iki açıdan bağlantısı kurulabilir: (1) Mekânsal gecikme modeli (spatial lag – SAR model) ve (2) mekânsal hata modeli (spatial error – SEM model).

Mekânsal gecikme modelinde, mekânsal otokorelasyon bağımlı değişkenler arasında olup, olası bir mekânsal dağılım için beklenen değerler yer alır. SAR (mekânsal otoregressive) model olarak da adlandırılan modelde, incelenen noktaların konumları arasındaki etkileşim neticesinde “müstakil bağımlılık” durumu oluşur ve bu durumda noktalar arasındaki mekânsal etkileşimin varlığının ve gücünün analiz edilmesinde sıklıkla bu model tercih edilir. GeoDa yazılımı kullanılarak yapılan analizlerde Lagrange Multiplier (lag) ve Robust LM (lag) değerleri mekânsal gecikme modeline ilişkin sonuçları vermektedir.

SAR modelinin hata terimlerinin (artıklar) mekânsal olarak birbirleriyle bağımlı olma durumu söz konusu ise, mekânsal modellerin genel hali olarak bilinen SARMA (genel mekânsal model) kullanılır. SAR ve SEM modellerinde varyans gösteren bağımsız değişken sayısının 1 iken, SARMA modelinde değişken sayısı 2’dir. Bu farklılığa ek olarak, SARMA modeli bu iki modele üçüncü bir alternatif model durumundadır. GeoDa yazılımı kullanılarak yapılan analizlerde Lagrange Multiplier (SARMA) değerleri modele ilişkin sonuçları vermektedir.

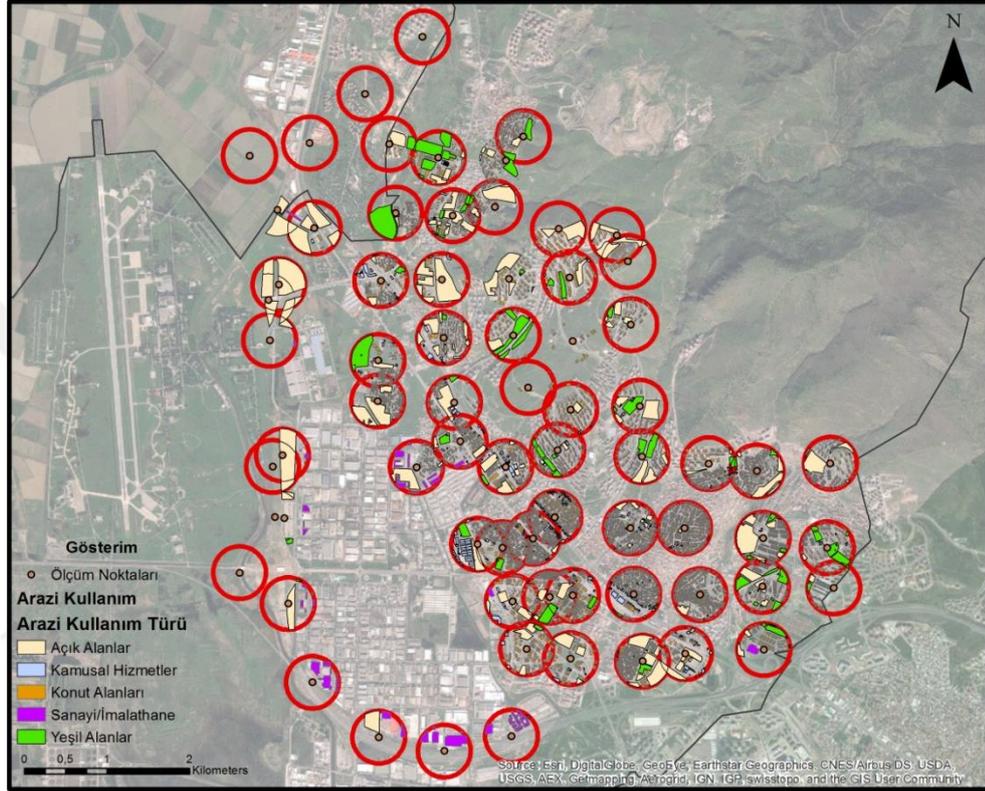
Mekânsal hata modelinde, model hata terimlerinin bağımlılığı üzerine kurulu olup; standart regresyon modeli ile mekânsal otoregressive modelin bir kombinasyonu gibi düşünülebilir (Başbozkurt, 2015). Gözlenememiş bağımlı değişkenler ve / veya komşulukların doğru biçimde belirlenememesi bu modellerin oluşmasına neden olur. SEM (mekânsal hata modeli) olarak da bilinen model, incelenen noktaların yakın çevresinde yer alan komşu alanların artıkları arasında mekânsal bir bağımlılık olup olmadığını incelenmesinde kullanılır ve bu incelemenin neticesinde “baş ağrısı bağımlılık” durumu oluşmaktadır. GeoDa yazılımı kullanılarak yapılan analizlerde Lagrange Multiplier (error) ve Robust LM (error) değerleri mekânsal hata modeline ilişkin sonuçları vermektedir. Şekil 4.11’de mekânsal istatistik yöntemlerine ilişkin akış şeması sunulmaktadır.



Şekil 4.11 Mekânsal istatistik yöntemlerine ilişkin akış şeması

Çalışma kapsamında doğrusal çoklu regresyon analizleri SPSS yazılımı aracılığıyla yapılmıştır. Çalışma alanı kapsamında yaz ve kış dönemlerinde kirletici düzeylerinin ölçüldüğü noktalar için 100 metre, 250 metre ve 500 metre olmak üzere üç ayrı alan çapı (buffer zone) oluşturulmuştur. Bu alan çapları içerisinde kalan ve bağımsız değişkenler olarak modellerde kullanılan değerler ArcMap yazılımı aracılığıyla nokta bazında ölçülmüştür. Her bir alan çapı için ayrı ayrı oluşturulan veri tabanlarında belirlenen alan çapındaki toplam konut alanı büyüklüğü, toplam açık alan büyüklüğü, toplam yeşil alan büyüklüğü, toplam sanayi alanı büyüklüğü, toplam kamusal kullanım alanları büyüklüğü, doğalgaz kullanan konut birim sayısı, diğer ısınma türlerini kullanan konut birim sayısı, belirlenen alan çapındaki toplam bağımsız birim sayısı, binaların yükseklik değerleri, binaların kat sayıları, binaların toplam taban alanı büyüklüğü, toplam konut birim sayısı, toplam nüfus ve ölçüm noktalarının üstünde veya yakınında yer aldığı yolun genişliği gibi değerler yer almaktadır. Her bir alan çapı için yapılan doğrusal çoklu regresyon analizlerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, Her iki kirletici türü (NO₂

ve SO₂) için uygun bulunan modellerin belirlenen alan çapları içerisinde 250 metrelik alan çapında daha anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Dolayısıyla, ölçüm noktaları fiziksel veri tabanı oluşturulurken 250 metrelik alan çapı seçilmiştir. Şekil 4.12’de ölçüm noktaları ve 250 metrelik alan çapında arazi kullanım türleri; Şekil 4.13’te ise 250 metrelik alan çapı için oluşturulan veri tabanı yer almaktadır.



Şekil 4.12 Ölçüm noktaları ve 250 metrelik alan çapında arazi kullanım türleri

no1	no2	no3	no4	no5	no6	no7	no8	no9	no10	no11	no12	no13	no14	no15	no16	no17	no18	no19	no20	no21	no22	
1	1	4259000	503439	5	2.9	49.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4259000	503439	5	6.1	72.0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	4258888	503940	5	1.6	55.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	4258888	503940	5	6.3	68.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	4258983	504537	5	4.3	59.3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	4258983	504537	5	5.6	70.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	4259626	502762	7	2.8	39.0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4	4259626	502762	7	3.5	71.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	7	4259690	504504	15	2.6	33.9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	7	4259690	504504	15	2.6	31.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	8	4259813	505106	10	1.0	31.9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	8	4259813	505106	10	3.6	38.4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	9	4259727	505894	16	5.3	38.6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	9	4259727	505894	16	3.9	36.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	10	4259840	506271	10	2.2	40.5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	10	4259840	506271	10	2.4	35.7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	11	4259953	506805	9	1.8	40.8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	11	4259953	506805	9	4.2	57.0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	12	4260629	502138	5	.4	17.0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	12	4260629	502138	5	.0	.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	13	4260450	502544	7	4.1	39.9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	13	4260450	502544	7	3.8	59.4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 4.13 250 metrelik alan çapı için oluşturulan veri tabanı

Yukarıda belirtilen bağımsız değişkenler ve çalışma kapsamında belirlenen bağımlı değişkenler kullanılarak doğrusal çoklu regresyon analizleri yapılmıştır. Bu süreçte çalışma alanının genelini temsil eden, kentsel hava kirliliğine neden olan faktörleri daha iyi açıkladığı düşünülen değişkenlerin seçildiği, hem istatistiksel olarak hem de planlama disiplini açısından anlamlı ilişkileri barındıran modeller oluşturulmaya çalışılmıştır. Her iki kirletici türü (NO₂ ve SO₂) için uygun bulunan modellerin belirlenen alan çapları içerisinde 250 metrelik alan çapında daha anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Kurulan her modelde iki önemli nokta dikkate alınmıştır: (1) modelin 7 farklı bağımsız değişken grubunun her birinden en az bir değişkeni içermesi ve (2) yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen değerlerin istatistiksel ve mekânsal olarak anlamlı olmasıdır.

Tablo 4.1’de sunulan ve çalışmada kullanılan bağımsız değişken grupları (1) ölçüm noktalarına ilişkin değişkenler, (2) arazi kullanım türlerine ilişkin değişkenler, (3) bina özelliklerine ilişkin değişkenler, (4) ulaşım türlerine ilişkin değişkenler, (5) ısınma türlerine ilişkin değişkenler, (6) meteorolojik faktörlere ilişkin değişkenler ve (7) değişkenlerin birbirleriyle anlamlı bir şekilde ilişkilendirilmesi sonucunda oluşan etkileşim değişkenleri biçimindedir. Azot dioksit (NO₂) kirletici türü için seçilen modelin bağımsız değişkenleri arasında ölçüm noktalarına ilişkin değişkenlerinden biri olan yükseklik; arazi kullanım türlerine ilişkin değişkenlerinden biri olan arazi kullanım durumu (alan çapı içerisinde yeşil alanların var / yok olması durumu); bina özelliklerine ilişkin değişkenlerden bina yüksekliği, konut birimi sayısı ve bina büyüklüğü; ulaşım türlerine ilişkin değişkenlerden yol genişliği ve yol tipleri (alan çapı içerisinde 1. derece yolların var / yok olması durumu); ısınma türlerine ilişkin değişkenlerden biri olan doğalgaz kullanan bina sayısı; meteorolojik faktörlere ilişkin değişkenlerden biri olan güneşlenme süresi; etkileşim değişkenlerinden biri olan ve kirletici düzeyi ile sanayi kullanımı büyüklüğü arasında ilişki kuran etkileşim değişkeni (kirlilik_sanayi) yer almaktadır (Tablo 4.1).

Kükürt dioksit (SO₂) kirletici türü için seçilen modelin değişkenleri arasında arazi kullanım türlerine ilişkin değişkenlerinden arazi kullanım durumu (alan çapı içerisinde yeşil alanların var / yok olması durumu), yeşil alan kullanımı büyüklüğü ve açık alan kullanımı büyüklüğü; bina özelliklerine ilişkin değişkenlerden biri olan

bina büyüklüğü; ulaşım türlerine ilişkin değişkenlerden biri olan yol tipleri ((alan çapı içerisinde 2. ve 3. derece yolların var / yok olması durumu); ısınma türlerine ilişkin değişkenlerden biri olan diğer ısınma türlerini kullanan bina sayısı ve meteorolojik faktörlere ilişkin değişkenlerden biri olan yağış miktarı yer almaktadır (Tablo 4.1). Seçilen modellere ve modellerin değişkenlerine ilişkin detaylı bilgiler Tablo 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Bu modellere ilişkin betimleyici istatistikler ise Tablo 4.5 ve 4.6’de verilmiştir.

Tablo 4.3 NO₂ kirlenici türü için seçilen modele ait değişkenler

Değişken Türü	Değişken Adı	Birimi	Açıklamalar
Ölçüm Noktalarına İlişkin Değişkenler	Yükseklik	Metre	Çalışma alanı genelinde ölçüm yapılan noktaların yükseklik değerlerini (metre cinsinden) veren değişken. Sahada yapılan ölçümler esnasında GPS cihazı kullanılarak elde edilmiştir.
Arazi Kullanım Türlerine İlişkin Değişkenler	Arazi kullanım durumu (Yeşil alan)	Var / Yok	Çalışma alanı içerisinde her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) yapılan sınıflandırma sonucunda belirlenen arazi kullanım türünü veren değişken. Parklar, bahçeler, mezarlıklar, tarım alanları, rekreasyon alanları ve ağaçlandırılmış alanlara ilişkin veriler kullanılmıştır.
Bina Özelliklerine İlişkin Değişkenler	Bina yüksekliği	Metre	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) kalan binaların ortalama yükseklik bilgisini (metre cinsinden) veren değişken. İzmir Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Proje Geliştirme Servisi’nden edinilen ve güncel hali hazırda işlenen veri tabanından sorgulama yapılarak alınmıştır.
Bina Özelliklerine İlişkin Değişkenler	Konut birimi sayısı	Adet	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) kalan binaların türlerine göre sınıflandırılması sonucunda konut kullanımında olan binaların toplam konut birimi sayısını veren değişken. Birim büyüklükleri veri tabanı oluşturulduktan sonra ArcMap yazılımı kullanılarak ölçülmüştür.
Bina Özelliklerine İlişkin Değişkenler	Bina büyüklüğü	Metre kare (m ²)	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) kalan binaların toplam taban alanını (m ² cinsinden) veren değişken. İzmir Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Proje Geliştirme Servisi’nden edinilen ve güncel hali hazırda işlenen veri tabanında yer alan binaların büyüklükleri ArcMap yazılımı kullanılarak ölçülmüştür.
Ulaşım Türlerine İlişkin Değişkenler	Yol genişliği	Metre	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) kalan ve ölçüm noktalarının üstünde veya yakınında yer aldığı yolun genişliğini (metre cinsinden) veren değişken. Tüm alan için yollar genişliklerine göre 6 sınıfa ayrılmıştır (7, 10, 12, 15, 25, 30 metre). Yol genişlikleri veri tabanı oluşturulduktan sonra ArcMap yazılımı kullanılarak ölçülmüştür.

Tablo 4.3 NO₂ kirletici türü için seçilen modele ait değişkenler (devamı)

Ulaşım Türlerine İlişkin Değişkenler	Yol tipleri (1. Derece Yol)	Var / Yok	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) kalan ve ölçüm noktalarının üstünde veya yakınında yer aldığı yolun tipini veren değişken. Uydu görüntüleri ve Google Earth kullanılarak çalışma alanı içerisinde yer alan yolun türüne göre yol genişliği (25 metre), yolun uzunluğu (25711,48 metre), durumu (hali hazırda veya plan kararıyla yapılmış olması) ve kademesi (1. derece yol) gibi veriler elde edilmiştir.
Isınma Türlerine İlişkin Değişkenler	Doğalgaz Kullanım Oranı	Oran	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) ısınma türü olarak doğalgazı seçen binaların toplam sayısının çalışma alanı bütününde yer alan binaların toplam sayısına oranı. Konutlar, sanayi tesisleri, eğitim, sağlık ve idari tesisler gibi kamusal hizmet veren binalara ilişkin ısınma türü verisi İzmirGAZ Altyapı Şube Müdürlüğü'nden edinilmiştir.
Meteorolojik Faktörlere İlişkin Değişkenler	Güneşlenme süresi	Saat	Ölçüm yapılan tarihlerde alanda güneşin görülebildiği toplam süreyi günlük olarak veren değişken. Kış ve yaz dönemlerinde ölçümlerin yapıldığı tarihlere ilişkin İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü'nden edinilen ve 14 günlük ortalama güneşlenme süresini saat cinsinden veren değişken.
Etkileşim Değişkenleri	Kirlilik_sanayi	Var / Yok	Farklı iki değişken türünün (kirleticinin ölçüldüğü dönem ve sanayi kullanımı büyüklüğü) çarpılmasıyla elde edilen etkileşim değişkeni. Ölçüm döneminin kirlilik düzeyleri üzerindeki olası etkisinin test edilmesi amaçlanmıştır. Kirleticinin ölçüldüğü dönem yaz ve kış olarak ikiye ayrılmış olup, yaz dönemi için 1, kış dönemi için 0 değeri kullanılarak kukla değişken oluşturulmuştur. Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) kalan alanda ölçülen sanayi tesislerinin alansal büyüklüğü veri tabanı oluşturulduktan sonra ArcMap yazılımı kullanılarak ölçülmüştür.

Tablo 4.4 SO₂ kirletici türü için seçilen modele ait değişkenler

Değişken Türü	Değişken Adı	Birimi	Açıklamalar
Arazi Kullanım Türlerine İlişkin Değişkenler	Arazi kullanım durumu (Yeşil alan)	Var / Yok	Çalışma alanı içerisinde her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) yapılan sınıflandırma sonucunda belirlenen arazi kullanım türünü veren değişken. Parklar, bahçeler, mezarlıklar, tarım alanları, rekreasyon alanları ve ağaçlandırılmış alanlara ilişkin veriler kullanılmıştır.
Arazi Kullanım Türlerine İlişkin Değişkenler	Yeşil alan kullanımı büyüklüğü	Metre kare (m ²)	Arazi kullanım türlerinin belirlenmesi sonucunda ölçülen ve belirlenen alan çapında içerisindeki yeşil alanın toplam büyüklüğünü (m ² cinsinden) veren değişken. "Yeşil alan" niteliği taşıyan alanların (parklar, bahçeler, ağaçlandırılmış alanlar, vb.) büyüklükleri veri tabanı oluşturulduktan sonra ArcMap yazılımı kullanılarak ölçülmüştür.

Tablo 4.4 SO₂ kirlenici türü için seçilen modele ait değişkenler (devamı)

Arazi Kullanım Türlerine İlişkin Değişkenler	Açık alan kullanımı büyüklüğü	Metre kare (m ²)	Arazi kullanım türlerinin belirlenmesi sonucunda ölçülen ve belirlenen alan çapında içerisindeki açık alanın toplam büyüklüğünü (m ² cinsinden) veren değişken. Açık spor alanları, açık bölgesel otoparklar, çok amaçlı belediye hizmet alanları, otoyol çevresinde yerleşim olmayan bölgeler, sanayi alanları içerisinde kalan kısmi boş alanlar, kapalı siteler arasında kalan alanlara ilişkin veriler kullanılmıştır. "Açık alan" niteliği taşıyan alanların büyüklükleri veri tabanı oluşturulduktan sonra ArcMap yazılımı kullanılarak ölçülmüştür.
Bina Özelliklerine İlişkin Değişkenler	Bina büyüklüğü	Metre kare (m ²)	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) kalan binaların toplam taban alanını (m ² cinsinden) veren değişken. İzmir Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Proje Geliştirme Servisi'nden edinilen ve güncel hali hazırda işlenen veri tabanında yer alan binaların büyüklükleri ArcMap yazılımı kullanılarak ölçülmüştür.
Ulaşım Türlerine İlişkin Değişkenler	Yol tipleri (2. Derece Yol)	Var / Yok	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) kalan ve ölçüm noktalarının üstünde veya yakınında yer aldığı yolun tipini veren değişken. Uydu görüntüleri ve Google Earth kullanılarak çalışma alanı içerisinde yer alan yolun türüne göre yol genişliği (15 metre), yolun uzunluğu (28956,33 metre), durumu (hali hazırda veya plan kararıyla yapılmış olması) ve kademesi (2. derece yol) gibi veriler elde edilmiştir.
Ulaşım Türlerine İlişkin Değişkenler	Yol tipleri (3. Derece Yol)	Var / Yok	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) kalan ve ölçüm noktalarının üstünde veya yakınında yer aldığı yolun tipini veren değişken. Uydu görüntüleri ve Google Earth kullanılarak çalışma alanı içerisinde yer alan yolun türüne göre yol genişliği (12 metre), yolun uzunluğu (46128,09 metre), durumu (hali hazırda veya plan kararıyla yapılmış olması) ve kademesi (3. derece yol) gibi veriler elde edilmiştir.
Isınma Türlerine İlişkin Değişkenler	Diğer Isınma Türlerini Kullanan Bina Sayısı	Adet	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) ısınma türü olarak doğalgaz dışında diğer ısınma türlerini (merkezi ısıtma, klima, kömür, odun, vb.) seçen binaların toplam sayısını veren değişken. Konutlar, sanayi tesisleri, eğitim, sağlık ve idari tesisler gibi kamusal hizmet veren binalara ilişkin ısınma türü verisi saha araştırmalarından, Çiğli Belediyesi'nde konuya ilişkin yapılan görüşmelerden, kiralık ve satılık daire ilanlarının yer aldığı internet sitelerinden ve hane halkı ile yapılan birebir görüşmelerden edinilmiştir.
Isınma Türlerine İlişkin Değişkenler	Doğalgaz Kullanım Oranı	Oran	Her nokta için belirlenen alan çapı içerisinde (250 metre) ısınma türü olarak doğalgazı seçen binaların toplam sayısının çalışma alanı bütününde yer alan binaların toplam sayısına oranı. Konutlar, sanayi tesisleri, eğitimve idari tesisler gibi kamusal hizmet veren binalara ilişkin ısınma türü verisi İzmirGAZ Altyapı Şube Müdürlüğü'nden edinilmiştir.

Tablo 4.4 SO₂ kirlenici türü için seçilen modele ait değişkenler (devamı)

Meteorolojik Faktörlere İlişkin Değişkenler	Yağış miktarı	Milimetre (mm)	Yere düşen yağış miktarını sayısal olarak ifade eden ve ölçüm yapılan tarihlerde alandaki günlük toplam yağış miktarını veren değişken. Kış ve yaz dönemlerinde ölçümlerin yapıldığı tarihlere ilişkin İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü'nden edinilen ve 14 günlük ortalama yağış miktarını milimetre cinsinden veren değişken.
--	---------------	----------------	---

Tablo 4.5 NO₂ kirlenici türü için seçilen modele ait betimleyici istatistikler

Kısaltmalar	Nokta Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
arazi_kul_yesil	64	0	1	0,12	0,325
yukseklık	64	2	277	47,79	66,922
yol_genislik	64	7	30	12,76	8,701
yol_tipi_1der	64	0	1	0,07	0,264
bina_m2_LN	64	0	11,766	9,102	3,477
konut_br_LN	64	0	6,653	3,662	2,383
bina_yukseklık	64	0	28,0	9,194	7,355
dogalgaz_oran	64	0	0,085	0,015	0,022
gunes_LN	64	1,75	2,37	2,062	0,311
kirlilik_sanayi	64	0	31500,55	1078,308	4342,849

Tablo 4.6 SO₂ kirlenici türü için seçilen modele ait betimleyici istatistikler

Kısaltmalar	Nokta Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
arazi_kul_yesil	64	0	1	0,12	0,325
acik_alan_buy	64	0	423365	35400,276	63130,209
yesil_alan_buy	64	0	65488,300	7891,986	15773,350
yol_tipi_2der	64	0	1	0,04	0,208
yol_tipi_3der	64	0	1	0,04	0,208
diger_konut	64	0	109992,869	16879,408	25365,476
dogalgaz_oran	64	0	0,085	0,015	0,022
bina_m2_LN	64	0	11,766	9,102	3,477
yagis_LN	64	0	3,040	1,520	0,132

Her iki kirlenici türü (NO₂ ve SO₂) için oluşturulan pek çok model için SPSS, GeoDa ve ArcMap yazılımları kullanılarak karşılaştırılmalı regresyon sonuçları elde edilmiştir. SPSS yazılımı kullanılarak yapılan doğrusal regresyon analizi sonucunda seçilecek final modeller için iki önemli kriter göz önünde bulundurulmuştur: (1)

Modellerin anlamlılık düzeylerinin (p – value) 0,05 değerinden düşük olması ve R^2 değerlerinin 1'e yakın olması ve (2) model değişkenlerinin kentsel hava kirliliğine neden olan faktörleri en iyi biçimde açıklayan değişkenler arasından seçilmesi.

Bu kriterler dikkate alınarak, her iki kirletici türü (NO_2 ve SO_2) için birer final model seçilmiştir. SPSS yazılımı kullanılarak yapılan doğrusal çoklu regresyon analizi sonuçları dikkate alındığında, NO_2 için final model ile bağımlı değişken olan belirlenen noktalarda ölçülen azot dioksit değerlerindeki varyansın %56,3'si ($R^2=0,563$) açıklanabilmektedir (Tablo 4.7). Değişkenlerin üçü dışında tümü 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sadece güneşlenme süresi (gunes_LN) 0,064 değeri, bina yüksekliği (bina_yukseklık) 0,055 değeri ve etkileşim değişkeni (kirlilik_sanayi) 0,090 değeri ile 0,10 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Güneşlenme süresine ilişkin bağımsız değişken literatür dikkate alınarak modelden çıkartılmamıştır.

Çoklu regresyon analizi sonuçları dikkate alındığında, SO_2 için final model ile bağımlı değişken olan belirlenen noktalarda ölçülen ve logaritmik formdaki kükürt dioksit değerlerindeki varyansın %52,7'si ($R^2=0,527$) açıklanabilmektedir (Tablo 4.7). Değişkenlerden ikisi dışında tümü 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sadece arazi kullanım (yeşil alan) 0,054 değeri ve bina büyüklüğü 0,071 değeri ile 0,10 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Arazi kullanım (yeşil alan) (arazi_kul_yesil) ve bina büyüklüğüne (bina_m2_LN) ilişkin bağımsız değişkenler literatür dikkate alınarak modelden çıkartılmamıştır. Tablo 4.7'de seçilen final modellere ilişkin elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 4.7 Seçilen modellere ilişkin sonuçların karşılaştırılması

Final Modeller	Çoklu Regresyon Analizi (SPSS Yazılımı)	
	R^2 Değeri	Düzeltilmiş R^2 Değeri
Model 1 (NO_2 Kirletici Türü İçin)	0,563	0,520
Model 2 (SO_2 Kirletici Türü İçin)	0,527	0,497

Yapılan regresyon analizi sonuçları incelendiğinde, final modellerin seçiminde dikkate alınan değerler şunlardır: Değişkenin anlamlılık düzeyi (p – istatistiği), yönü ve çoklu doğrusallık değeri (VIF değeri). Çoklu doğrusallık, en az iki değişken arasında çok güçlü bir ilişkinin bulunma durumudur. VIF değeri arttıkça modelde kullanılan bazı katsayılar (beta, vb.) kararsızlaşır, $VIF \geq 5$ olduğunda çoklu doğrusallık durumu model için sorun teşkil eder. Bu durumda, aralarında çok güçlü bir ilişki bulunan değişkenlerden birinin modelden çıkarılması gerekir (İstatistik sözlüğü, 2016). Final modele göre, NO₂ için seçilen final modelde bağımsız değişkenler istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde (arazi_kul_yesil, yol_genişlik, yükseklik, bina_m2_LN, yol_tipi_1der, konut_br_LN, dogalgaz_oran) ve 0,10 düzeyinde (gunes_LN, bina_yukseklık ve kirlilik_sanayi) anlamlı bulunmuştur. Çoklu doğrusallık (VIF) değeri ise değişkenlerin tümünde kabul edilebilirdir (VIF<5 olmak koşuluna göre).

Ayrıca, arazi kullanım durumu (yeşil alan) (arazi_kul_yesil), yükseklik (yukseklık) ve doğalgaz kullanım oranı (dogalgaz_oran) belirlenen noktalarda ölçülen azot dioksit değerleri ile ters (-) orantılı bulunmuştur. Bir başka deyişle, bu değişkenlerin varlığı veya büyüklüklerindeki artış, kirletici konsantrasyon değerini düşürmektedir. Yol genişliği (yol_genişlik), bina büyüklüğü (bina_m2_LN), yol tipleri (1. derece yol) (yol_tipi_1der), konut birim sayısı (konut_br_LN), bina yüksekliği (bina_yukseklık), güneşlenme süresi (gunes_LN) ve kirlilik_sanayi (kirlilik_sanayi) ise belirlenen noktalarda ölçülen azot dioksit değerleri ile doğru (+) orantılı bulunmuştur. Başka bir ifade ile bu değişkenlerin varlığı veya büyüklüklerindeki artış, kirletici konsantrasyon değerini arttırmaktadır. Tablo 4.8’de NO₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması yer almaktadır.

Tablo 4.8 NO₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması

Değişken	Çoklu Regresyon Analizi (SPSS Yazılımı)			
	Tahmin Edilen Katsayıları (Standardize Edilmemiş)	t - İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi (p - İstatistiği)	Çoklu Doğrusallık Değeri (VIF Değeri)
Sabit	13,050	1,613	0,084	-
arazi_kul_yesil	-6,100	-1,816	0,047	1,111
yol_genislik	0,531	2,752	0,002	2,615
yukseklık	-0,030	-1,163	0,000	2,683
bina_m2_LN	2,171	4,257	0,000	2,920
yol_tipi_1der	25,376	4,856	0,000	1,765
gunes_LN	5,019	1,504	0,064	1,000
konut_br_LN	2,123	2,457	0,025	3,937
dogalgaz_oran	-133,535	-2,245	0,027	1,586
bina_yukseklık	0,526	1,935	0,055	3,716
kirlilik_sanayi	0,000	1,063	0,090	1,436

Final modele göre, SO₂ için seçilen final modelde bağımsız değişkenler istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde (acik_alan_buy, yesil_alan_buy, yol_tipi_2der, yol_tipi_3der, diger_konut, dogalgaz_oran, yagis_LN) ve 0,10 düzeyinde (arazi_kul_yesil, bina_m2_LN) anlamlı bulunmuştur. Çoklu doğrusallık (VIF) değeri ise değişkenlerin tümünde kabul edilebilirdir (VIF<5 olmak koşuluna göre).

Ayrıca, açık alan kullanımı büyüklüğü (acik_alan_buy), yeşil alan kullanımı büyüklüğü (yesil_alan_buy), yol tipleri (2. derece yol) (yol_tipi_2der), yol tipleri (3. derece yol) (yol_tipi_3der), doğalgaz kullanım oranı (dogalgaz_oran) ve yağış miktarı (yagis_LN) belirlenen noktalarda ölçülen kükürt dioksit değerleri ile ters (-) orantılı bulunmuştur. Bir başka deyişle, bu değişkenlerin varlığı veya

büyükliklerindeki artış, kirletici konsantrasyon değerini düşürmektedir. Diğer ısınma türlerini kullanan bina sayısı (diger_konut), arazi kullanım durumu (yeşil alan) (arazi_kul_yesil) ve bina büyüklüğü (bina_m2_LN) ise belirlenen noktalarda ölçülen kükürt dioksit değerleri ile doğru (+) orantılı bulunmuştur. Başka bir ifade ile bu değişkenlerin varlığı veya büyüklüklerindeki artış, kirletici konsantrasyon değerini arttırmaktadır. Tablo 4.9’da SO₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması yer almaktadır.

Tablo 4.9 SO₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması

Değişken	Çoklu Regresyon Analizi (SPSS Yazılımı)			
	Tahmin Edilen Katsayıları (Standardize Edilmemiş)	t - İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi (p - İstatistiği)	Çoklu Doğrusallık Değeri (VIF Değeri)
Sabit	0,717	4,095	0,000	-
acik_alan_buy	-3,043	-3,667	0,000	1,219
yesil_alan_buy	-1,213	-2,530	0,013	2,540
yol_tipi_2der	-1,496	-5,854	0,000	1,249
yol_tipi_3der	-1,198	-5,134	0,000	1,042
diger_konut	1,213	5,771	0,000	1,261
dogalgaz_oran	-0,167	-0,067	0,046	1,317
arazi_kul_yesil	-0,442	1,946	0,054	2,429
bina_m2_LN	0,024	1,377	0,071	1,630
yagis_LN	-5,019	-1,484	0,040	1,000

Çalışma kapsamında NO₂ için ulaşılan final modele ait regresyon denklemi;

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 13,050 - 6,100 * \text{arazi_kul_yesil} + 0,531 * \\ (\text{NO}_2 \text{ kirletici türü için,} & \text{ yol_genislik} -0,030 * \text{yükseklik} + 2,171 * \\ \mu\text{g/m}^3 \text{ cinsinden)} & \text{ bina_m2_LN} + 25,376 * \text{yol_tipi_1der} + 5,019 * \\ & \text{gunes_LN} + 2,123 * \text{konut_br_LN} - 133,535 * \\ & \text{doğalgaz_oran} + 0,526 * \text{bina_yükseklik} + 0,000 \\ & * \text{kirlilik_sanayi} \end{aligned}$$

şeklindedir.

Belirlenen noktalarda arazi kullanım türünün ağırlıklı olarak yeşil alan olması, yüksekliğin belirli noktalarda artması ve ısınma türü olarak doğalgazı tercih eden konut sayısının artması kentsel alanda ölçülen NO₂ kirletici konsantrasyon düzeyini azaltmaktadır. Diğer yandan, çalışma alanında bina yüksekliklerinin artması, konut birim sayısının artması, binaların toplam taban alanının artması, yol genişliklerinin artması, 1. derece yol niteliği taşıyan yolların varlığı, güneşlenme süresinin uzaması ve alanda sanayi tesislerinin sayısının artması kentsel alanda ölçülen NO₂ kirletici konsantrasyon düzeyini arttırmaktadır.

Kentsel hava kirliliği düzeyini (NO₂ kirletici türü için) belirlenen noktalarda arazi kullanım türünün ağırlıklı olarak yeşil alan olması 6,100 µg/m³, yüksekliğin belirli noktalarda artması 0,030 µg/m³ ve ısınma türü olarak doğalgazı tercih eden konut sayısının artması 133,535 µg/m³ azaltmaktadır. Diğer yandan, NO₂ kirletici konsantrasyonlarını alanda bina yüksekliklerinin artması kentsel hava kirliliği düzeyini 0,526 µg/m³, konut birim sayısının artması 2,123 µg/m³, binaların toplam taban alanının artması 2,171 µg/m³, yol genişliklerinin artması 0,531 µg/m³, 1. derece yol niteliği taşıyan yolların varlığı 25,376 µg/m³ ve güneşlenme süresinin uzaması 5,019 µg/m³ arttırmaktadır. Sabit değer 13,050 olarak bulunmuş olup; bu değer analizler sonucu saptanan 10 değişken dışında kentsel hava kirliliği düzeyini (NO₂ kirletici türü için) etkileyen ancak saptanamayan diğer değişkenlerin hava kirliliği düzeyini etkileme derecesini ifade etmektedir.

Çalışma kapsamında SO₂ için ulaşılan final modele ait regresyon denklemi;

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 0,717 - 3,043 * \text{acik_alan_buy} - 1,213 * \\ (\text{SO}_2 \text{ kirletici türü için,} & \text{yesil_alan_buy} - 1,496 * \text{yol_tipi_2der} - 1,198 * \\ \mu\text{g/m}^3 \text{ cinsinden)} & \text{yol_tipi_3der} + 1,213 * \text{diğer_konut} - 0,167 * \\ & \text{doğalgaz_oran} - 0,442 * \text{arazi_kul_yesil} + 0,024 \\ & * \text{bina_m2_LN} - 5,019 * \text{yagis_LN} \end{aligned}$$

şeklindedir.

Belirlenen noktalarda açık alan kullanımı büyüklüğünün artması, yeşil alan kullanımı büyüklüğünün artması, arazi kullanım türünün ağırlıklı olarak yeşil alan olması, 2. ve 3. derece yol niteliği taşıyan yolların varlığı, ısınma türü olarak doğalgazı tercih eden konut sayısının artması ve yağış miktarının artması kentsel alanda ölçülen SO₂ kirletici konsantrasyon düzeyini azaltmaktadır. Diğer yandan, çalışma alanında ısınma türü olarak diğer ısınma türlerini tercih eden konut sayısının artması ve binaların toplam taban alanının artması kentsel alanda ölçülen SO₂ kirletici konsantrasyon düzeyini arttırmaktadır.

Kentsel hava kirliliği düzeyini (SO₂ kirletici türü için) belirlenen noktalarda açık alan kullanımı büyüklüğünün artması 3,043 µg/m³, yeşil alan kullanımı büyüklüğünün artması 1,213 µg/m³, arazi kullanım türünün ağırlıklı olarak yeşil alan olması 0,442 µg/m³, 2. derece yol niteliği taşıyan yolların varlığı 1,496 µg/m³, 3. derece yol niteliği taşıyan yolların varlığı 1,198 µg/m³, ısınma türü olarak doğalgazı tercih eden konut sayısının artması 0,167 µg/m³ ve yağış miktarının artması 5,019 µg/m³ azaltmaktadır. Alanda ısınma türü olarak diğer ısınma türlerini tercih eden konut sayısının artması kentsel hava kirliliği düzeyini 1,213 µg/m³ ve binaların toplam taban alanının artması 0,024 µg/m³ arttırmaktadır. Sabit değer 0,717 olarak bulunmuş olup; bu değer analizler sonucu saptanan 9 değişken dışında kentsel hava kirliliği düzeyini (SO₂ kirletici türü için) etkileyen ancak saptanamayan diğer değişkenlerin hava kirliliği düzeyini etkileme derecesini ifade etmektedir.

4.3 Mekânsal Regresyon Analizi

Çalışma kapsamında kirlilik düzeylerinin ölçüldüğü noktaların benzerliğinin ve yakınlığı mekânsal otokorelasyon yöntemleri kullanılarak; oluşturulan modellerde yeralan bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı ise doğrusal çoklu regresyon analizi yapılarak incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, artıkların (residual) mekânsal bir bağımlılığı olduğu tespit edilmiştir. Artıkların mekânsal bağımlılığını ve değişim desenlerinin ortaya konulması için mekânsal regresyon analizinin yapılmıştır. Bunun temel nedeni, mekânsal verilerde bulunan mekânsal bağımlılık durumunun klasik istatistik yöntemleri (doğrusal çoklu regresyon, vb.) ile analiz edilememesidir (Basar, 2009).

Klasik istatistik yöntemleri yöntemleri kullanılarak bir model kurulduktan sonra, o modelin geçerliliğinin sınanması gerekmektedir. Bu gereklilik, değişkenler arasındaki neden – sonuç ilişkisinin belirlenmesi ve bu ilişkiyi kullanılarak tahminler yapılmasına olanak sağlayan regresyon analizinin temelini oluşturmaktadır. Oluşturulan modelin tahmin edilen değerlerin gerçek (gözlenen) değerlere ne kadar yaklaştığını belirlemek için ise En Küçük Kareler (Ordinary Least Squares - OLS) yöntemi kullanılır. Eğer kurulan model kullanılan veriye uygun değilse alınan sonuçlar yanıltıcı olacaktır (Birkes ve Dodge, 1993; Wilcox, 1997).

Regresyon analizinden kaynaklarının artıklar (*residual*), bağımlı değişkenin gerçek değeri ile tahmin edilen değeri arasındaki fark anlamına gelmektedir. Uygulanan yöntemin oluşturulan model için anlamlı olup olmadığını anlamak için, artık değerlere bakılır. Artık değerinin küçük çıkması, kullanılan yöntemin gerçek değerine yakın sonuçlar üretmesi olarak yorumlanır (Arslanlı, 2012).

Artık (residual) değerlerin hesaplanmasında;

$$e = y - \hat{y} \quad (4.5)$$

formülü kullanılır (İstatistik sözlüğü, 2016). Bu formülde,

e : Artık (residual) değeri,

y : Regresyon sonucunda tahmin edilen değer,

\hat{y} : Gözlenen değerdir.

Çalışma kapsamında mekânsal regresyon analizleri, GeoDa ve ArcMap yazılımları kullanılarak ölçüm yapılan noktalarda artık (*residual*) değerlerin belirlenmesi ve bu değerler arasında mekânsal olarak bir ilişki bulunup bulunmadığının incelenmesi için yapılmıştır. Bu analizlerin yapılması için her iki yazılım kullanılarak (.swm uzantılı) mekânsal ağırlık matrisleri (spatial weight matrix) oluşturulmuştur. Bu matrisin oluşturulması iki temel unsur vardır: (1) mekânsal ilişkinin türü (conceptualization of spatial relationships) ve (2) mesafenin hesaplanma yöntemi (distance method).

Mekânsal ilişkinin türü, birbirine komşu noktalar arasında ne tür mekânsal ilişkilerin olduğunu inceler ve 8 yaygın yaklaşım vardır. Bu türler, bir noktanın diğer nokta üzerindeki etkisinin mesafe ile azaldığı ilişki türü (inverse distance); belirlenen alan çapında kalan noktaların analize dâhil edildiği, bu alan çapı dışında kalanların ise dâhil edilmediği ilişki türü (fixed distance), bir nokta üzerinde en yakın komşularının etkisinin incelendiği ve komşuluk sayısının analize göre belirlendiği ilişki türü (k – nearest neighbors); ortak bir köşe veya kenar paylaşılan komşuluklarda görülen ilişki türü (polygon contiguity – edges only); hem bir köşe veya kenar hem de ortak bir nokta paylaşılan komşuluklarda görülen ilişki türü (polygon contiguity – edges and corners); bir noktanın çevresinde oluşturulan üçgenlerin komşusu olan nokta ile ortak bir köşesinin veya kenarının bulunduğu ilişki türü (delaunay triangulation); belirlenen bir alan çapında ve zaman aralığında bulunan ölçüm noktalarının birbirine komşu olduğu ilişki türü (space time window) ve mekânsal ilişkilerin bir tabloda tanımlandığı ilişki türü (convert table) olarak sınıflanabilir (Mekânsal ilişkilerin modellenmesi, 2016).

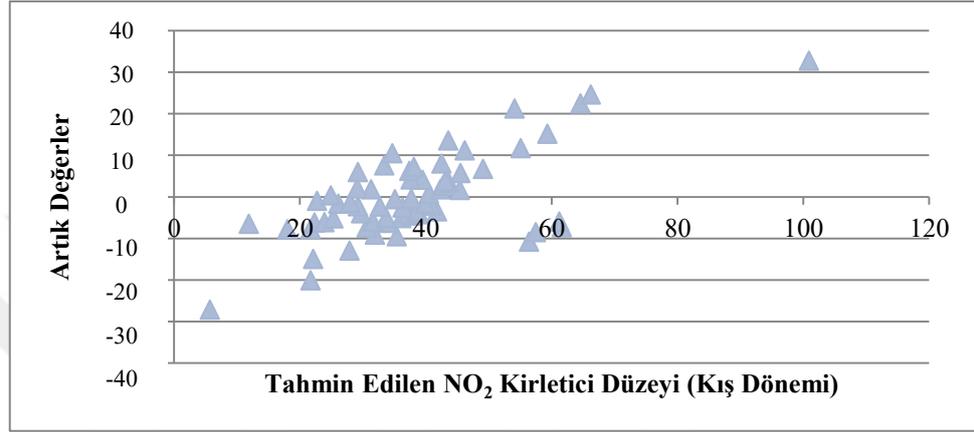
İkinci unsur olan mesafenin hesaplanma yöntemi ise, birbirine komşu noktalar arasındaki mesafelerin nasıl hesaplandığını inceler ve iki ayrı türü vardır. Bu türler, iki komşu nokta arasındaki kuş uçuşu mesafeyi hesaplayan yöntem (Euclidean); iki komşu noktayı koordinat düzlemine göre konumlandırıp, X ve Y değerleri arasındaki farkın toplamını alarak noktalar arası hipotenüsü hesaplayan yöntem (Manhattan) olarak sınıflandırılabilir (Mekânsal ilişkilerin modellenmesi, 2016).

Yapılan analizlerde çalışma kapsamında yer alan ölçüm noktalarının komşuluk durumları dikkate alınarak, her bir mekânsal ilişki ve hesaplanma yöntemi için mekânsal ağırlık matrisleri oluşturulmuştur. Buna göre, ölçüm noktaları için seçilen mekânsal ağırlık matrisi için mekânsal ilişki türü olarak bir noktanın diğer nokta üzerindeki etkisinin mesafe ile azaldığı ilişki türü (inverse distance) ve hesaplama yöntemi olarak iki komşu nokta arasındaki kuş uçuşu mesafeyi hesaplayan yöntem (Euclidean) kullanılmıştır.

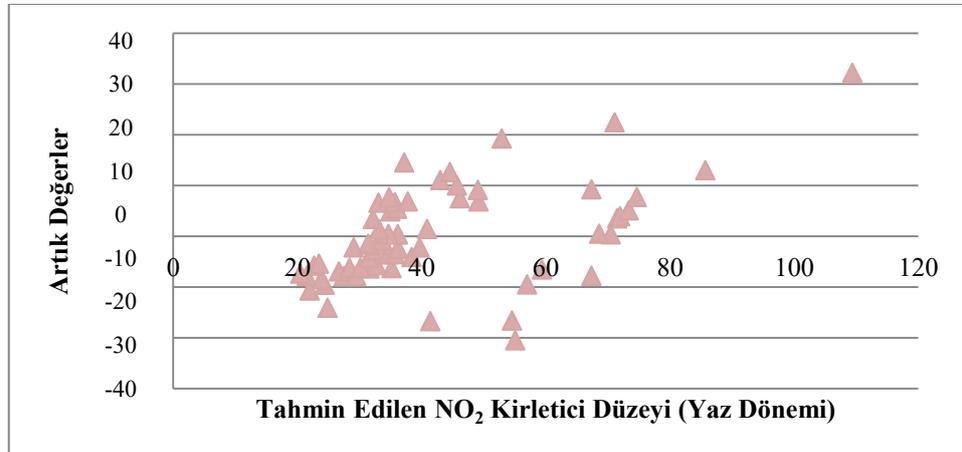
Mekânsal ağırlık matrisinin oluşturulmasının ardından, GeoDa ve ArcMap yazılımları kullanılarak mekânsal regresyon analizleri yapılmıştır. Ölçüm yapılan noktalarda artık (residual) değerlerin belirlenmesi için, ArcMap yazılımı kullanılarak, mekânsal ilişkilerin incelendiği ve doğrusal regresyonun yerel formu olarak tanımlanan coğrafi olarak ağırlıklandırılmış regresyon (geographically weighted regression - GWR) analizi yapılmıştır. EK - 4'de NO₂ kirletici türü için nokta bazında artık değerlere ilişkin sonuçlar, EK - 5'de ise SO₂ kirletici türü için nokta bazında artık değerlere ilişkin sonuçlar yer almaktadır. Bu artık değerler seçilen çoklu regresyo modellerinden (SO₂ ve NO₂ kirletici türleri için) elde edilen tahminlere ilişkin artık değerlerdir.

Yapılan regresyon analizinin ardından, ölçüm noktası bazında NO₂ kirletici türü için yaz ve kış dönemlerine ilişkin ayrı ayrı hesaplanan artık değerler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, artık değerlerin yaz ve kış dönemlerinde gözlenen değişkenliğinin benzerlikler gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, her iki dönemde de belli ölçüm noktalarındaki artık değer (36, 43 ve 70. noktalar) ortalama değer (Ort.=0,000) çok üstünde çıkmıştır (Şekil 4.14 ve Şekil 4.15). Bu noktaların ikisinin (36 ve 43. noktalar) ortak özelliği ana ulaşım bağlantılarına (otoyol ve 1. derece ana arter) çok yakın alanda konumlanmış olmalarıdır. Diğer nokta (70. nokta) ise düşük

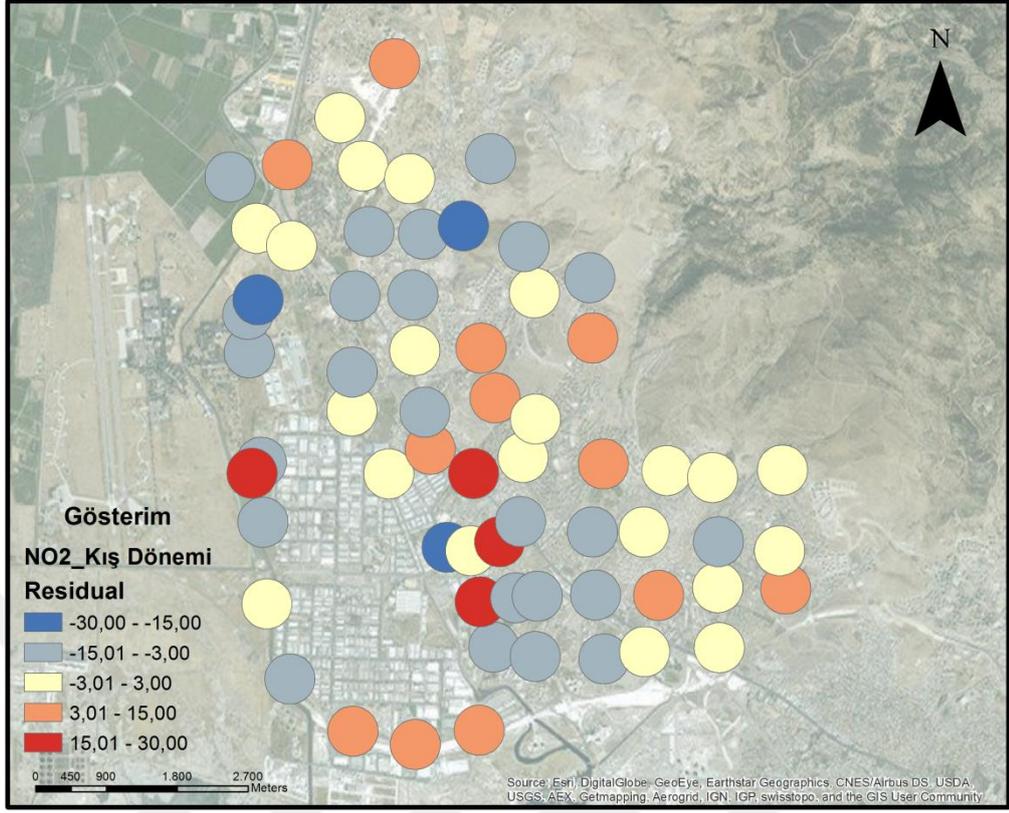
yoğunluklu konut alanlarının ve açık alanların bulunduğu bir bölgede konumlanmıştır (Tablo 3.9). Her iki dönemde de düşük çıkan artık değerlerin 1. derece yol güzergâhı çevresinde, taşıt ve yapılaşma yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda ve sanayi bölgesine yakın yerlerde kümelendiği; yüksek çıkan artık değerlerin özellikle kış döneminde ilçe merkezinde ve sanayi bölgesine yakın yerlerde kümelenme eğilimi gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.16 ve Şekil 4.17).



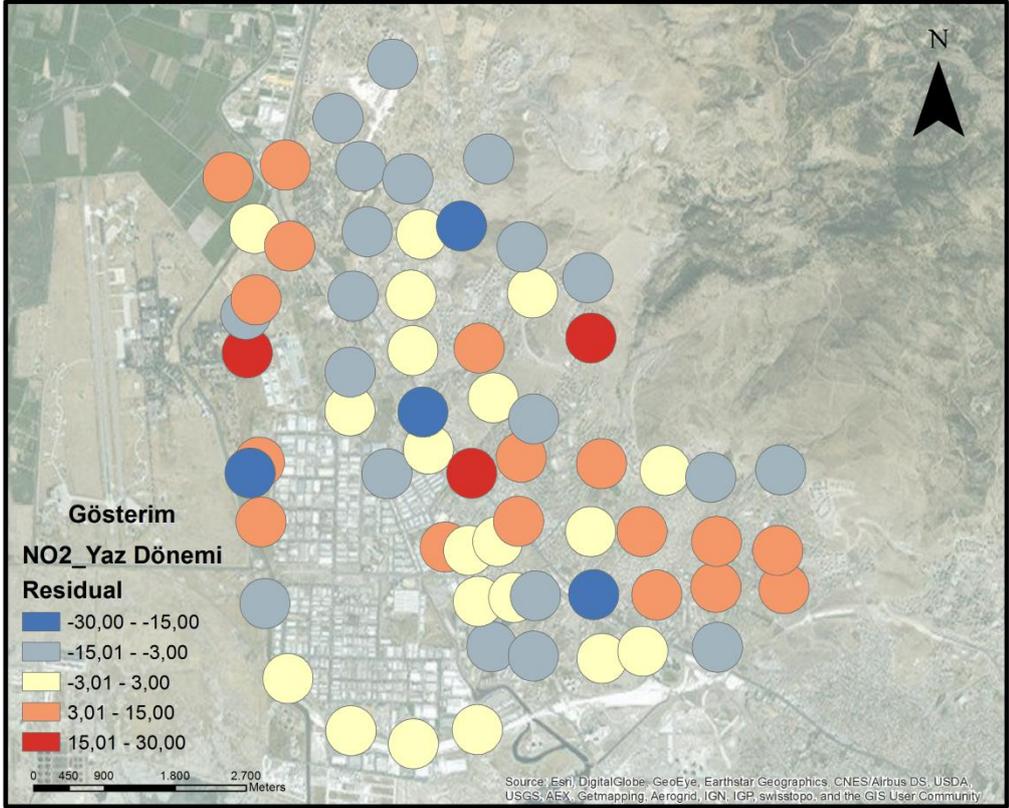
Şekil 4.14 NO₂ kirletici türü için kış dönemine ait artık değerler



Şekil 4.15 NO₂ kirletici türü için yaz dönemine ait artık değerler

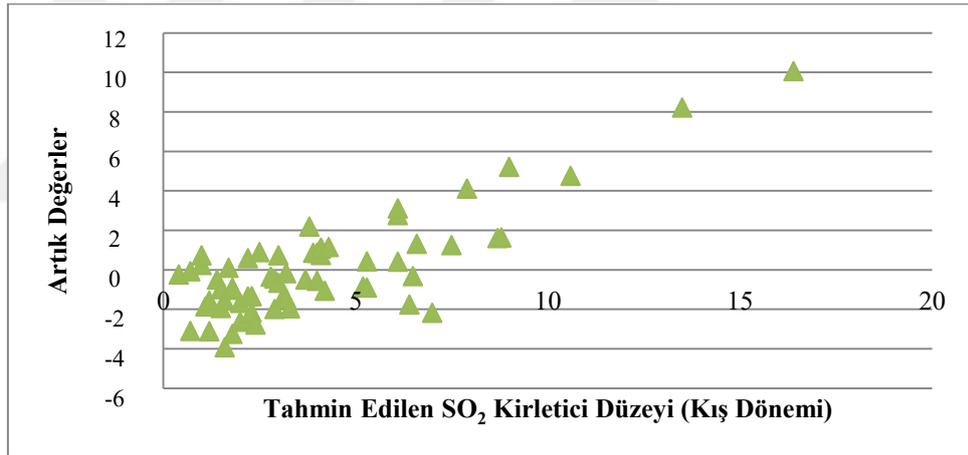


Şekil 4.16 NO₂ kirletici türü için kış dönemine ait artık değerlerin mekânsal dağılımı

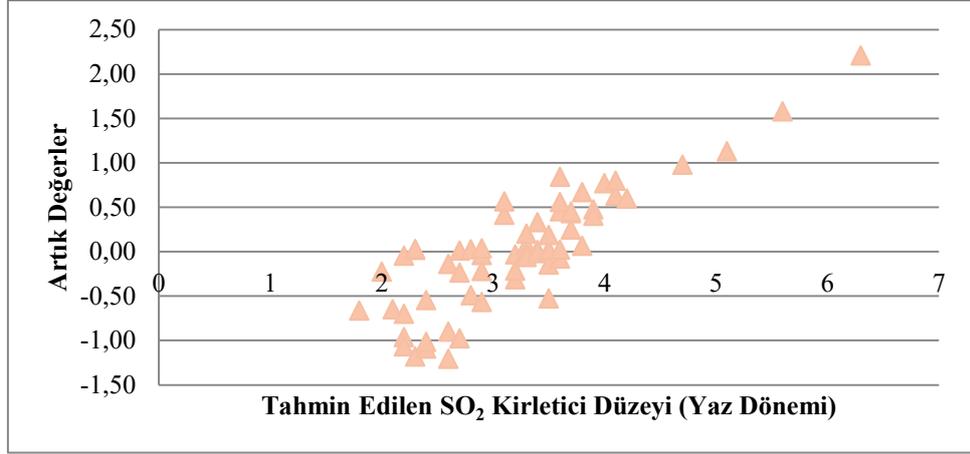


Şekil 4.17 NO₂ kirletici türü için yaz dönemine ait artık değerlerin mekânsal dağılımı

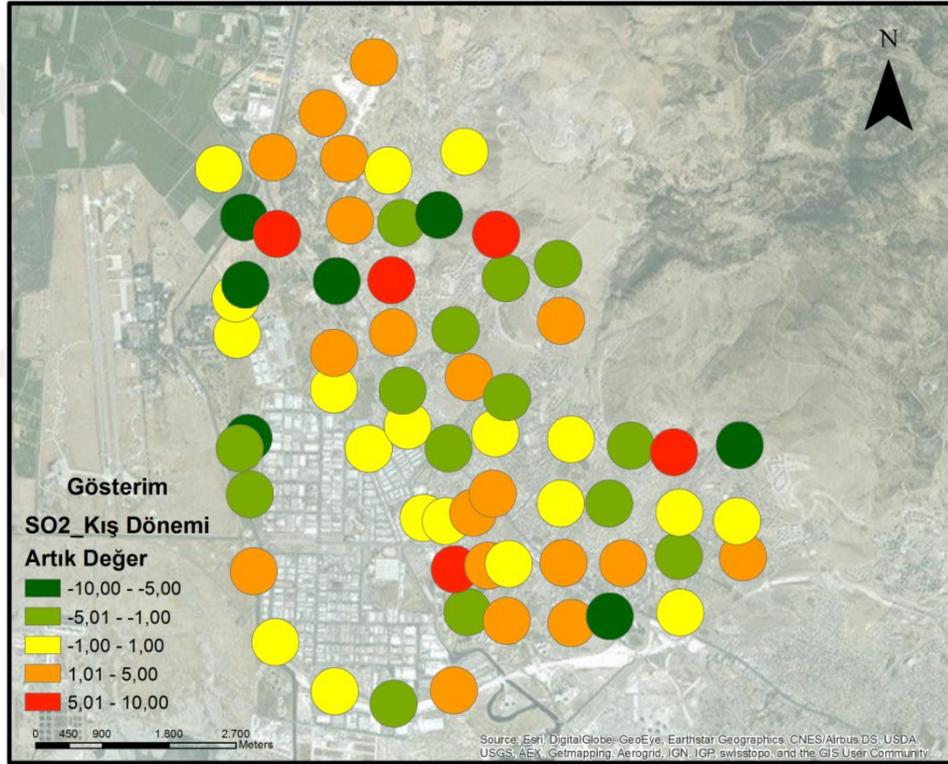
Yapılan regresyon analizinin ardından, ölçüm noktası bazında SO₂ kirletici türü için yaz ve kış dönemlerine ilişkin ayrı ayrı hesaplanan artık değerler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, artık değerlerin yaz döneminde kış dönemine göre daha fazla değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, her iki dönemde de belli ölçüm noktalarındaki artık değer (15, 40 ve 63. noktalar) ortalama değer (Ort.=0,005) çok üstünde çıkmıştır (Şekil 4.18 ve Şekil 4.19). Bu noktaların (15, 40 ve 63. noktalar) ortak özelliği, nüfus yoğunluğunun ve yüksek katlı binaların fazla olduğu konut alanlarına ve çevrelerindeki yeşil alanlara yakın konumlanmış olmalarıdır (Tablo 3.9). Her iki dönemde de düşük çıkan artık değerlerin yapılaşma yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda ve sanayi bölgesine yakın yerlerde kümelendiği; yüksek çıkan artık değerlerin kış döneminde çalışma alanın kuzeyinde, yaz döneminde ise alanın güneyinde yer alan ve taşıt ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde kümelenme eğilimi gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.20 ve Şekil 4.21).



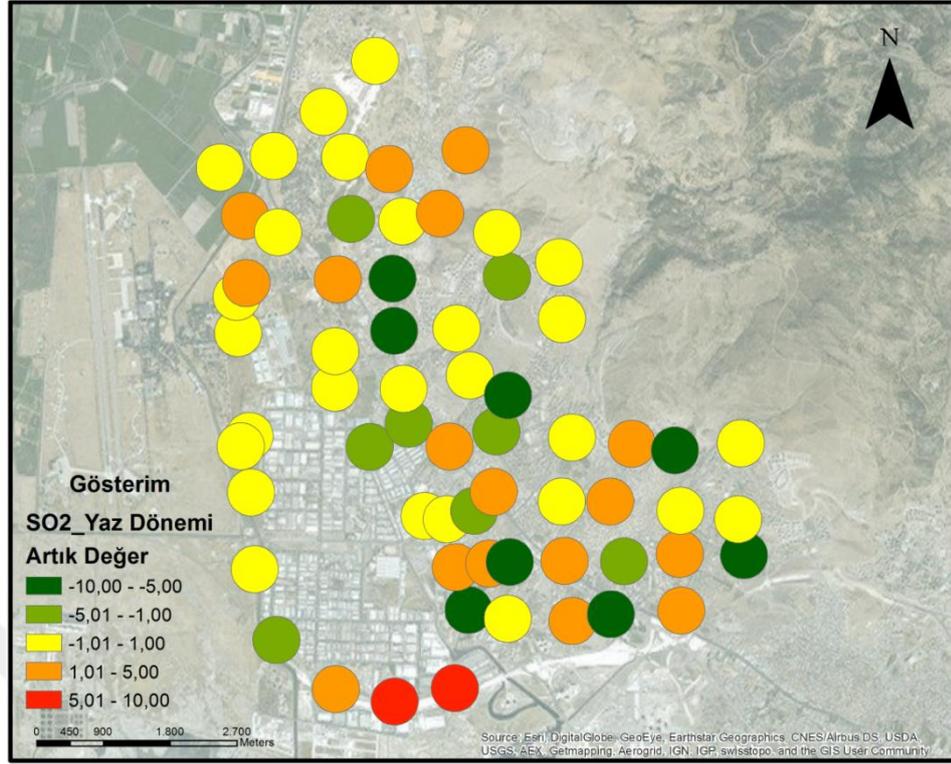
Şekil 4.18 SO₂ kirletici türü için kış dönemine ait artık değerler



Şekil 4.19 SO₂ kirletici türü için yaz dönemine ait artık değerler



Şekil 4.20 SO₂ kirletici türü için kış dönemine ait artık değerlerin mekânsal dağılımı



Şekil 4.21 SO₂ kirletici türü için yaz dönemine ait artık değerlerin mekânsal dağılımı

Artık değerlerin belirlenmesinin ardından, bu değerlerin nokta bazındaki dağılımının mekânsal olarak ilişkili olup olmadığının incelenmesi için ArcMap yazılımı kullanılarak, En Küçük Kareler yöntemine göre bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi mekânsal ağırlık matrisi kullanarak inceleyen açıklayıcı regresyon (exploratory regression) analizi ve GeoDa yazılımı kullanılarak regresyon (regression) analizi yapılmıştır. Tablo 4.10’da seçilen modellere ilişkin sonuçların karşılaştırılması sunulmuştur.

Tablo 4.10 Seçilen modellere ilişkin sonuçların karşılaştırılması

	Regresyon Analizi (GeoDa Yazılımı)		Regresyon Analizi (ArcMap Yazılımı)	
	Anlamlılık Düzeyi (p value)	R ² Değeri	Anlamlılık Düzeyi (p value)	R ² Değeri
Model 1 (NO ₂ Kirletici Türü İçin)	<0,05	0,563	<0,05	0,563
Model 2 (SO ₂ Kirletici Türü İçin)	<0,05	0,527	<0,05	0,527

Çalışma kapsamında GeoDa yazılımı kullanılarak yapılan mekânsal regresyon analizleri, ölçüm yapılan noktalarda artık (*residual*) değerlerin belirlenmesi ve bu değerler arasında mekânsal olarak bir ilişki bulunup bulunmadığının incelenmesi için yapılmıştır.

GeoDa yazılımı kullanılarak yapılan Regresyon Analizi sonuçları incelendiğinde, NO₂ için final model ile bağımlı değişken olan belirlenen noktalarda ölçülen azot dioksit değerlerindeki varyansın %56,3 ($R^2=0,563$) açıklanabilmektedir (Tablo 4.12). Değişkenler istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde (arazi_kul_yesil, yükseklik, yol_tipi_1der ve dogalgaz_oran) ve 0,10 düzeyinde (yol_genişlik) anlamlı bulunmuştur.

Yapılan mekânsal regresyon analizlerinin sonuçları ile ArcMap yazılımı kullanılarak yapılan Açıklayıcı Regresyon Analizi sonuçları karşılaştırıldığında, NO₂ kirletici türü için elde edilen sonuçlar arasında tutarlılık görülmüştür. Buna göre, Açıklayıcı Regresyon Analizi sonuçları incelendiğinde, final model ile bağımlı değişken olan belirlenen noktalarda ölçülen azot dioksit değerlerindeki varyansın %56,3 ($R^2=0,563$) açıklanabilmektedir (Tablo 4.12). Değişkenler istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde (bina_yukseklık, konut_br_LN, yol_tipi_1der, gunes_LN, yukseklik ve dogalgaz_oran) ve 0,10 düzeyinde (arazi_kul_yesil, bina_m2_LN, yol_genişlik ve kirlilik_sanayi) anlamlı bulunmuştur.

Her iki yazılım kullanılarak yapılan regresyon analizlerinde, arazi kullanım durumu (yeşil alan) (arazi_kul_yesil), yükseklik (yukseklık) ve doğalgaz kullanım oranı (dogalgaz_oran) belirlenen noktalarda ölçülen azot dioksit değerleri ile ters (-) orantılı bulunmuştur. Bir başka deyişle, bu değişkenlerin varlığı veya büyüklüklerindeki artış, kirletici konsantrasyon değerini düşürmektedir.

Bina yüksekliği (bina_yukseklık), konut birimi sayısı (konut_br_LN), bina büyüklüğü (bina_m2_LN), yol genişliği (yol_genişlik), yol tipleri (1. derece yol) (yol_tipi_1der), yükseklik (yukseklık) ve doğalgaz kullanım oranı (dogalgaz_oran) ise belirlenen noktalarda ölçülen azot dioksit değerleri ile doğru (+) orantılı bulunmuştur. Başka bir ifade ile bu değişkenlerin varlığı veya büyüklüklerindeki artış, kirletici konsantrasyon değerini arttırmaktadır. Çoklu doğrusallık (VIF) değeri

ise değişkenlerin tümünde doğrudur (VIF<5 olmak koşuluna göre). Tablo 4.11’de NO₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması yer almaktadır.

Tablo 4.11 NO₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması

Değişken	Regresyon Analizi (GeoDa Yazılımı)		Açıklayıcı Regresyon Analizi (ArcMap Yazılımı)		
	Tahmin Edilen Katsayıları (Standardize Edilmemiş)	Anlamlılık Düzeyi (p – İstatistiği)	Anlamlılık Düzeyi (p – İstatistiği)	Çoklu Doğrusallık Değeri (VIF Değeri)	İlişkinin Yönü
Sabit	28,495	0,000	0,000	-	
arazi_kul_yesil	-9,467	0,014	0,065	1,100	-
yol_genislik	0,097	0,069	0,055	2,500	+
yuksekklik	-0,043	0,001	0,008	2,180	-
bina_m2_LN	1,528	0,289	0,067	2,610	+
yol_tipi_1der	29,254	0,000	0,000	1,740	+
konut_br_LN	1,191	0,254	0,017	3,640	+
dogalgaz_oran	-47.616	0,048	0,000	1,550	-
bina_yuksekklik	0,381	0,264	0,027	3,140	+

GeoDa yazılımını kullanılarak yapılan Regresyon Analizi sonuçları incelendiğinde, SO₂ için final model ile bağımlı değişken olan belirlenen noktalarda ölçülen kükürt dioksit değerlerindeki varyansın %52,7’si ($R^2=0,527$) açıklanabilmektedir. SO₂ için seçilen final modelde bağımsız değişkenler istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde (acik_alan_buy, yol_tipi_2der, yol_tipi_3der, diger_konut ve dogalgaz_oran) ve 0,10 düzeyinde (yesil_alan_buy) anlamlı bulunmuştur.

Yapılan mekânsal regresyon analizlerinin sonuçları ile ArcMap yazılımını kullanılarak yapılan Açıklayıcı Regresyon Analizi sonuçları karşılaştırıldığında, NO₂ kirletici türü için elde edilen sonuçlar arasında tutarlılık görülmüştür. Buna göre, Açıklayıcı Regresyon Analizi sonuçları incelendiğinde, final model ile bağımlı değişken olan belirlenen noktalarda ölçülen kükürt dioksit değerlerindeki varyansın %52,7’si ($R^2=0,527$) açıklanabilmektedir. SO₂ için seçilen final modelde bağımsız değişkenler istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde (acik_alan_buy, yesil_alan_buy, yol_tipi_2der, yol_tipi_3der, diger_konut, bina_m2_LN, dogalgaz_oran ve yagis_LN) anlamlı bulunmuştur.

Her iki yazılım kullanılarak yapılan regresyon analizlerinde, açık alan kullanımı büyüklüğü (acik_alan_buy), yeşil alan kullanımı büyüklüğü (yesil_alan_buy), arazi kullanım durumu (yeşil alan) (arazi_kul_yesil), yol tipleri (2. derece yol) (yol_tipi_2der), yol tipleri (3. derece yol) (yol_tipi_3der), doğalgaz kullanım oranı (dogalgaz_oran) ve yağış miktarı (yagis_LN) belirlenen noktalarda ölçülen kükürt dioksit değerleri ile ters (-) orantılı bulunmuştur. Bir başka deyişle, bu değişkenlerin varlığı veya büyüklüklerindeki artış, kirletici konsantrasyon değerini düşürmektedir.

Diğer ısınma türlerini kullanan bina sayısı (diger_konut) ve bina büyüklüğü (bina_m2_LN) ise belirlenen noktalarda ölçülen kükürt dioksit değerleri ile doğru (+) orantılı bulunmuştur. Başka bir ifade ile bu değişkenlerin varlığı veya büyüklüklerindeki artış, kirletici konsantrasyon değerini arttırmaktadır. Çoklu doğrusallık (VIF) değeri ise değişkenlerin tümünde doğrudur (VIF<5 olmak koşuluna göre). Tablo 4.12’de SO₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması yer almaktadır.

Tablo 4.12 SO₂ kirletici türü için seçilen modele ilişkin sonuçların karşılaştırılması

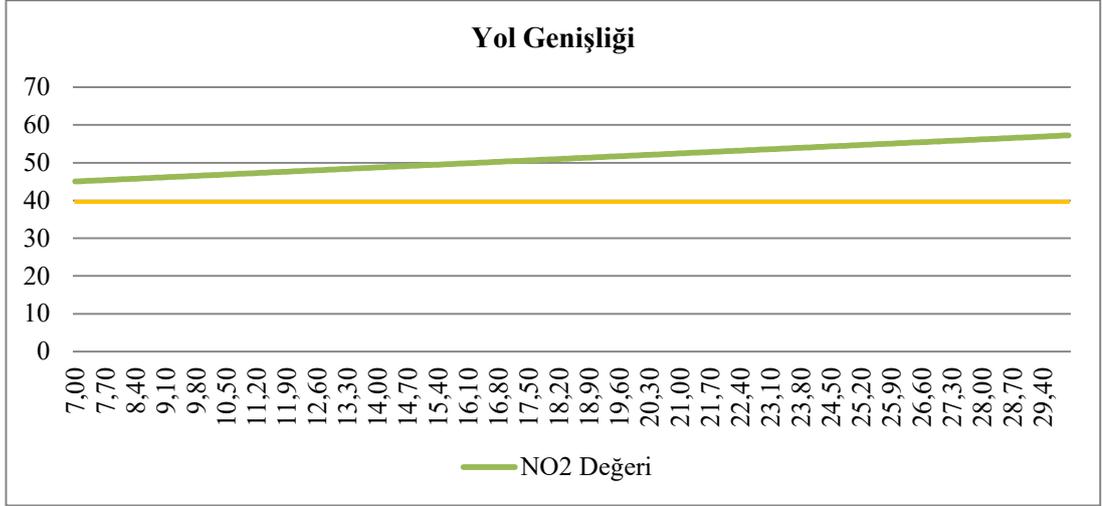
Değişken	Regresyon Analizi (GeoDa Yazılımı)		Açıklayıcı Regresyon Analizi (ArcMap Yazılımı)		
	Tahmin Edilen Katsayıları (Standardize Edilmemiş)	Anlamlılık Düzeyi (p – İstatistiği)	Anlamlılık Düzeyi (p – İstatistiği)	Çoklu Doğrusallık Değeri (VIF Değeri)	İlişkinin Yönü
Sabit	0,729	0,000	0,000	-	
acik_alan_buy	-2,995*10 ⁻⁶	0,023	0,043	1,230	-
yesil_alan_buy	-1,280*10 ⁻⁶	0,095	0,014	2,580	-
yol_tipi_2der	-1,426	0,002	0,000	1,110	-
yol_tipi_3der	-1,191	0,001	0,000	1,040	-
diger_konut	1,236	0,000	0,000	1,250	+
dogalgaz_oran	-0,273	0,042	0,040	1,317	-
arazi_kul_yesil	-0,476	0,188	0,000	2,470	-
bina_m2_LN	0,021	0,446	0,017	1,490	+

Değişkenler arasındaki neden – sonuç ilişkisinin belirlenmesi ve bu ilişkiyi kullanılarak tahminler yapılmasına olanak sağlayan regresyon analizinin temelini oluşturan klasik istatistik yöntemleri, oluşturulan modellerde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olup

olmadığını incelemektedir. Klasik istatistiğin mekânsal istatistikten farkı, klasik istatistik yöntemleri kullanılarak oluşturulan modellerde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin mekânsal bağımlılık durumunun analiz edilememesidir. Bu noktada, değişkenlerin mekânsal bağımlılığının incelenebilmesi için mekânsal istatistik yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir.

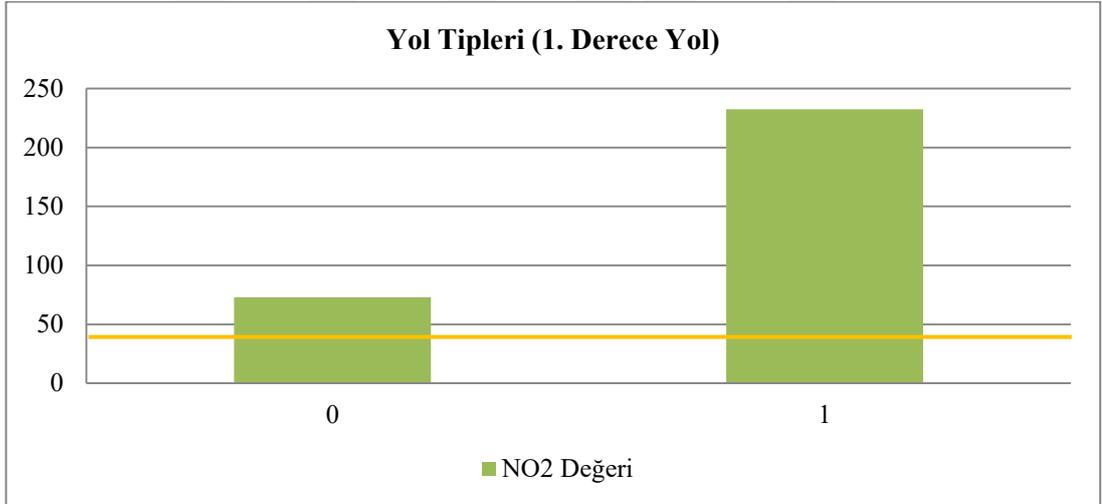
Çalışma kapsamında klasik ve mekânsal istatistik yöntemlerinin uygulanmasının ve seçilen modellerde kullanılan bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler (SO₂ ve NO₂ kirletici düzeyleri) arasındaki ilişkilerin incelenmesi sonucunda, her iki dönemde (kış ve yaz dönemleri) elde edilen ortalama ölçüm sonuçları karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Final modellerde (SO₂ ve NO₂ kirletici türleri için) kullanılan her bir bağımsız değişkende meydana gelen 1 birimlik artışın kirletici konsantrasyonu düzeyinin ne yönde ve nasıl etkilediği grafiklerle ifade edilmeye çalışılmıştır. Bu grafikler, her iki kirletici türü için, mekânsal olmayan regresyon sonuçları baz alınarak oluşturulmuştur.

NO₂ kirletici konsantrasyon düzeylerinin ifade edildiği grafiklerde, arazi kullanım durumu (yeşil alan), topoğrafyanın yüksekliği ve doğalgaz kullanım oranı gibi değişkenlerin büyüklüklerindeki artışın, kirletici konsantrasyon değerini düşürdüğü görülmüştür. Diğer yandan, binaların yükseklikleri, konut birimi sayısı, binaların toplam taban alanı büyüklüğü (bina büyüklüğü), yol genişliği, yol tipleri (1. derece yolların varlığı) ve kirletici düzeylerinin ölçüldüğü dönemlere ilişkin ölçüm değerleri ile sanayi kullanımı büyüklüğünün çarpılması sonucu elde edilen etkileşim değişkeninin büyüklüklerindeki artışın, kirletici konsantrasyon değerini arttırdığı saptanmıştır. Şekil 4.22 – 4.30’da NO₂ kirletici konsantrasyon düzeylerinde meydana gelen değişimler yer almaktadır.



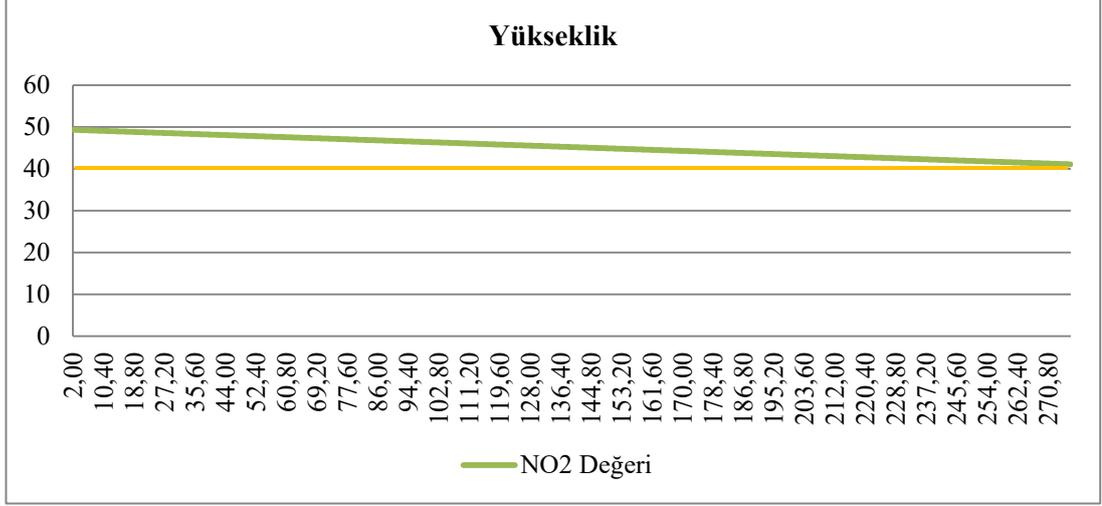
Şekil 4.22 NO₂ kirletici düzeyleri ile yol genişliği ilişkisi

Yol genişliğinde meydana gelen artışın ortalama NO₂ kirletici konsantrasyonlarını arttırdığı ve kirletici düzeylerinin limit değer olan 40 µg/m³'nin üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.22).



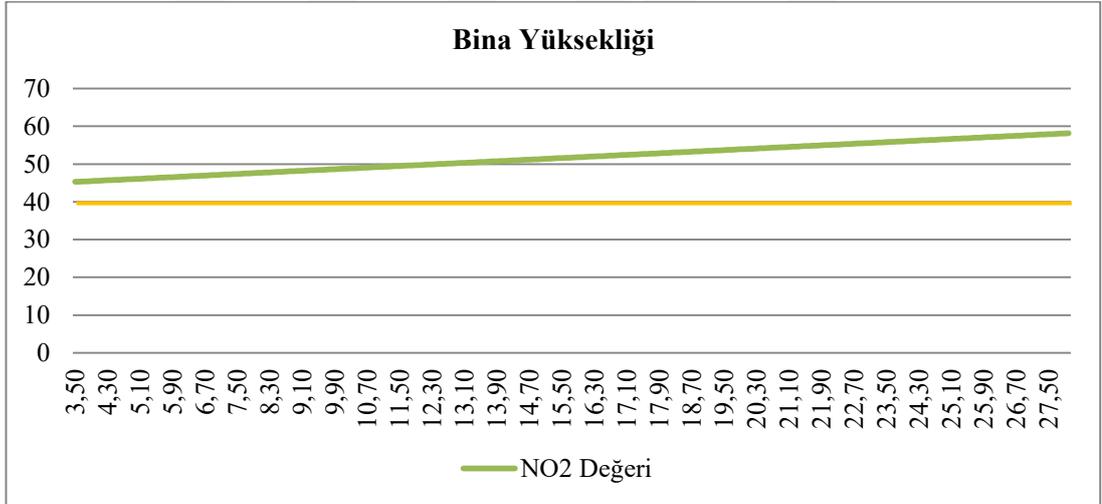
Şekil 4.23 NO₂ kirletici düzeyleri ile yol tipleri (1. derece yol) ilişkisi

1. derece yolların taşıt yükü fazla olduğundan çalışma alanında trafik kaynaklı hava kirliliği meydana gelmektedir. 1. derece yollarda meydana gelen artışın ortalama NO₂ kirletici konsantrasyonlarını ciddi oranda arttırdığı ve kirletici düzeylerinin limit değer olan 40 µg/m³'nin üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.23).



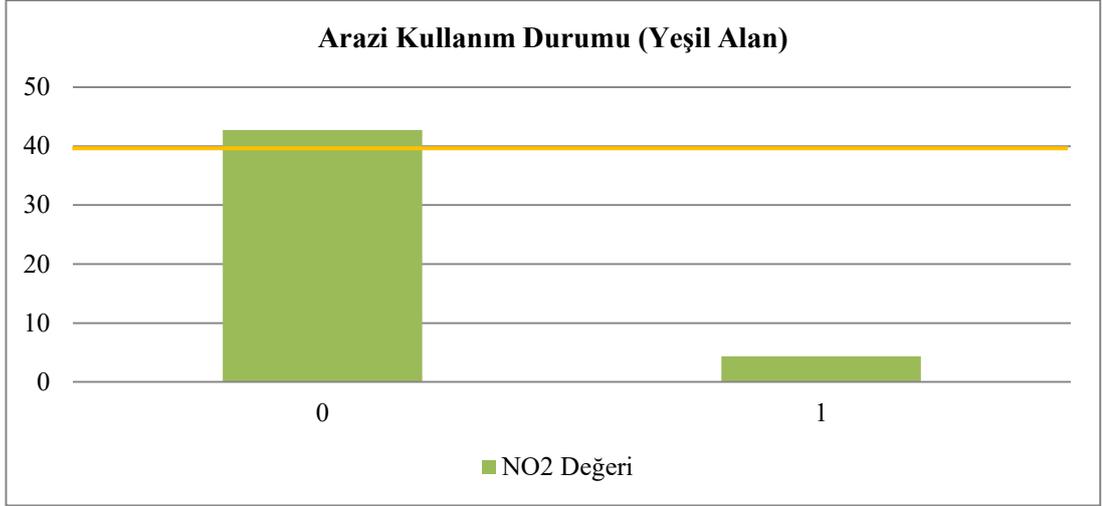
Şekil 4.24 NO₂ kirletici düzeyleri ile yükseklik ilişkisi

Çalışma alanında topoğrafyanın yüksekliğinde meydana gelen artışın NO₂ kirletici konsantrasyonlarını azalttığı; buna rağmen kirletici düzeylerinin limit değerini (40 µg/m³) üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.24).



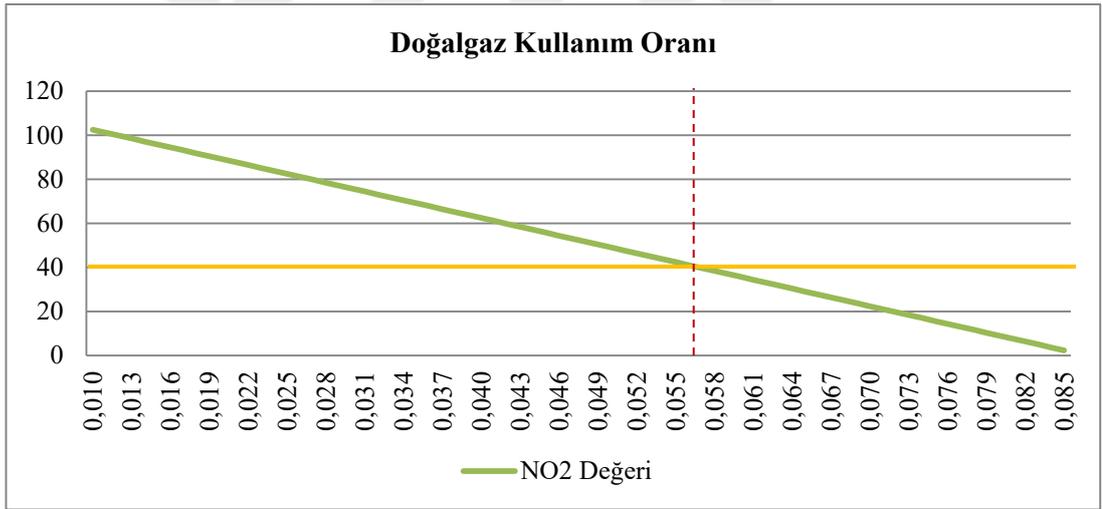
Şekil 4.25 NO₂ kirletici düzeyleri ile bina yüksekliği ilişkisi

Alanda bina yüksekliğinde meydana gelen artışın NO₂ kirletici konsantrasyonlarını arttırdığı ve kirletici düzeylerinin limit değerini (40 µg/m³) üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.25).



Şekil 4.26 NO₂ kirletici düzeyleri ile arazi kullanım durumu (yeşil alan) ilişkisi

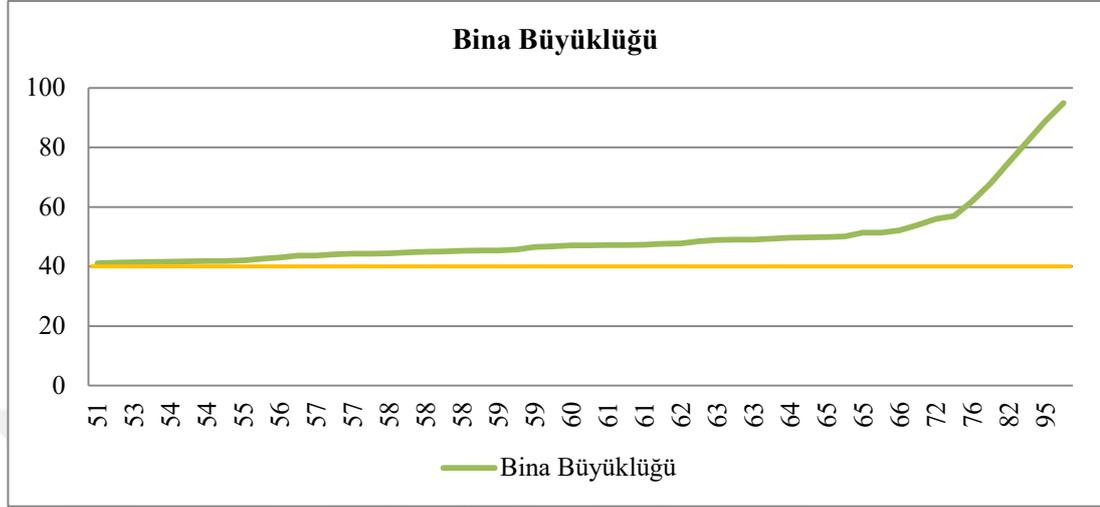
Yeşil alanların niteliğinde ve büyüklüğünde meydana gelen artışların NO₂ kirletici konsantrasyonlarını azalttığı saptanmıştır (Şekil 4.26).



Şekil 4.27 NO₂ kirletici düzeyleri ile doğalgaz kullanım oranı ilişkisi

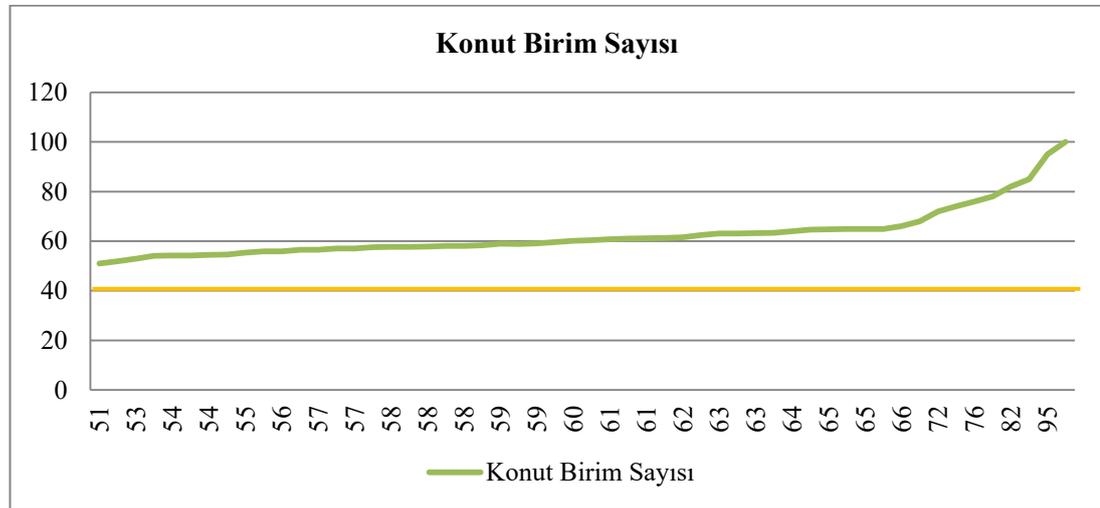
Doğalgaz kullanım oranında meydana gelen artışın NO₂ kirletici konsantrasyonlarını azalttığı ve belli bir noktadan sonra (doğalgaz kullanım oranı=0,056 birim iken) kirletici düzeylerinin limit değer olan 40 µg/m³'nin altına düştüğü saptanmıştır (Şekil 4.27). Çalışmada elde edilen sonuçların, Bozacı (1992) tarafından yapılan uygulama ile özellikle sanayi alanlarında benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Buna göre, sanayi alanlarında gerçekleştirilen endüstriyel üretim süreçlerinde doğalgaz kullanılmasının (sıvı / doğalgaz (çift) yakıtlı yakıcı

kullanılarak) NO₂ kirletici konsantrasyonlarının % 60 oranında azaldığı saptanmıştır (Bozacı, 1992).



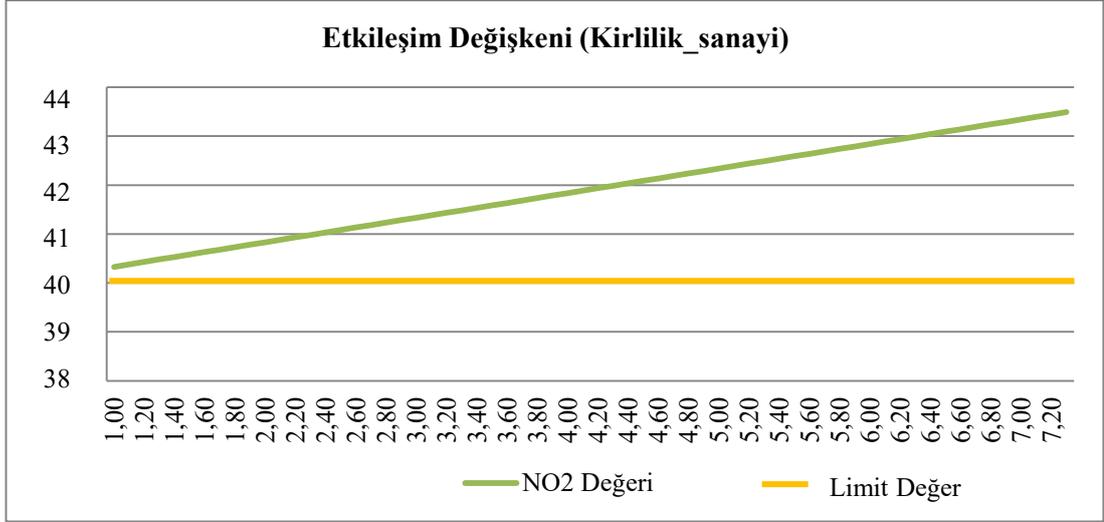
Şekil 4.28 NO₂ kirlenici düzeyleri ile bina büyüklüğü ilişkisi

Çalışma alanında binaların toplam taban alanında (m² cinsinden) meydana gelen artışın NO₂ kirlenici konsantrasyonlarını arttırdığı ve kirlenici düzeylerinin limit değerinin (40 µg/m³) üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.28).



Şekil 4.29 NO₂ kirlenici düzeyleri ile konut birim sayısı ilişkisi

Konut birim sayısında meydana gelen artışın NO₂ kirlenici konsantrasyonları arttırdığı ve kirlenici düzeylerinin limit değerinin (40 µg/m³) üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.29).

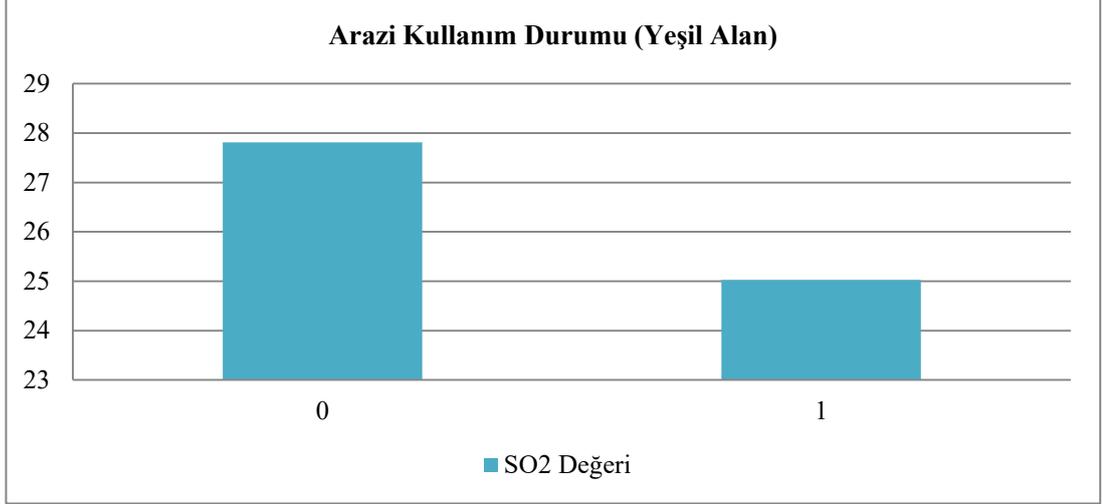


Şekil 4.30 NO₂ kirletici düzeyleri ile etkileşim değişkeni ilişkisi

Kirletici düzeylerinin ölçüldüğü dönemlere ilişkin ölçüm değerleri ile sanayi kullanımı büyüklüğünün çarpılması sonucu elde edilen etkileşim değışkende meydana gelen artışın NO₂ kirletici konsantrasyonlarını arttırdığı ve kirletici düzeylerinin limit değerin (40 µg/m³) üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.30).

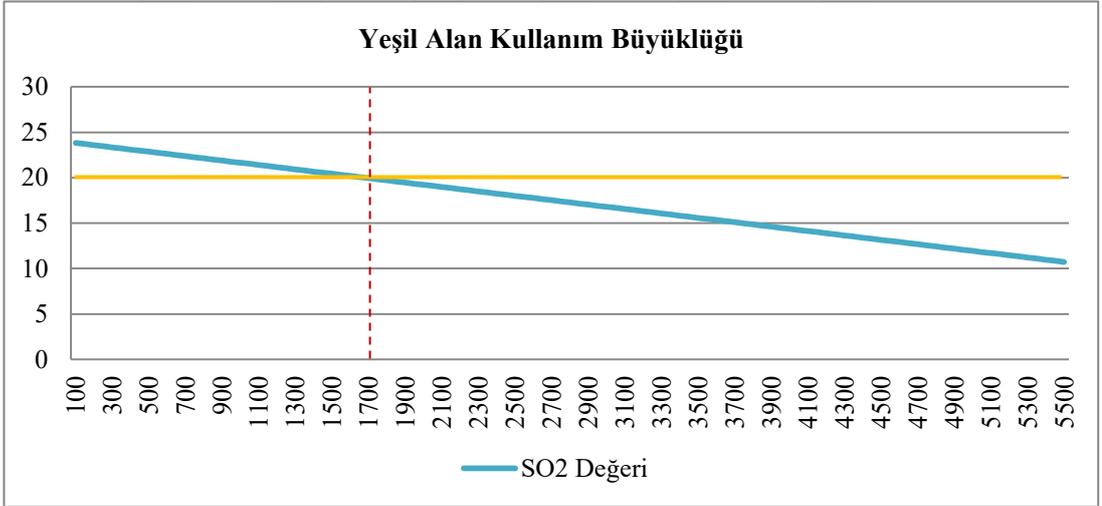
NO₂ kirletici düzeyinin bağımlı değişken olduğu modelde yer alan bağımsız değişkenlerden biri olan güneşlenme süresinin yaz ve kış dönemlerinde ölçülen kirlilik düzeylerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edildiğinden, bu değişkene ilişkin grafik sunulmamıştır.

SO₂ kirletici konsantrasyon düzeylerinin ifade edildiği grafiklerde açık alan kullanımı büyüklüğü, yeşil alan kullanımı büyüklüğü, arazi kullanım durumu (yeşil alan), yol tipleri (2. ve 3. derece yolların varlığı), doğalgaz kullanım oranı ve yağış miktarı gibi değişkenlerin büyüklüklerindeki artışın, kirletici konsantrasyon değerini düşürdüğü görülmüştür. Diğer yandan, binaların toplam taban alanı büyüklüğü (bina büyüklüğü) ve doğalgaz dışında diğer ısınma türlerini kullanan bina sayısı gibi değişkenlerin büyüklüklerindeki artışın, kirletici konsantrasyon değerini arttırdığı saptanmıştır. Şekil 4.31 – 4.38’de SO₂ kirletici konsantrasyon düzeylerinde meydana gelen değişimler yer almaktadır.



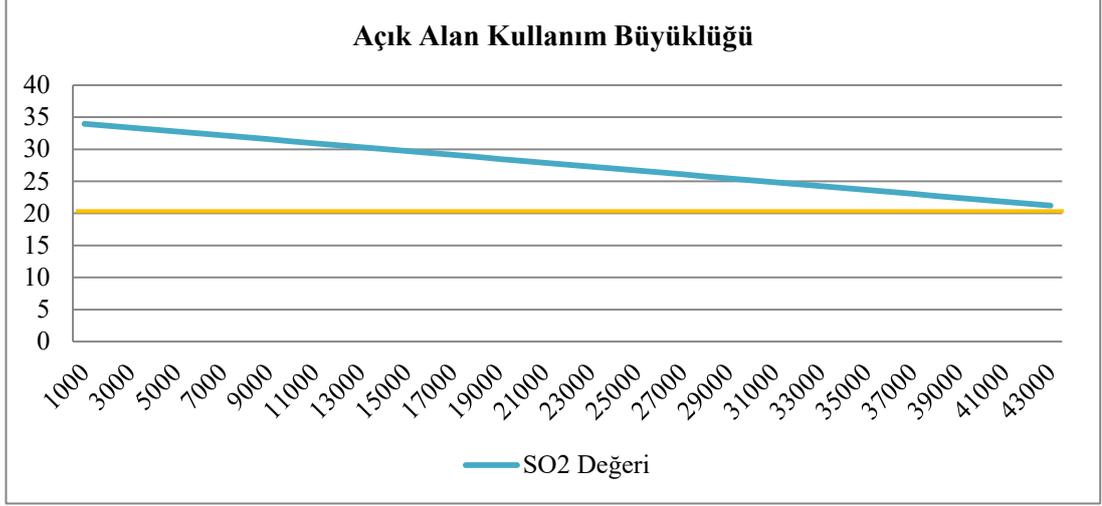
Şekil 4.31 SO₂ kirletici düzeyleri ile arazi kullanım durumu (yeşil alan) ilişkisi

Yeşil alanların niteliğinde ve büyüklüğünde meydana gelen artışların SO₂ kirletici konsantrasyonlarını azalttığı ve kirletici düzeylerinin limit değerinin (20 µg/m³) üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.31).



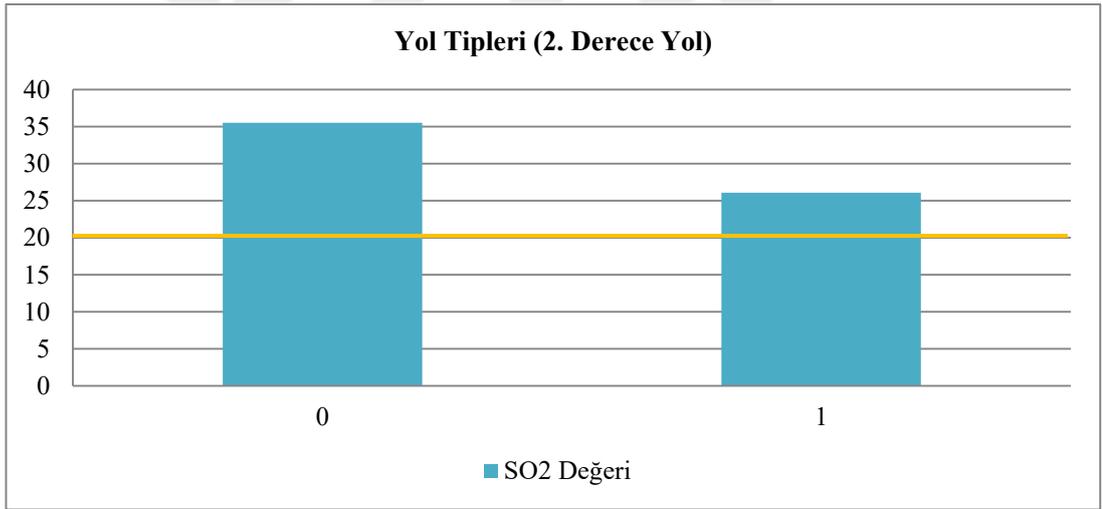
Şekil 4.32 SO₂ kirletici düzeyleri ile yeşil alan kullanım büyüklüğü ilişkisi

Yeşil alan kullanımı büyüklüğünde meydana gelen artışın SO₂ kirletici konsantrasyonlarını azalttığı ve belli bir noktadan sonra (yeşil alan büyüklüğü=1700 m² iken) kirletici düzeylerinin limit değer olan 20 µg/m³'nin altına düştüğü saptanmıştır (Şekil 4.32).



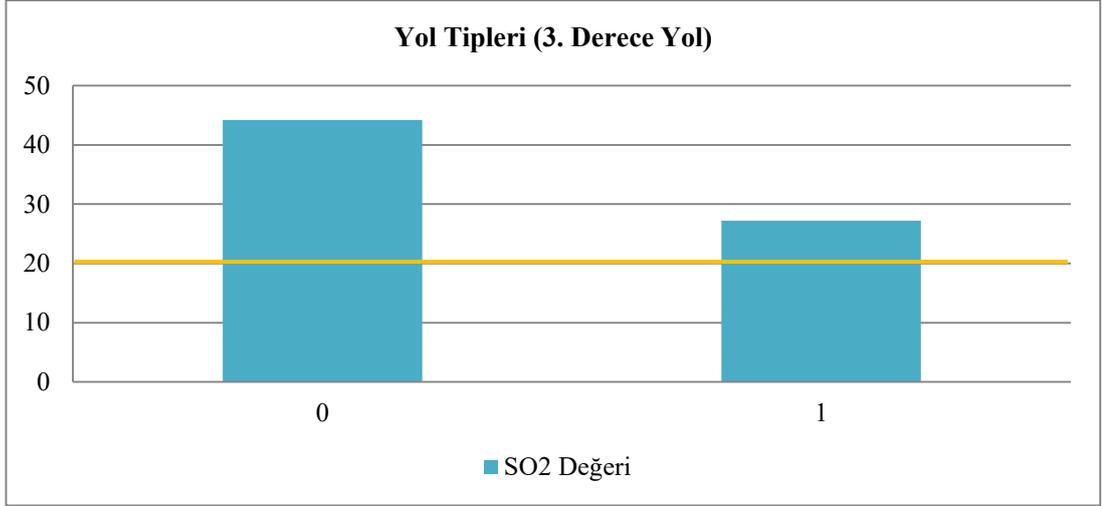
Şekil 4.33 SO₂ kirlenici düzeyleri ile açık alan kullanım büyüklüğü ilişkisi

Açık alan büyüklüğünde meydana gelen artışın SO₂ kirlenici düzeylerini azalttığı saptanmıştır (Şekil 4.33).



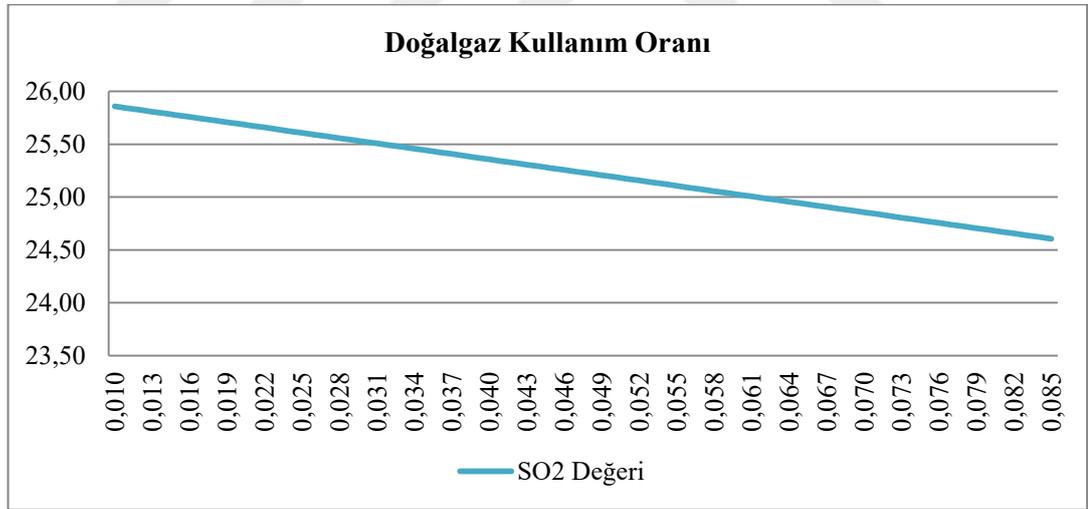
Şekil 4.34 SO₂ kirlenici düzeyleri ile yol tipleri (2. derece yol) ilişkisi

Alanda 2. derece yolların varlığı ve yollar üzerindeki taşıt yoğunluğunda meydana gelen artışın SO₂ kirlenici konsantrasyonlarını azalttığı ve kirlenici düzeylerinin limit değerin ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.34).



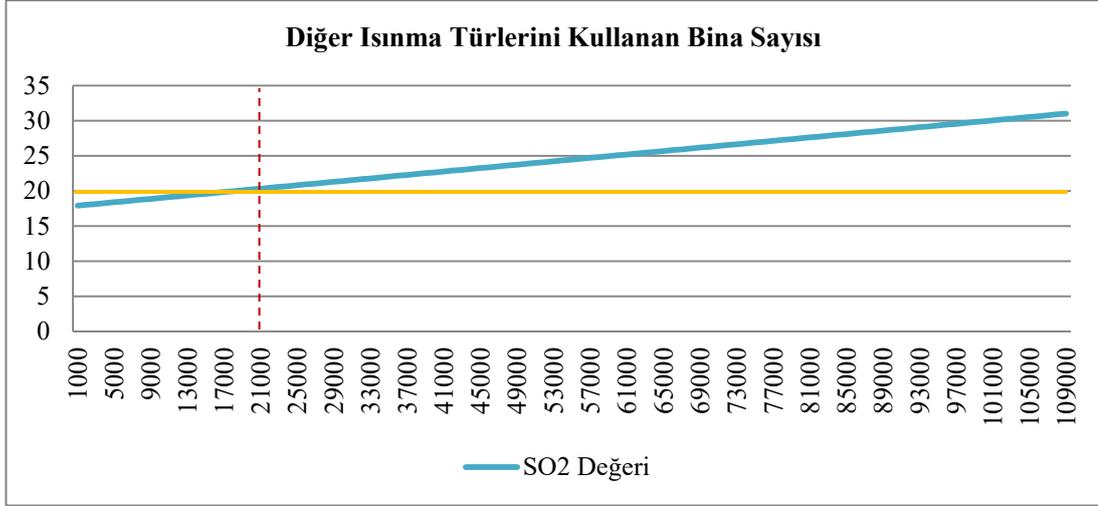
Şekil 4.35 SO₂ kirletici düzeyleri ile yol tipleri (3. derece yol) ilişkisi

2. derece yolların kentsel hava kirliliği üzerindeki kış dönemi etkisiyle benzerlik gösteren 3. derece yolların varlığında meydana gelen artışın SO₂ kirletici konsantrasyonlarını azalttığı ve kirletici düzeylerinin limit değerin (20 µg/m³) üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.35).



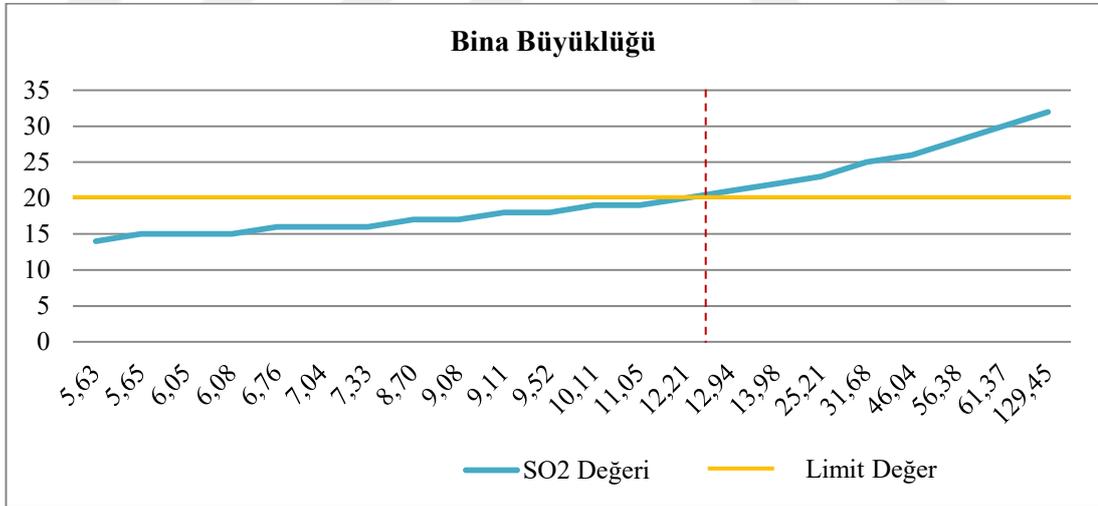
Şekil 4.36 SO₂ kirletici düzeyleri ile doğalgaz kullanım oranı ilişkisi

Ağırlıklı olarak evsel ısınmada ve endüstriyel üretim süreçlerinde kullanılan doğalgazın kullanım oranında meydana gelen artışın SO₂ kirletici konsantrasyonlarını azalttığı ve kirletici düzeylerinin limit değerin (20 µg/m³) üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.36).



Şekil 4.37 SO₂ kirletici düzeyleri ile diğer ısınma türlerini kullanan bina sayısı ilişkisi

Doğalgaz dışında kalan diğer ısınma türlerinin (kömür, fuel oil, vb.) evsel ısınma ve endüstri tesislerinde kullanımında meydana gelen artışın SO₂ kirletici konsantrasyonlarını arttırdığı ve belli bir noktadan sonra (diğer ısınma türlerini kullanan bina sayısı=21000 birim iken) kirletici düzeylerinin limit değer olan 20 µg/m³'nin üzerine çıktığı saptanmıştır (Şekil 4.37).



Şekil 4.38 SO₂ kirletici düzeyleri ile bina büyüklüğü ilişkisi

Çalışma alanında binaların toplam taban alanında (m² cinsinden) meydana gelen artışın SO₂ kirletici konsantrasyonlarının arttırdığı ve belli bir noktadan sonra (bina büyüklüğü=12,94 m² iken) kirletici düzeylerinin limit değer olan 20 µg/m³'nin üstüne çıktığı saptanmıştır (Şekil 4.38). Binaların taban alanları arttıkça, özellikle kış

dönemlerinde evsel ısınma için kullanılan yakıt tüketimi artacağından dolayı SO₂ kirletici konsantrasyonlarının artış göstermesi beklenir. Bina büyüklüğünün kirletici düzeyleri üzerindeki olumsuz etkisinin giderilmesi ve hava kirliliğinin azaltılması için geliştirilebilecek öneriler SO₂ kirletici türü için geliştirilen öneriler ile benzerlik göstermektedir (Şekil 4.28).

SO₂ kirletici düzeyinin bağımlı değişken olduğu modelde yer alan bağımsız değişkenlerden biri olan yağış miktarının yaz ve kış dönemlerinde ölçülen kirlilik düzeylerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edildiğinden, bu değişkene ilişkin grafik sunulmamıştır.

Final modellerde yer alan bağımsız değişkenlerin büyüklüklerinde meydana gelen değişimlerin bağımlı değişkenler (SO₂ ve NO₂ kirletici düzeyleri) üzerindeki etkilerinin incelenmesinin ardından, kentsel alanda hava kirliliği düzeylerinin yapılan fiziksel ve mekânsal müdahalelerle nasıl değiştiğini gözlemleyebilmek için her iki kirletici türü için senaryolar geliştirilmiştir. Bu senaryolar, hem kentsel alanda hava kirliliğine neden olan, hem de şehir planlama disiplini içerisinde geliştirilen politikalarda sıklıkla yer alan dört farklı değişkeni içermektedir.

NO₂ kirletici türü için, bu değişkenler kentsel yerleşik alan içerisindeki yeşil alan varlığı ve mevcut binaların toplam taban alan büyüklükleridir. I. Senaryo, çalışma alanı genelinde NO₂ kirletici düzeylerinin sınır değer (40 µg/m³) üstünde olduğu ve final modelde yer alan değişkenlerle (yeşil alan varlığı, topoğrafyanın yükseliği, binaların taban alanlarının büyüklükleri ve konut birim sayısı) ilişkilendirilebilecek noktalarda kentsel alana yapılan bir müdahaleyi kapsamaktadır. Bu müdahale türü, mevcut yeşil alan varlığının bu noktalarda (63., 64. ve 71. noktalarda) arttırılması biçimindedir. Buna göre, alanın kuzey batısında bulunan bu noktalarda yeşil alan varlığının arttırılması kentsel hava kirliliğini azaltan bir müdahaledir.

II. Senaryo ise, NO₂ kirletici düzeylerinin sınır değer (40 µg/m³) çok üstünde olduğu ve final modelde yer alan değişkenlerle (yeşil alan varlığı, 1. derece yolların varlığı ve yol genişliği) ilişkilendirilebilecek noktalarda kentsel alana yapılan bir müdahaleyi kapsamaktadır. Bu müdahale türü, toplam taban alan büyüklüğünün en az olduğu binaların sayısının bu noktalarda arttırılması biçimindedir. Buna göre,

alanın merkezinde yer alan bu noktalarda (26., 27., 36. ve 45. noktalarda) bina taban alanlarının azalması kentsel hava kirliliğini azaltan ve çoğu noktada kirletici düzeylerini sınır değerinin altında düşüren bir müdahaledir.

NO₂ kirletici türü için geliştirilen I. ve II. Senaryo'da kullanılan formüller:

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 13,050 - 6,100 * 1 + 0,531 * 7 - 0,030 * 234 + 2,171 * \\ \text{(63. Nokta için)} & \quad 10,495 + 25,376 * 0 + 5,019 * 1,752 + 2,123 * \\ & \quad 4,025 - 133,535 * 0,039 + 0,526 * 28 + 0,000 * 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 13,050 - 6,100 * 1 + 0,531 * 7 - 0,030 * 277 + 2,171 * \\ \text{(64. Nokta için)} & \quad 9,648 + 25,376 * 0 + 5,019 * 1,752 + 2,123 * 3,178 \\ & \quad - 133,535 * 0,013 + 0,526 * 28 + 0,000 * 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 13,050 - 6,100 * 1 + 0,531 * 7 - 0,030 * 174 + 2,171 * \\ \text{(71. Nokta için)} & \quad 9,868 + 25,376 * 0 + 5,019 * 1,752 + 2,123 * 3,367 \\ & \quad - 133,535 * 0,014 + 0,526 * 24,5 + 0,000 * 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 13,050 - 6,100 * 0 + 0,531 * 10 - 0,030 * 8 + 2,171 * \\ \text{(26. Nokta için)} & \quad 7,468 + 25,376 * 0 + 5,019 * 1,752 + 2,123 * 6,541 \\ & \quad - 133,535 * 0,015 + 0,526 * 7 + 0,000 * 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 13,050 - 6,100 * 0 + 0,531 * 25 - 0,030 * 19 + 2,171 * \\ \text{(27. Nokta için)} & \quad 7,468 + 25,376 * 1 + 5,019 * 1,752 + 2,123 * 6,300 \\ & \quad - 133,535 * 0,033 + 0,526 * 10 + 0,000 * 0 \end{aligned}$$

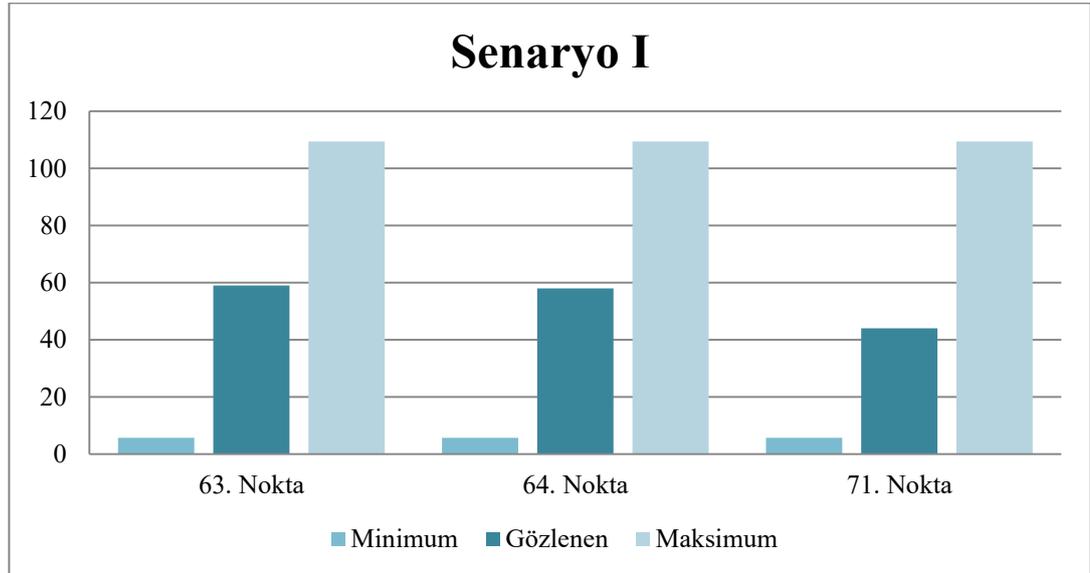
$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 13,050 - 6,100 * 0 + 0,531 * 25 - 0,030 * 13 + 2,171 * \\ \text{(36. Nokta için)} & \quad 7,468 + 25,376 * 1 + 5,019 * 1,752 + 2,123 * 5,370 \\ & \quad - 133,535 * 0,014 + 0,526 * 7 + 0,000 * 173,912 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 13,050 - 6,100 * 0 + 0,531 * 25 - 0,030 * 4 + 2,171 * \\ \text{(45. Nokta için)} & \quad 7,468 + 25,376 * 1 + 5,019 * 1,752 + 2,123 * 5,141 \\ & \quad - 133,535 * 0,003 + 0,526 * 7 + 0,000 * 0 \end{aligned}$$

Tablo 4.13'te NO₂ kirletici türü için geliştirilen senaryoları, gözlenen ve beklenen kirletici düzeylerini, bu düzeyler arasındaki farkları ve kirletici değerleri (yüksek veya düşük olduğu noktalar) yer almaktadır.

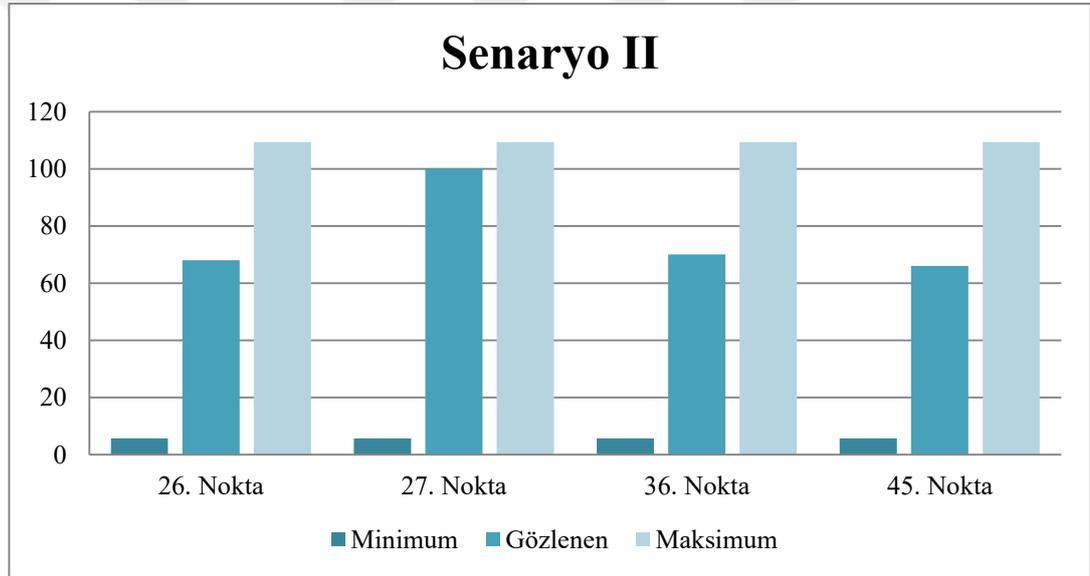
Tablo 4.13 NO₂ kirletici türü için geliştirilen senaryolar

Nokta No	SENARYO I Yeşil Alan Varlığı (Yüksek Değerler)			SENARYO II Binaların Toplam Taban Alanı Büyüklüğü (Düşük Değerler)		
	Gözlenen NO ₂ Kirletici Değeri	Beklenen NO ₂ Kirletici Değeri	Fark	Gözlenen NO ₂ Kirletici Değeri	Beklenen NO ₂ Kirletici Değeri	Fark
63. Nokta	59	53	6	-	-	-
64. Nokta	58	52	6	-	-	-
71. Nokta	44	38	6	-	-	-
26. Nokta	-	-	-	68	13	55
27. Nokta	-	-	-	100	45	55
36. Nokta	-	-	-	70	16	54
45. Nokta	-	-	-	66	11	55



Şekil 4.39 Senaryo I için karşılaştırmalı NO₂ kirletici düzeyleri

NO₂ kirletici türü için geliştirilen I. Senaryo'nun karşılaştırmalı sonuçları incelendiğinde, çalışma alanı içerisinde 63, 64 ve 71. noktalarda NO₂ kirletici düzeylerinin gözlenen ve beklenen değerlerinin sınır değerin (40 µg/m³) üstünde olduğu görülmüştür (Şekil 4.39). Ayrıca, gözlenen ve beklenen değerler arasında meydana gelen farkın, bu noktaların yer aldığı bölgelerde yeşil alanların büyüklüklerinin artmasının kentsel hava kirliliğini azalttığı gözlenmiştir. Bu noktaların çevresinde geniş açık alanlar bulunmasına rağmen, nitelikli yeşil alanların sayısı oldukça azdır. Hali hazırda yüksek yoğunluklu konut birimlerinin bulunduğu bölgede aktif yeşil alanlar olarak nitelendirilen çocuk oyun alanları, park alanları ve spor alanlarının sayı ve nitelik olarak artırılması bu bölgede hava kalitesinin iyileştirilmesi adına oldukça önemlidir.



Şekil 4.40 Senaryo II için karşılaştırmalı NO₂ kirletici düzeyleri

NO₂ kirletici türü için geliştirilen II. Senaryo'nun karşılaştırmalı sonuçları incelendiğinde, çalışma alanı içerisinde 26, 27, 36 ve 45. noktalarda NO₂ kirletici düzeylerinin gözlenen değerlerinin sınır değerin (40 µg/m³) üstünde olduğu görülmüştür (Şekil 4.40). Ayrıca, gözlenen ve beklenen değerler arasında meydana gelen önemli farkın, toplam taban alan büyüklüğünün en az olduğu binaların sayısının bu noktalarda artırılmasının kentsel hava kirliliğini azalttığı gözlenmiştir. Hali hazırda 1. derece ana arterlerin olması, nüfusun, taşıt yoğunluğunun ve binaların toplam taban alanı büyüklüğünün fazla olması bu noktaların yer aldığı bölgelerde

hava kirliliğinin artmasına neden olan faktörlerdir. Yeni yapılacak ve kentsel yenileme kapsamında yenilenecek binaların taban alan büyüklüğünün düşük tutulması, evsel ısınma amacıyla kullanılan yakıt tüketimini ciddi oranda azaltacağından dolayı hava kalitesinin bu bölgelerde iyileşmesi sağlanabilecektir.

SO₂ kirletici türü için, bu değişkenler kentsel yerleşik alan içerisindeki açık alan büyüklüğü ve doğalgaz dışında diğer ısınma türlerini kullanan bina sayısıdır. I. Senaryo, çalışma alanı genelinde SO₂ kirletici düzeylerinin sınır değerin (20 µg/m³) altında olduğu ve final modelde yer alan değişkenlerle (açık ve yeşil alanların büyüklükleri, 3. derece yolların varlığı) ilişkilendirilebilecek noktalarda kentsel alana yapılan bir müdahaleyi kapsamaktadır. Bu müdahale türü, açık alan büyüklüğünün en fazla olduğu alanların bu noktalarda (78. ve 79. noktalarda) arttırılması biçimindedir. Buna göre, alanın kuzeyinde bulunan bu noktalarda yeşil alan varlığının arttırılması kentsel hava kirliliğini azaltan bir müdahaledir.

II. Senaryo ise, SO₂ kirletici düzeylerinin sınır değerin (20 µg/m³) kısmen altında olduğu ve final modelde yer alan değişkenlerle (2. derece yolların varlığı, binaların taban alanlarının büyüklükleri ve doğalgaz dışında diğer ısınma türlerini kullanan bina sayısı) ilişkilendirilebilecek noktalarda kentsel alana yapılan bir müdahaleyi kapsamaktadır. Bu müdahale türü, doğalgaz dışında diğer ısınma türlerini kullanan binaların en az olduğu bina sayısının bu noktalarda arttırılması biçimindedir. Buna göre, alanın güneyinde yer alan bu noktalarda (1., 2. ve 3. noktalarda) diğer ısınma türlerinin kullanan bina sayısının azalması kentsel hava kirliliğini azaltan ve bazı noktada kirletici düzeylerini sınır değerin altında düşüren bir müdahaledir.

SO₂ kirletici türü için geliştirilen I. ve II. Senaryo'da kullanılan formüller:

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 0,717 - 3,043 * 19,963 - 1,213 * 0 - 1,496 * 0 - 1,198 * \\ \text{(78. Nokta için)} & \quad 0 + 1,213 * 0 - 0,167 * 0,014 - 0,442 * 0 + 0,024 * \\ & \quad 0 - 5,019 * 1,111 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} &= 0,717 - 3,043 * 19,963 - 1,213 * 1,254 - 1,496 * 0 - \\ \text{(79. Nokta için)} & \quad 1,198 * 0 + 1,213 * 0,099 - 0,167 * 0,039 - 0,442 * \\ & \quad 0 + 0,024 * 0 - 5,019 * 1,111 \end{aligned}$$

$$\text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} = 0,717 - 3,043 * 0 - 1,213 * 0 - 1,496 * 0 - 1,198 * 0 +$$

$$(1. \text{Nokta için}) \quad 1,213 * 0,006 - 0,167 * 0 - 0,442 * 0 + 0,024 *$$

$$8,989 - 5,019 * 1,111$$

$$\text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} = 0,717 - 3,043 * 8,031 - 1,213 * 0 - 1,496 * 1 - 1,198 * 0 +$$

$$(2. \text{Nokta için}) \quad 1,213 * 0,006 - 0,167 * 0 - 0,442 * 0 + 0,024 * 10,661 - 5,019 * 1,111$$

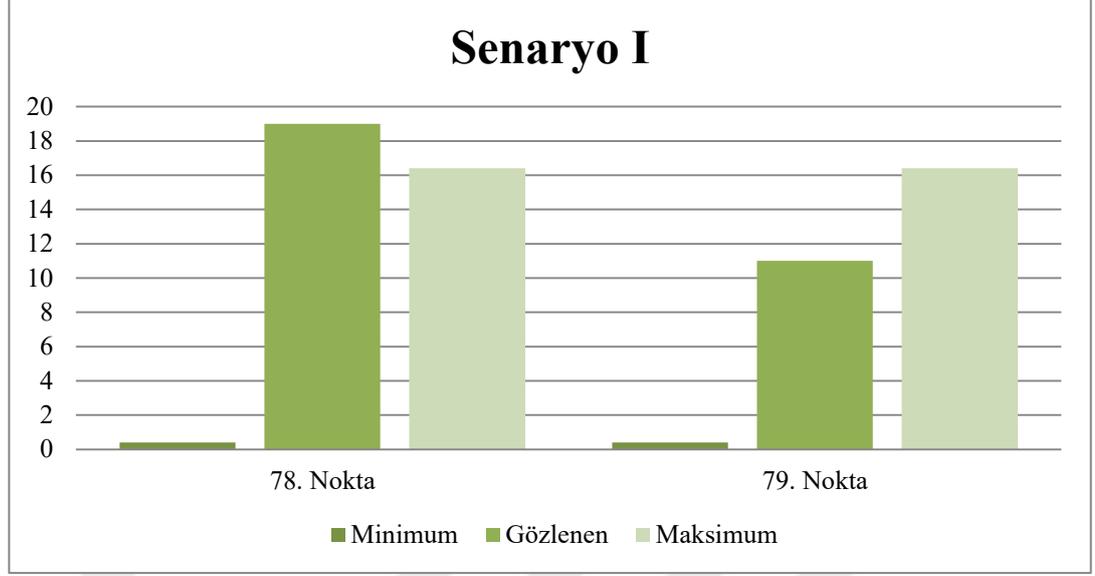
$$\text{KENTSEL HAVA KİRLİLİĞİ} = 0,717 - 3,043 * 2,606 - 1,213 * 0 - 1,496 * 1 - 1,198 * 0 +$$

$$(3. \text{Nokta için}) \quad 1,213 * 0,006 - 0,167 * 0 - 0,442 * 0 + 0,024 * 10,542 - 5,019 * 1,111$$

Tablo 4.14'te SO₂ kirletici türü için geliştirilen senaryoları, gözlenen ve beklenen kirletici düzeylerini, bu düzeyler arasındaki farkları ve kirletici değerleri (yüksek veya düşük olduğu noktalar) yer almaktadır.

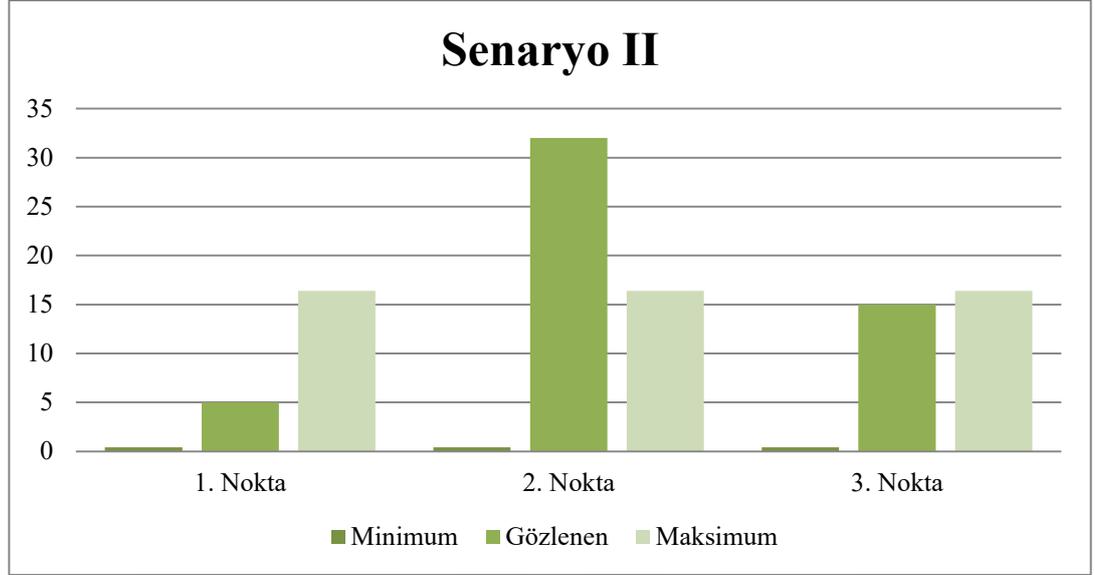
Tablo 4.14 SO₂ kirletici türü için geliştirilen senaryolar

Nokta No	SENARYO I Açık Alan Büyüklüğü (Yüksek Değerler)			SENARYO II Diğer Isınma Türlerini Kullanan Bina Sayısı (Düşük Değerler)		
	Gözlenen SO ₂ Kirletici Değeri	Beklenen SO ₂ Kirletici Değeri	Fark	Gözlenen NO ₂ Kirletici Değeri	Beklenen NO ₂ Kirletici Değeri	Fark
78. Nokta	19	6	13	-	-	-
79. Nokta	11	1	10	-	-	-
1. Nokta	-	-	-	5	6	1
2. Nokta	-	-	-	32	5	27
3. Nokta	-	-	-	15	5	10



Şekil 4.41 Senaryo I için karşılaştırmalı SO₂ kirletici düzeyleri

SO₂ kirletici türü için geliştirilen I. Senaryo'nun karşılaştırmalı sonuçları incelendiğinde, çalışma alanı içerisinde 78. ve 79. noktalarda gözlenen ve beklenen değerlerin SO₂ kirletici düzeylerinin sınır değer (20 µg/m³) altında olduğu görülmüştür (Şekil 4.41). Ayrıca, gözlenen ve beklenen değerler arasında meydana gelen önemli farkın, bu noktaların yer aldığı bölgelerde açık alanların büyüklüklerinin artmasının kentsel hava kirliliğini azalttığı gözlenmiştir. Bu noktaların yer aldığı bölgede geniş açık alanlar bulunmasına rağmen, bu alanlar atıl durumdadır ve nitelik bakımından oldukça zayıftır. Hali hazırda yüksek yoğunluklu konut birimlerinin bulunduğu bölgede kamusal açık alanların (mahalle parkları, toplu konut bahçeleri, vb.) sayı ve nitelik olarak artırılması bu bölgede hava kalitesinin iyileştirilmesi adına oldukça önemlidir.



Şekil 4.42 Senaryo I için karşılaştırmalı SO₂ kirletici düzeyleri

SO₂ kirletici türü için geliştirilen II. Senaryo'nun karşılaştırmalı sonuçları incelendiğinde, çalışma alanı içerisinde 1. ve 3. noktalarda gözlenen ve beklenen değerlerin SO₂ kirletici düzeylerinin sınır değer (20 µg/m³) altında olduğu, 2. noktada ise gözlenen değer sınır değer üstünde olduğu görülmüştür (Şekil 4.42). Ayrıca, gözlenen ve beklenen değerler arasında meydana gelen farkın, bu noktaların yer aldığı bölgelerde doğalgaz dışında diğer ısınma türlerini kullanan binaların en az olduğu bina sayısının bu noktalarda artırılmasının kentsel hava kirliliğini azalttığı gözlenmiştir. Bu noktaların da yer aldığı alanın güneyinde sanayi tesislerinin sayıca fazla olması, hava kirliliğini arttıran önemli bir faktör olmasına rağmen; bu tesislerin büyük bir kısmının endüstriyel üretim süreçlerinde doğalgazı tercih etmesi ve bacafiltresine uygulamasına geçmiş olması hava kalitesini orta ve uzun dönemde arttıran önemli faktörlerdir.

BÖLÜM BEŞ

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Nüfusun büyük bölümünün kentsel alanlarda yaşaması, özellikle büyükşehirlerde nüfus yoğunluğunun artışı ve hızlı kentleşmeyi tetiklemektedir. Bu gelişmeler endüstriyel üretimin artması, üretim artışının karşılanabilmesi için kaynak kullanımının artması, yenilenemeyen kaynakların hızla tüketimi ve önemli çevresel sorunları beraberinde getirmiştir. Üretim ve evsel ısınma süreçlerinde fosil yakıtların kullanılması, endüstriyel üretim faaliyetleri esnasında yanlış veya eksik yakma tekniklerinin kullanılması, bu tür faaliyetlerin sonucunda yeterli önlemler alınmadan havaya, suya ve toprağa verilen katı, sıvı ve gaz haldeki atıklar da hem doğal çevrenin hem de yapılaşmış çevrenin önemli ölçüde kirlenmesine neden olmaktadır.

Çevresel sorunlar (hava, su, toprak kirliliği, iklim değişiklikleri, vb.), sadece fiziksel veya mekânsal olarak etkilerinin görülüp izlendiği sorunlar olmaktan çıkmış; bunun yanı sıra sosyal yaşamımıza girmiş ve öylesine yerleşmiştir ki, günlük yaşamımızın terminolojisi içerisinde yüksek basınç alanı, sera etkisi, ozon tabakası, vs. gibi kavramlar sık sık telaffuz edilir hale gelmiştir. Fiziksel ortamda etkileri gözlenebilen ve ölçülebilen hava kalitesi düzeylerinde meydana gelen değişimler insanların sağlığı ve yaşam kalitesi ile direkt bağlantılıdır ve hatta hayati önem taşımaktadır. Bu konunun önemi, 1972 yılında Stockholm kentinde düzenlenen Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı'nda vurgulanmıştır. Çevre hakkını bir "insan hakkı" olarak tanıyan ve kabul edilen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Bildirgesi'ne göre; "İnsan, onurlu ve iyi bir yaşam sürmeye olanak veren nitelikli bir çevrede, özgürlük, eşitlik ve tatmin edici yaşam koşulları temel hakkına sahiptir." (Türk Tabipleri Birliği [TTB], 2012).

Çevre Konferansı'nda dikkat çekilen "çevre hakkı" kavramı, 1982 Anayasası'nın 56. Maddesinde "Herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir." biçimindeki hüküm ile yer almıştır. Hem bir "insan hakkı" olarak hem de normatif bir hüküm olarak yasada yerini alan çevre hakkının ve sağlığının korunması, 1992 yılında gerçekleştirilen "Dünya Zirvesi" (Earth Summit)

olarak da bilinen Rio Zirvesi'nde ele alınan konuların başında gelmektedir (Birleşmiş Milletler, 1992).

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve “insanoğlunun tek yuvasında” çevrenin korunması adına önemli çevresel göstergelerden biri olan hava kalitesi, 1934 yılında Belçika (Meuse Vadisi)'da, 1947 yılında Amerika (Donora)'da ve 1952 yılında İngiltere (Londra)'da kısa süreler içerisinde pek çok kişinin hava kirliliği problemi (yüksek partikül madde düzeyleri, atmosferik inversiyon olayları, topografik yapıdan kaynaklanan hava kirliliği vakaları, vb.) nedeniyle yaşamını kaybetmesi sonucunda oldukça önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir.

Hava kirliliğine neden olan farklı kirletici türleri ve kirletici konsantrasyon düzeylerini etkileyen faktörlere yönelik literatürde pek çok ampirik çalışma bulunmaktadır. Kentsel alanlarda hava kirliliğine neden olan kirletici türlerinden biri olan kükürt dioksit (SO_2) kirletici düzeyinin endüstriyel faaliyetler ve taşıt yoğunluğunun fazla olduğu, özellikle kış aylarında evsel ısınmada ve endüstriyel üretim süreçlerinde fosil yakıtların kullanıldığı yerleşim yerlerinde yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Pinto ve diğer., 1998; Elbir ve diğer., 2010; Daylan ve İncecik, 2002; Özaslan, 2008; Coşkun, 2008; Evcı, 2009; Kocaman, 2010; Karapınar, 2012; Lin ve diğer., 2013).

Bir diğer kirletici türü olan azot dioksit (NO_2) kirletici düzeyinin taşıt yoğunluğunun ve trafiğe çıkan taşıt sayısının fazla olması, özellikle kent merkezlerinde nüfus yoğunluğunun fazla olması, yerleşim yerlerinin ana ulaşım bağlantılarına yakın bölgelerde konumlanması ve meteorolojik koşullar gibi kirletici kaynakları nedeniyle özellikle yaz aylarında yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Briggs ve diğer., 2010; Briggs ve diğer., 2000; Fan, Lam ve QiYu, 2012; Evcı, 2009; Briggs ve diğer.,1997; Ahmad ve Aziz, 2013; Lee ve diğer., 2013; Estarlich ve diğer., 2013; Zbieranowski ve Aherne, 2012; Mukerjee ve diğer., 2012; Bootdee ve diğer., 2012; Staelens ve diğer., 2012; Behera ve diğer., 2015).

Literatüre göre araştırmacıların öngörülleri ve çalışmaları kentsel alanda hava kirliliğine neden olan başlıca faktörler; evsel ısınmada kullanılan yakıt türü, arazi kullanım kararları (özellikle endüstriyel üretim yapan tesislerin) ve kent merkezlerine

yakın yerlerde konumlanması (hâkim rüzgâr yönü, topografik yapı, vb.) ve kentsel çalışma alanlarının ana arterler çevresinde yer seçmesi olarak belirtilmiştir (Tuncel ve diğer., 2008; Evcı, 2009; Kocaman, 2010; Özasan, 2008; Shimpi ve Shinde, 2015; Staelens ve diğer., 2012; Nerriere ve diğer., 2005; Levy ve diğer., 2015; Vallius ve diğer., 2004; Harrison ve diğer., 1997; Mayer, 1999).

Bu çalışma sonucunda, diğer araştırmacılara (Özden, 2005; Yang ve diğer., 2005; Özasan, 2008; Coşkun, 2008; Evcı, 2009; Kocaman, 2010; Fan ve diğer., 2012; Karapınar, 2012) benzer şekilde, kentsel hava kirliliğine neden olan SO₂ kirletici düzeyleri kış mevsiminde, yaz mevsimine göre, daha yüksek çıkmıştır. Diğer kirletici türü NO₂ düzeyleri için elde edilen sonuçlar ise bu alanda çalışmalar yapan çeşitli araştırmacılar (Briggs ve diğer., 2000; Coşkun, 2008; Beelena ve diğer., 2013; Ahmad ve Aziz, 2013) ile benzerlik göstermekte olup; bu tür kirletici konsantrasyonlarının yaz mevsiminde, kış mevsimine göre, daha yüksek çıktığı saptanmıştır.

Çalışma kapsamında seçilen modellerde kullanılan bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler (SO₂ ve NO₂ kirletici düzeyleri) arasındaki istatistiksel ve mekânsal ilişkiler incelenmiş, final modellerde kullanılan her bir bağımsız değişkende meydana gelen 1 birimlik artışın kirletici konsantrasyonu düzeylerini ne yönde ve nasıl etkilediği grafiklerle ifade edilmeye çalışılmış ve kentsel alanda hava kirliliği düzeylerinin yapılan fiziksel ve mekânsal müdahalelerle nasıl değiştiğini gözlemleyebilmek için her iki kirletici türü için senaryolar geliştirilmiştir. Yapılan tüm bu çalışmalar dikkate alınarak, kentsel alanlarda hava kirliliğinin azaltılması ve mevcut hava kalitesinin iyileştirilmesi için farklı ölçeklerde politikalar ve öneriler geliştirilmiştir.

Geliştirilen politikalar ve öneriler, uygulanabilme periyodu (kısa, orta ve uzun vade) ve ölçeği (yerel, bölgesel ve kentsel ölçek) bakımından dört gruba ayrılabilir: Evsel ısınma ve endüstriyel üretim süreçlerinde kullanılan yakıt türleri, arazi kullanım ve makroform kararları, ulaşım sistemi ve kademelenmesi ile mevzuat.

I. Eysel ısıtma ve endüstriyel üretim süreçlerinde kullanılan yakıt türleri

Çalışma alanında ölçüm yapılan noktalarda, konut alanlarının ve sanayi tesislerinin büyük bir kısmında evsel ısıtma ve endüstriyel üretim süreçlerinde doğalgazın tercih edilmesinin (doğalgaz dışında diğer ısıtma türlerini tercih eden bina sayısının azalması) kentsel alanda ölçülen kirleticilerin konsantrasyon düzeylerini (SO₂ ve NO₂ kirletici düzeyleri) azalttığı saptanmıştır. Hem çalışma alanında yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular, hem de şehir planlama disiplini kapsamında yapılabilecek uygulamalar bağlamında kentsel alanlarda hava kirliliğine neden olan kirleticilerin konsantrasyon düzeylerinin azaltılması ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için çeşitli politikalar ve öneriler bulunmaktadır.

Yerel ölçekte, kısa ve orta vadede geliştirilebilecek politikalar ve öneriler;

- Nüfus ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu kentsel alanlarda (Çiğli ilçesinin merkezi ve doğusu) doğalgaz altyapısı yatırımlarının teşvik edilmesi,
- Doğalgaz kullanımının veya hizmetinin bulunmadığı bölgelerde (Çiğli ilçesinin kuzeyi ve batısı) ise kükürt içeriği düşük yakıtların kullanımının sağlanması,
- Özellikle evsel ısıtma amaçlı enerji kullanımında kaçak ve kalitesiz kömür kullanımının önlenmesi,
- Kaloriferlerin yakma saatlerinin semtlere göre ayarlanması,
- Bina bazında (kat yüksekliğine, bina tipine, ısıtma türüne, konumuna, vb. göre) enerji kullanım envanterinin çıkarılması,
- Enerji tüketimi hakkında yerel yönetimler ve ilgili kurumlar tarafından halkın bilinçlendirilmesi ve farkındalığın artırılması şeklinde sıralanabilir.

Bölgesel ve kentsel ölçekte, uzun vadede geliştirilebilecek politikalar ve öneriler;

- Üst ölçekli planlarda hava kalitesinin artırılmasına yönelik enerji politikalarının belirlenmesi ve bölgesel ısıtma sistemlerinin önerilmesi,
- Yeni gelişim alanlarında (Çiğli ilçesinin kuzeyi ve doğusu) enerji verimliliği baz alınarak planlama çalışmalarının yürütülmesi,
- Üst ölçekli plan kararları doğrultusunda hazırlanacak olan 1/1000 ve 1/5000 ölçekli imar planlarında enerji etkin tasarım anlayışının benimsenmesi ve plan notlarında bu özel şartların belirtilmesi,

- Evsel ısıtma ve endüstriyel üretim süreçlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması,
- Enerji üretiminde kullanılmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının (rüzgâr, güneş, jeotermal, vb.) araştırılması,
- Enerji üretim santrallerinin artıklarından bölgesel ısıtma amaçlı yararlanılması,
- Emisyon düzeylerinin azaltılması için yoğun enerji kullanımı olan hizmet sektöründe (turizm, eğitim, sağlık, ticaret, vb.) binalarda enerji verimliliğine yönelik bina bazında envanterlerin çıkarılması,
- Yakıt tüketimi fazla olan büyük tesislerden ve kuruluşlardan (Çiğli ilçesinin güneyinde bulunan İAOSB ve küçük sanayi siteleri) başlanarak baca filtresi uygulamasına geçilmesi,
- Özellikle endüstriyel üretim yapan tesislerin düzenli olarak denetlenmesi ve emisyon düzeylerinin artırıcı faaliyetleri için cezai işlemler uygulanması,
- Mevcut yerli linyit kömürünün iyileştirilmesi ve bu kalitede kömüre uygun yakma tekniklerinin geliştirilmesi,
- Enerji verimliliği ve tasarrufu konularında faaliyet kollarına göre kurum ve kuruluşlara meslek odaları ve üniversiteler tarafından eğitimler verilmesi şeklinde sıralanabilir.

II. Arazi kullanım ve makroform kararları

Çalışma alanında ağırlıklı arazi kullanım türünün yeşil alan olmasının, açık alan kullanımı ve yeşil alan kullanımı büyüklüğünün artmasının kentsel alanda ölçülen kirletici konsantrasyon düzeylerini (SO₂ ve NO₂ kirletici düzeyleri) azalttığı; diğer yandan, konut birimlerinin ve binaların taban alanlarının artmasının ise kirletici konsantrasyon düzeylerini arttırdığı saptanmıştır. Kentsel alanlarda kirleticilerin konsantrasyon düzeylerinin azaltılması ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için çeşitli politikalar ve öneriler bulunmaktadır.

Yerel ölçekte, kısa ve orta vadede geliştirilebilecek politikalar ve öneriler;

- Yeni gelişen bölgelerde (Çiğli ilçesinin batısı, doğusu ve kuzey doğusu) yüksek katlı binaların konumlandırılmasında hâkim rüzgâr yönünün (Çiğli ilçesi için rüzgâr yönü kuzey batı – güney doğudur) dikkate alınması,

- Uygulama imar planı kararlarıyla yeni gelişen bölgelerde düşük katlı ve yoğunluklu binaların önerilmesi,
- Yeni gelişme alanlarında (Çiğli ilçesinin batısı, doğusu ve kuzey doğusu) yapılacak binalarda bina yüksekliği ile yol genişliği arasındaki oranın dikkate alınması,
- Limit değerinin bina yüksekliğinden dolayı aşıldığı bölgeler (Çiğli ilçesinin merkezi ve kuzey doğusu) için imar planlarında yeni yapılacak binaların kat yüksekliklerinin hava koridorlarını etkilemeyecek biçimde düzenlenmesi,
- Yüksek katlı ve geniş çatılı binalarda ise çatı bahçelerinin (roof garden) oluşturulması,
- Kentsel dönüşüm kapsamında yenilenecek kentsel alanlarda (Çiğli ilçesinin doğusunda Güzeltepe ve Şirintepe Mahalleleri) yeşil alanların miktar ve niteliğinin artırılması ve eski duruma oranla kazanımlar sağlanması,
- Özellikle kış aylarında evsel ısınma kaynaklı olarak artan hava kirliliği düzeyinin azaltılması için yeni yapılacak binalarda bina taban alanlarının düşük tutulması şeklinde sıralanabilir.

Bölgesel ve kentsel ölçekte, uzun vadede geliştirilebilecek politikalar ve öneriler;

- 1/25.000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı kararlarına göre, endüstriyel gelişmenin mevzi kararlarla korunacak alanlar içinde yapılaşmasının önlenmesi ve mevcut tesislerin çevresel etkilerinin kontrol altına alınması,
- Endüstriyel gelişmelerin organize sanayi bölgeleri içine yönlendirilmesi,
- İmar mevzuatında geçerli olan kişi başına düşen 10 m² açık yeşil alan miktarının artırılması,
- Yeni gelişen alanlarda binalar ve yapı adaları arasında bırakılacak düzenli ve sistemli boşluklarla açık alanların hava koridorlarına dönüştürülmesi ve açık ve yeşil alan sistemlerinin oluşturulması,
- Kentsel açık ve yeşil alan miktarlarının ve niteliklerinin artırılması,
- Yeşil alan sistemlerinin arazi kullanım düzeni içinde baskın kılınması,
- Kentsel alan içerisinde yer alan ve yeşil alan (organize olan veya olmayan) olarak niteliği taşıyan alanların diğer kullanımlara (konut, hizmet, vb.) dönüştürülmek üzere bir rezerv alanı olarak değerlendirilmemesi,

- 1/100.000 ölçekli İzmir – Manisa Planlama Bölgesi Çevre Düzeni Planı kararlarından biri olan ve Çiğli – Ulukent aksında karayoluna ve öneri çevre yoluna bitişik kanumda sanayi – depolama alanlarının önerilmesi,
- Arazi kullanım deseninde bölgelemeler yapılması ve kullanımların ayrıştırılması yerine fonksiyonlarına göre mekânsal olarak biraraya getirilmesi şeklinde sıralanabilir.

III. Ulaşım sistemi ve kademelenmesi

Çalışma alanının özellikle doğusu ve kuzey doğusunda bina yüksekliklerinin artmasının, yol genişliklerinin ve 1. derece yol niteliği taşıyan yolların varlığının ilçenin merkezinde ve güneyinde artmasının ölçülen NO₂ kirletici konsantrasyon düzeylerini arttırdığı; alanda 2. ve 3. derece yol niteliği taşıyan yolların varlığının artmasının ise ölçülen SO₂ kirletici konsantrasyon düzeylerini azalttığı saptanmıştır. İncelenen üst ölçekli plan kararlarına göre; 1/100.000 ölçekli İzmir – Manisa Planlama Bölgesi Çevre Düzeni Planı kararlarından biri olan ve İzmir Çevre Yolu'nun İzmir – Aliağa – Çandarlı – Soma bağlantısı ile kentin kuzeyine ulaşılması kararının ilçe genelinde ve çevresinde ağır taşıt trafiğini arttıracakı öngörülmektedir.

Kentsel alanlarda kirleticilerin konsantrasyon düzeylerinin azaltılması ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için çeşitli politikalar ve öneriler bulunmaktadır.

Yerel ölçekte, kısa ve orta vadede geliştirilebilecek politikalar ve öneriler;

- Kent içerisinde bazı caddelerin yayalaştırılması,
- Yol genişliğinin neden olduğu hava kirliliğinin azaltılması için hem şehir planlama hem de kentsel tasarım ölçeğinde yeni gelişme alanlarında (Çiğli ilçesinin batısı, doğusu ve kuzey doğusu) yer alan binaların tasarlanmasında bina yüksekliği – yol genişliği oranının dikkate alınması,
- Özellikle taşıt ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda (Çiğli ilçesinin merkezi ve güneyi) 2. derece ve daha alt kademede yolların tercih edilmesi,
- Kent merkezinden geçişlerin yapıldığı noktalarda geçişlerin yeraltından yapılmasının sağlanması ve yeni yeraltı güzergâhlarının oluşturulması,

- Yerleşim merkezlerindeki trafik yoğunluğunun azaltılması için transit (geçiş) yolların yapılması,
- Minibüs hatlarının kent merkezinden uzaklaştırılması ve semt garajlarının oluşturulması şeklinde sıralanabilir.

Bölgesel ve kentsel ölçekte, uzun vadede geliştirilebilecek politikalar ve öneriler;

- Kentin tamamını kapsayacak yeni bisiklet yolları ağının geliştirilmesi,
- Yaya ve bisiklet ulaşımının teşvik edilmesi ve trafiğe çıkan motorlu taşıt sayısının azaltılması,
- Bireysel araç kullanımının artırılması ve toplu taşımının teşvik edilmesi (Kentkart kullanımının yaygınlaştırılması, vb.)
- Trafik yoğunluğunun azaltılması için kentsel alanda yer alan zayıf merkezlerinin kentin dışına taşınması ve bu alanlara erişimin sağlanması,
- Raylı sistem projelerinin sayısının artırılması,
- Özellikle yaz aylarında mevcut vapur seferlerinin sıklığının artırılması,
- Deniz ulaşımında biyodizel yakıtların kullanılması ve ulaşım imkânlarının kıyı ilçelere genişletilmesi,
- Trafik kontrol sisteminin yenilenmesi ve Akıllı Trafik Yönetimi olarak adlandırılan akıllı ulaşım planlamasının yapılması,
- Çevreye duyarlı ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi şeklinde sıralanabilir.

IV. Mevzuat

Ülkemizde halk ve çevre sağlığı açısından önem arz eden tüm protokoller desteklenmesine ve 1986 yılında hava kalitesinin korunması ile ilgili yönetmelik çıkarılmış olmasına rağmen; tüm kirletici türleri için ölçülen değerler bu protokoller ve yönetmelikteki sınır değerler Avrupa Birliği'nin (AB) ilgili 96/62/EC sayılı direktifindeki sınır değerlerden yüksektir. Ayrıca, Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği sınır değerler de bu protokoller ve yönetmelikteki sınır değerlerin altındadır.

1985 yılında yürürlüğe giren ve 2008 yılında resmi gazetede yayımlanan yönetmelik değişikliği ile Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği adını alan yönetmelik kapsamında, imar planlarında yol genişliklerine göre bina yükseklikleri ve bulara tekabül eden kat adetleri belirtilmiştir. Çalışmalar kapsamında elde edilen bulgulara

göre, çalışma alanı içerisinde bulunan yolların niteliği dikkate alındığında, alanın güneyinde ve kuzey doğusundaki binaların kat adetlerinin 3'ten (7 metre için), 4'ten (10 metre için) ve 6'dan (15 metre için) fazla olduğu saptanmıştır. Bu alanlarda bina yüksekliklerinin öngörülen değerlerden yüksek oluşu, hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, kentleşme sürecinde ilçede artan yapılaşma talebinin mevzuata uygun olmamasından kaynaklanmaktadır. Belirlenen alanlarda yeni yapılacak binaların İmar Yönetmeliği'ne uygun yapılması ve bina yükseliği – yol genişliği oranının mutlaka dikkate alınması gerekmektedir.

Yürürlükte olan üst ölçekli planlama kararlarının (1/25.000 ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı ve 1/100.000 ölçekli İzmir – Manisa Planlama Bölgesi Çevre Düzeni Planı) temel amaçlarından biri, kentsel mekânsal gelişme gereksinimlerinin koruma – kullanma dengesi gözetilerek karşılanmasıdır. Bu kapsamda değerlendirilebilecek olan kentsel hava kalitesinin iyileştirilmesi ve daha sağlıklı yaşam çevrelerinin oluşturulması gibi uzun vadeli politikalar, çalışma alanı olan Çiğli ilçesinde yapılan çalışma ile ortaya konulan hava kirliliği sorununun çözümü için hayati önem taşımaktadır.

Kentsel alanlarda kirleticilerin konsantrasyon düzeylerinin azaltılması ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için çeşitli politikalar ve öneriler bulunmaktadır. Bölgesel ve kentsel ölçekte, uzun vadede geliştirilebilecek politikalar ve öneriler;

- Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nin Dünya Sağlık Örgütü ve AB'nin sınır değerleri göz önünde bulundurularak yenilenmesi,
- Merkezi yönetim (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) ve yerel yönetimler (İzmir Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyeleri) gibi yetkili idareler tarafından farklı kirletici türleri için alt ve üst limit değerlerinin, tolerans paylarının ve aşma sürelerinin yerele özgü nitelikler göz önünde bulundurularak belirlenmesi şeklinde sıralanabilir.

Bu çalışma; ulusal ve uluslararası düzeyde hava kirliliğinin önlenmesi ve hava kalitesinin iyileştirilmesi konularında ilgili mevzuatın ve yönetmeliklerin yeniden düzenlenmesi bakımından önemli görülmektedir. Bu süreçte merkezi ve yerel yönetimlerin ortak yasal yükümlülüğünde olan Hava Kalitesi Değerlendirme ve

Yönetimi Yönetmeliği'nin düzenlenmesinde ve standartların belirlenmesinde hem şehir planlama disiplini ile kontrol edilebilen değişkenlerin hem de şehir planlama disiplini ile kontrol edilemeyen değişkenlerin (topoğrafya, meteorolojik koşullar, vb.) etkileri ortaya konulmuştur. Dolayısıyla, metropoliten kent nüfusunun büyük kısmının yaşadığı kent merkezlerinde çok boyutlu ve kaçınılmaz bir problem olan hava kirliliği düzeylerinin insan ve diğer canlılar için kabul edilebilir düzeylere indirgenmesi ve kentsel alanda solunan havanın kalitesinin planlama kararları ile iyileştirilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Literatürde kentsel hava kirliliğine neden olan pek çok kirletici türü olmasına rağmen bu çalışma kapsamında sadece iki kirletici türünün (kükürt dioksit (SO₂) ve azot dioksit (NO₂)) seçilmesi, yöntem olarak pasif örnekleme yönteminin seçilmiş olmasından kaynaklanmaktadır ve çalışmanın sınırlayıcılarından bir tanesidir. Pasif örnekleme yöntemi ile her tip kirleticinin ölçümü yapılamamakta ve genelde kısa vadeli (haftalık veya aylık) konsantrasyon değerleri elde edilebilmektedir. Çalışma kapsamının İzmir ili kent merkezinin tamamında yapılamaması ve sadece Çiğli ilçesinde ölçüm ve analiz çalışmalarının proje süresinin olanak sağladığı ölçüde gerçekleştirilmesi çalışmanın diğer bir kısıtlayıcısıdır. Pasif örnekleycilerin arazide asılı kalma süresi literatürde yer alan araştırmalar ve alanında uzman kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda belirlendiği için bir sınırlayıcı olarak değerlendirilmemiştir.

Bununla birlikte, gelecek çalışmalarda İzmir ili kentinin tamamını kapsayan, farklı yöntemler kullanılarak hava kirliliği düzeylerinin ölçüldüğü, farklı kirletici türlerinin çalışmaya dâhil edildiği, sürekli ve sık periyotlarda ölçümlerin gerçekleştirildiği, hava kirliliğini etkileyen farklı bağımsız değişkenlerin öngörüldüğü ve çok sayıda final modelin oluşturulabildiği bir çalışma önerilebilir. Ayrıca, kirletici türleri için geliştirilen formüller, farklı kentsel alanlarda meydana gelen hava kirliliğini açıklayan ve alanın niteliği göz önünde bulundurularak alana özgü değişkenlerle kullanılabilir. Ancak çalışma sonucunda elde edilen bulgular çalışma kapsamının ve yerinin değişmiş olması, arazi kullanım koşullarının, topografik ve meteorolojik koşulların farklı olması, kirletici türlerinin ve ölçüm sürelerinin farklılaşması gibi nedenlerle diğer çalışmalarda aynı kirletici türleri için farklı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, S.S. ve Aziz, N. (2013). Spatial and temporal analysis of ground level ozone and nitrogen dioxide concentration across the twin cities of Pakistan. *Environment Monitoring Assessment*, 185 (4), 3133-47. 1 Nisan 2013, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22821323>.
- Ahmed, E., Kim, K.H., Shon, Z.H. ve Song, S.K. (2015). Long-term trend of airborne particulate matter in Seoul, Korea from 2004 to 2013, *Atmospheric Environment*, 101, 125-133. 2 Ocak, 2015, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231014008838>.
- Arslanlı, K.Y. (2012). *Mekânsal ağırlıklandırılmış otoregresif konut fiyat indeksi modeli*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Ay, E.F., Balta, M., Çolak, M. ve Semercioglu, H. (2010). *Hava kirliliği ve modellenmesi*. Ders notları, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Bari, M.D., Curran, R.L.T. ve Kindzierski, W.B. (2015). Field performance evaluation of Maxxam passive samplers for regional monitoring of ambient SO₂, NO₂ and O₃ concentrations in Alberta, Canada, *Atmospheric Environment*, 114, 39-47. 3 Ağustos 2015, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231015301047>.
- Basar, Ö.D. (2009). *Uzamsal regresyon analizi*. Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Başbakanlık Mevzuat Bilgi Sistemi (2015). *Hava kalitesinin korunması yönetmeliği*, 17 Aralık 2015, <http://www.mevzuat.gov.tr/Default.aspx>.
- Başbozkurt, H. (2015). *Mekânsal regresyon metotları kullanımı ile toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin analizi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

- Beelen, R., Hoek, G., Vienneau, D., Eeftens, M., Dimakopoulou, K., Pedeli, X. ve diğeri. (2013). Development of NO₂ and NO_x land use regression models for estimating air pollution exposure in 36 study areas in Europe – The ESCAPE Project. *Atmospheric Environment*, 72, 10–23. 4 Haziran 2013, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231013001386>.
- Behera, S.N., Sharma, M., Mishra, P.K., Nayak, P., Damez-Fontaine, B. ve Tahon, R. (2015). Passive measurement of NO₂ and application of GIS to generate spatially-distributed air monitoring network in urban environment, *Urban Climate*, 14 (3), 396–413. 5 Aralık 2015. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095514001114>.
- Bektaş, B. ve Bircan, A. (2003). Effects of atmospheric sulphur dioxide and particulate matter concentrations on emergency room admissions due to asthma in Ankara. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 51 (3), 231-238. 5 Şubat 2003, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15143399>.
- Birkes, D. ve Dodge, Y. (1993). *Alternative methods of regression*. New York: John Wiley Sons.
- Birleşmiş Milletler (1992). Rio Bildirgesi, *Çevre ve Kalkınma (Rio) Konferansı*. 6 Mart 2016, <http://www.ansiklopedim.info/?p=4602>.
- Bootdee, S., Chalemrom, P. ve Chantara, S. (2012). Validation and field application of tailor-made nitrogen dioxide passive samplers. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9 (3), 515-526. 8 Temmuz 2012, <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13762-012-0074-2>.
- Boubel, R.W, Fox, D.L, Turner, D.B. ve Stern, A.C. (Eds.) (1994). *Fundamentals of air pollution*. ABD: Academic Press.
- Bozacı, R.K. (1992). Endüstriyel kazanlarda NO_x emisyonunu azaltıcı yöntemler ve bir uygulama. *Doğalgaz*, 19, 63-70. 6 Mart 1992, http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/f0aab058ce179e4_ek.pdf?dergi=171.

- Brauer, M., Hoek, G., Meliefste, K., Fischer, P., Gehring, U., Heinrich, J. ve diğ er. (2003). Estimating Long-Term Average Particulate Air Pollution Concentrations: Application of Traffic Indicators and Geographic Information Systems. *Epidemiology: GIS Estimation of Particle Concentrations*, 14 (2). 9 Mart 2003, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12606891>.
- Briggs, D.J., Collins, S., Elliot, P., Fischer, P., Kingham, S., Lebret, E. ve diğ er. (1997). Mapping urban air pollution using GIS: A regression based approach. *International Journal of Geographical Information Science*, 11 (7), 699 - 718. Haziran 2010, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/136588197242158>.
- Briggs, D.J., Hoogh, C., Gulluvier, J., Wills, J., Elliot, P., Simon, K. ve diğ er. (2000). A regression-based method for mapping traffic-related air pollution: Application and testing in four contrasting urban environments. *The Science of the Total Environment*, 253 (1-3), 151-167. 10 Mayıs 2000, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969700004290>.
- Brunekreef B. ve Holgate S.T. (2002). Air pollution and health. *The Lancet*, 19 (360), 1233-1243. 11 Haziran 2015, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673615610479>.
- Büyüköztürk, Ş. (2003). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı, istatistik, araştırma deseni, spss uygulamaları ve yorum*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Caballero, S., Esclapez, R., Galindo, N., Mantilla, E. ve Crespo, J. (2012). Use of a passive sampling network for the determination of urban NO₂ spatiotemporal variations. *Atmospheric Environment*, 63, 148–155. 12 Aralık 2012, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231012008588>.
- Calhoun, Y. (2005). *Environmental issues: Air quality*. New York: Infobase Publishing.
- Cavkaytar, Ö., Soyer, Ö.U. ve Şekerel, B.E. (2013). Türkiye’de hava kirliliğ inden kaynaklanan sağlık sorunları, *Hava Kirliliğ i Araştırmaları Dergisi*, 2, 105 – 111.

- Çelikoğlu, M. (1999). *Kocaeli ilinde hava kirliliği ve meteorolojik faktörlerin astım bronşiale üzerindeki etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Cengiz, M.A., Senel, T., Terzi, E., Savas, N. ve Terzi, Y. (2013). Samsun bölgesindeki hava kirliliğinin neden olduğu hastalıkların istatistiksel modellenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (8), 27-36.
- Çevre ve Orman Bakanlığı (2007). *Çevresel kirlilik izleme rehberi*. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Ölçüm ve Denetim Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2015). *Hava kalitesi izleme istasyonları*, 17 Aralık 2015, <http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx>.
- Chen, L., Yang, W., Jennison, B.L. ve Omaye, S.T. (2000). Air particulate pollution and hospital admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Reno, Nevada. *Inhal Toxicol*, 12 (4), 281-98. 13 Nisan 2012, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10715629>.
- Çiğli Belediyesi (2011). *Çiğli Belediyesi 2012 – 2016 stratejik plan raporu*, İzmir.
- Çiğli Belediyesi (2013). *1/5000 ölçekli Büyük Çiğli ova kesimi nazım imar planı açıklama raporu*, İzmir.
- Çiğli Belediyesi (2014). *Görüşme notları*, Çiğli Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, İzmir.
- Clark, W. A. V. ve Hosking, P.L. (1986). *Statistical methods for geographers*. ABD: John Wiley & Sons.
- Cochran, W.G. (1977). *Sampling techniques*. (3. Baskı). New York: Wiley.
- Collender, P.A., Kirby, A.E., Addies, D.G., Freeman, M.C. ve Remais, J.V. (2015). Methods for quantification of soil-transmitted hermites in environmental media: current techniques and recent advances. *Trends in Parasitology*, 31 (12), 625 – 639. 14 Aralık 2015, [http://www.cell.com/trends/parasitology/abstract/S1471-4922\(15\)00178-6](http://www.cell.com/trends/parasitology/abstract/S1471-4922(15)00178-6).
- Colls, J. (2002). *Air pollution*. (2. Baskı). Londra: Spon Press.

- Coşkun, A. (2008). *Şehir atmosferinde taşıt emisyonlarından kaynaklanan hava kirliliğinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Çubukçu, K. M. (2015). *Planlamada ve coğrafyada temel istatistik ve mekânsal istatistik*. İzmir: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık.
- Daylan, E. ve İncecik, S. (2002). İstanbul'da coğrafi bilgi sistemleri ile hava kalitesinin incelenmesi. *İTÜ Dergisi, Mühendislik, 1 (2)*, 51-62. 14 Nisan 2010, http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_d/article/view/823/747.
- Dixon, C. ve Leach, B. (1977). *Sampling methods for geographical research: Concepts and techniques in modern geography*. Amerika: Geo Abstracts.
- Dockery, D.W., Schwartz, J. ve Spengler, J.D. (1993). Air pollution and daily mortality: associations with particulates and acid aerosols. *Environmental Research, 59 (2)*, 362-373. 15 Aralık 1992, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1464289>.
- Dokuz Eylül Üniversitesi (2015). *Hava Kirliliği Laboratuvarı*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Elbir, T., Bayram, A., Kara, M., Altıok, H., Seyfioğlu, R., Ergün, P. ve diğer. (2010). *İzmir kent merkezinde karayolu trafiğinden kaynaklanan hava kirliliğinin incelenmesi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü.
- Estarlich, M., Iniguez, C., Esplugues, A., Mantilla E, Zurriaga O, Nolasco A. ve diğer. (2013). The spatial distribution of population exposure to outdoor air pollution in Valencia (Spain) and its association with a privation index. *Gaceta Sanitaria, 27 (2)*, 143-148. 16 Mart 2013, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22784779>.
- Evcı, M. (2009). *Determination of ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide pollution around Aliğa by passive sampling*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Evelyn, J. (1999). Fumifugium: The inconvenience of the air and smoke of London dissipated together with some remedies humbly proposed. *Organization and Environment*. 12 (2), 187-194. (Orjinal çalışma basım tarihi 1661). Aralık 2015, <http://www.gyford.com/archive/2009/04/28/www.geocities.com/Paris/LeftBank/1914/fumifug.html>.
- Fan, X., Lam, K. ve Yu, Q. (2012). Differential exposure of the urban population to vehicular air pollution in Hong Kong. *Science of the Total Environment*, 426, 211–219. 17 Haziran 2012, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22542227>.
- Fenger, J. (2002). *Air pollution science for 21. century: Urban air quality*. Danimarka: National Environmental Research Institute, Department of Atmospheric Environment.
- Fotheringham, A.S. ve Rogerson, P.A. (1993). GIS and spatial analytical problems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 7 (1), 3-19. 20 Ocak 1993, https://www.researchgate.net/publication/220649648_GIS_and_Spatial_Analytical_Problems.
- Godish, T. (1997). *Air quality*. Florida: Chemical Rubber Company (CRC) Press LLC.
- Gökgöz, F. (2009). *Korelasyon ve tekli regresyon analizi - en küçük kareler yöntemi*. Açık Ders Notları, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Gökgöz, F. ve Karacabey, A. (2012). *Çoklu regresyon modeli, ANOVA tablosu, matrislerle regresyon çözümlemesi, regresyon katsayılarının yorumu*. Açık Ders Notları, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Goncaoğlu, B., İ., Ertürk, F. ve Erdal, A. (2000). Termik santrallerle nükleer santrallerin çevresel etki değerlendirilmesi açısından karşılaştırılması, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 34.
- Goovaerts, P. (1997). *Geostatistics for natural resources evaluation*. İngiltere: Oxford University Press.

- Guldmann, J.M. ve Kim, H.Y. (2001). Modeling air quality in urban areas: a cell-based statistical approach, *Geographical Analysis*, 33 (2), 156 – 180. 15 Nisan 2001, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.15384632.2001.tb00442.x/abstract>.
- Haining, R.P. (1988). Estimating spatial means with an application to remote sensing data. *Communications in Statistics—Theory and Methods*, 17, 537–597. 21 Haziran 2007, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03610928808829641>.
- Han, X. ve Naeher, L.P. (2006). A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environment International*, 32, 106-120. Ocak 2006, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412005000905>.
- Hansen, M.H., Hurwitz, W.N. ve Madow, W.G. (1953). *Sample survey methods and theory*. New York: Wiley.
- Harrison, R., Smith, D.J.T, Piou, C.A. ve Castro, L.M. (1997). Comparative receptor modeling study of airborne particulate pollutants in Birmingham (United Kingdom), Coimbra (Portugal) and Lahore (Pakistan). *Atmospheric Environment*, 31 (20), 3309-3321. Ekim 1997, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231097001520>.
- Hatiboğlu, Z. (1994). *Temel istatistik*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Hava Kalitesi İzleme İstasyonları* (2016). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 17 Ocak 2016, <http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx>.
- Hoek, G., Meliefste, K., Cyrys, J., Lewné, M., Bellander, T., Brauer, M. ve diğer. (2002). Spatial variability of fine particle concentrations in three European areas. *Atmospheric Environment*, 36 (25), 4077–4088. Eylül 2002, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231002002972>.
- Holman, C. (1999). *Air pollution and health: Sources of air pollution*. İngiltere: SENCO.

- Horvitz, D.G. ve Thompson, D.J. (1952). A generalization of sampling without replacement from a finite universe. *Journal of the American Statistical Association*, 47 (260), 663–685. 24 Ekim 2008, <http://lib.stat.cmu.edu/~brian/905-2008/papers/Horvitz-Thompson-1952-jasa.pdf>.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095514001114>.
- Hürriyet Emlak (b.t.).*Konut ilanları*, 10 Mayıs 2015, <http://www.hurriyetemlak.com>.
- İncecik, S. (1994). *Hava kirliliği*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversite Matbaası.
- İncecik, S. ve İm, U. (2013). Megaşehirlerde hava kalitesi ve İstanbul örneği. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 133 – 145.
- İstatistik sözlüğü* (b.t.). 25 Nisan 2016,
<http://stattrek.com/statistics/dictionary.aspx?definition=residual>.
- İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğü (2015). *Görüşme notları*. Doğalgaz Şefliği ve İmar ve İnşaat Müdürlüğü, İzmir.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi (2012). *1/25000 Ölçekli İzmir Büyükşehir Bütünü Çevre Düzeni Planı Açıklama Raporu*, İzmir.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi (2015). *Görüşme notları*. Coğrafi Bilgi Sistemleri Proje Geliştirme Servisi, İzmir.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi (2016). *Hava kalitesi ölçüm değerleri*. 26 Ocak 2016,
<http://www.izmir.bel.tr/eislem/HavaDegerleri/HavaDegerleri.aspx>.
- İzmir GAZ (2014). *İzmir doğalgaz iletim hatları*, İzmir GAZ Altyapı Şube Müdürlüğü, İzmir.
- İzmir Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü (2012). Kullanım Türlerine Göre Tarım Arazisi Dağılımı, *İZKA 2014 - 2023 İzmir Bölge Planı İlçe Toplantıları, Çiğli İlçe Raporu*, İzmir.
- İzmir Kalkınma Ajansı (2013). *2014-2023 İzmir bölge planı ilçe toplantıları, Çiğli ilçe raporu*, İzmir.

İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü (2015). *Görüşme notları*. İzmir.

Jorquera,H., Palma,W. ve Tapia,J. (2000). An intervention analysis of air quality data at Santiago, Chile. *Atmospheric Environment*, 34 (24), 4073-4084. 27 Ocak 2015, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231000001618>.

Karapınar, Ç. (2012). *Kahramanmaraş'ta doğal gaz kullanımının hava kalitesi üzerindeki etkisinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.

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. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 170 (5), 520-526. 28 Eylül 2004, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15184208>.

Koç, Y., Karagöz, N. ve Söylemez Seven, A. (2002). Hava kirliliğinin Sivas Göğüs Hastalıklarını Hastanesi'ne yatışlar üzerine etkisi. *Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi*, 13(2), 75 – 78.

Kocaman, Ö. (2010). *Erzurum'da pasif örnekleme yöntemiyle alansal hava kalitesinin tahmini*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Koutrakis,P., Sax,S.N., Sarnat, J.A., Coull, B., Demokritou, P., Oyola, P ve diğer. (2012). Analysis of PM₁₀, PM_{2.5}, and PM_{2.5-10} concentrations in Santiago, Chile, from 1989 to 2001. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 55 (3), 342–351. 1 Mart 2005, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15828676>.

Kudal, S. (2009). *Hava kirliliğinin çevresel ve mekânsal modellenmesi, analizi ve tematik haritalarla görselleştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- Lee, K., Yeom, J., Yoon, C., Yang, W., Son, B.S., Jeon, J.M. ve diğeri. (2013). Seasonal and geographic effects on predicting personal exposure to nitrogen dioxide by time-weighted microenvironmental model. *Atmospheric Environment*, 67, 143–148. 2 Mart 2013, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231012010552>.
- Levy, I., Levin, N., Yuval, Schwartz, J.D. ve Kark, J.D. (2015). Back extrapolating a land use regression model for estimating past exposures to traffic-related air pollution, *Environmental Science and Technology*, 49, 3603–3610. 3 Şubat 2015, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es505707e>.
- Lin, W., Xu, X., Yu, X., Zhang, X. ve Huang, J. (2013). Observed levels and trends of gaseous SO₂ and HNO₃ at Mt. Waliguan, China: Results from 1997 to 2009. *Journal of Environmental Sciences*, 25 (4), 726–734. 5 Mayıs 2013, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1001074212601430>.
- Mansha, M., Ghauri, B., Rahman, S. ve Amman, A. (2012). Characterization and source apportionment of ambient air particulate matter (PM_{2.5}) in Karachi. *Science of the Total Environment*, 425, 176–183. 4 Mayıs 2012, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969711012502>.
- Mayer, H. (1999). Air pollution in cities. *Atmospheric Environment*, 33 (24), 3029-4037. 6 Ekim 1999, https://www.researchgate.net/publication/223341518_Air_Pollution_in_Cities.
- Mekânsal ilişkilerin modellenmesi* (b.t.). 7 Nisan 2016, http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisdesktop/com/gp_toolref/spatial_statistics_toolbox/modeling_spatial_relationships.htm.
- Meng, X., Chen, L., Cai, J., Zou, B., Wu, C., Fu, Q. ve diğeri. (2015). A land use regression model for estimating the NO₂ concentration in Shanghai, China. *Environmental Research*, 137, 308–315. 6 Şubat 2015, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25601733>.
- Milliyet Emlak (b.t.). *Konut ilanları*, 10 Mayıs 2015, <http://www.milliyetemlak.com>.

- Mönkkönen, R.U., Srinivasan, D., Srinivasan, D., Koponen, I.K., Lehtinen, K.E.J. ve Hämeri, K. (2004). Relationship and variations of aerosol number and PM₁₀ mass concentrations in a highly polluted urban environment-New Delhi, India. *Atmospheric Environment*, 38 (3), 425–433. 8 Ocak 2004, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231003008604>.
- Moore, D.K., Jerrett, M., Mack, W.J. ve Künzli, N. (2007). A land use regression model for predicting ambient fine particulate matter across Los Angeles, CA. *Journal of Environmental Monitoring*, 9 (3), 246–252. 9 Mart 2007, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17344950>.
- Müezzinoğlu, A. (2000). *Hava kirliliği ve kontrolünün esasları*. İzmir: Dokuz Eylül Yayınları.
- Mukerjee, S., Willis, R.D., Walker, J.T., Hammond, D., Norris, G.A., Smith, L.A. ve diğer. (2012). Seasonal effects in land use regression models for nitrogen dioxide, coarse particulate matter, and gaseous ammonia in Cleveland, Ohio. *Atmospheric Pollution Research*, 3 (3), 352. 10 Temmuz 2012, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1309104215304360>.
- Nerriere, E., Navier, D.Z., Blanchard, O., Momas, I., Ladner, J., Le Moullec, Y. ve diğer. (2005). Can we use fixed ambient air monitors to estimate population long-term exposure to air pollutants? The case of spatial variability in the Genotox ER study. *Environmental Research*, 97 (1), 32–42. 13 Ocak 2015, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15476731>.
- Neyman, J. (1934). On the two different aspects of the representative method: The method of stratified sampling and the method of purposive selection. *Journal of the Royal Statistical Society*, 97 (4), 558-625. 14 Ekim 2008, <http://www.stat.cmu.edu/~brian/905-2008/papers/neyman-1934-jrss.pdf>.
- Nuhoğlu, Y. ve Adar, E. (2016). *Emisyon, imisyon ölçüm yöntemleri*. Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- Özaslan, Ü. (2008). *Kocaeli kentinde hava kirliliğine neden olan inorganik gaz kirleticilerin düzeylerinin, dağılımlarının ve kaynaklarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Özcan, N.S. ve Çubukçu, K.M. (2014). Evaluation of air pollution effects on asthma disease: the case of İzmir, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 202, 448 – 455.
- Özdemir, F. (2008). *Türkiye genelinde kükürt dioksit ve partiküler madde kirlilik dağılımlarının analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özden, Ö. (2005). *Hava kalitesinin monitorlanmasında pasif örnekleyicilerin kullanılması*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Pinto, J. P., Stevens, R.K., Willis, R.D., Kellogg, R., Mamane, Y., Novak, J. ve diğer. (1998). Czech Air Quality Monitoring and Receptor Modeling Study. *Environmental Science and Technology*, 32 (7), 843-854. 15 Şubat 1998, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es970174p>.
- Pits, M., Schmid, O., Heinrich, J., Birmili, W., Maguhn, J., Zimmermann, R. ve diğer. (2008). Seasonal and diurnal variation of PM_{2.5} apparent particle density in urban air in Augsburg, Germany. *Environmental Science and Technology*, 42 (14), 5087–5093. 18 Temmuz 2008, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18754352>.
- Querola, X., Alastuey, A., Rodriguez, S., Plana, F., Ruiz, C.R. ve diğer. (2001). PM₁₀ and PM_{2.5} source apportionment in the Barcelona Metropolitan area, Catalonia, Spain. *Atmospheric Environment*, 35 (36), 6407-6419. 19 Aralık 2001, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231001003612>.
- Rasheed, A., Aneja, V.P., Aiyyer, A.P. ve Rafique, U. (2015). Measurement and analysis of fine particulate matter (PM_{2.5}) in urban areas of Pakistan. *Aerosol and Air Quality Research*, 15, 426–439. 20 Ocak 2015, <https://www.meas.ncsu.edu/airquality/pubs/>.

- Reche, C., Viana, M., Pandolfi, M., Alastuey, A., Moreno, T., Amato, F. ve diğ er. (2012). Urban NH₃ levels and sources in a Mediterranean environment. *Atmospheric Environment*, 57, 153–164. 21 Ocak 2015, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231012003512>.
- Righini, G., Cappelletti, A., Ciucci, A., Cremona, G., Piersanti, A., Vitali, L. ve diğ er. (2015). GIS based assessment of the spatial representativeness of air quality monitoring stations using pollutant emissions data. *Atmospheric Environment*, 97, 121-129. 22 Kasım 2014, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231014006098>.
- Ripley, B. (1981). *Spatial statistics*. New York: Wiley.
- Rivera-González, L.O., Zhang, Z., Sánchez, B.N., Zhang, K., Brown, D.G., Rojas-Bracho, L. ve diğ er. (2015). An assessment of air pollutant exposure methods in Mexico City, Mexico. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 65 (5), 581-591. 1 Mayıs 2015, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25947316>.
- Rogerson, P.A. ve Plane, D.A. (1984). Modeling temporal change in flow matrices. *Papers of the Regional Science Association*, 54 (1), 147-64. 2 Ocak 2005, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1435-5597.1984.tb00821.x/abstract>.
- Rossa,Z., Jerrett,M., Kazuhiko, I., Barbara, T. ve Thurston, G.D. (2007). A land use regression for predicting fine particulate matter concentrations in the New York City region. *Atmospheric Environment*, 41 (11), 2255–2269. 3 Nisan 2007, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231006011150>.
- Sahibinden Emlak (b.t.). *Konut ilanları*, 10 Mayıs 2015, <http://www.sahibinden.com>.
- Şahin, Ü.A. (2010). *Hava kirliliğ i ö rnekleme metodolojileri*. Ders Notları, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Salvador,P., Artinano,B., Alonso, D.G., Querol, X. ve Alastuey, A. (2004). Identification and characterization of sources of PM₁₀ in Madrid (Spain) by statistical methods. *Atmospheric Environment*, 38 (3), 435–447. 5 Ocak 2004, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231003008598>.

- Savcı, S. (2016). *Hava kirliliği izleme yöntemleri ve örnekleme*. Ders Notları, Bozok Üniversitesi, Yozgat.
- Schikowski, T., Sugiri, D., Ranft, U., Gehring, U., Heinrich, J. ve Wichmann, H.E. (2005). Long-term air pollution exposure and living close to busy roads are associated with COPD in women. *Respiratory Research*, 6 (152). 10 Aralık 2005, <https://epub.ub.uni-muenchen.de/23751/1/1465-9921-6-152.pdf>.
- Shendell, D.G., Therkorn, J., Yamamoto, N., Meng, Q., Kelly, S.W. ve Foster, C. (2012). Outdoor near-roadway, community and residential pollen, carbon dioxide and particulate matter measurements in the urban core of an agricultural region in central CA. *Atmospheric Environment*, 50 (4), 103-111. 12 Nisan 2012, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135223101101346X>.
- Sheppard, L., Levy, D., Norris, G., Larson, T.V. ve Koenig, J.Q. (1999). Effects of ambient air pollution on nonelderly asthma hospital admissions in Seattle, Washington, 1987-1994. *Epidemiology*, 10 (1), 23-30. 13 Ocak 1999, http://www.jstor.org/stable/3702178?seq=1#page_scan_tab_contents.
- Shi,Z., Shao, L., Jones, T.P, Whittaker, A.G., Lu, S., Bérubé, K.A. ve diğer. (2003). Characterization of airborne individual particles collected in an urban area, a satellite city and a clean air area in Beijing. *Atmospheric Environment*, 37 (29), 4097–4108. 12 Eylül 2003, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231003005314>.
- Shimpi, P.A. ve Shinde, D.N. (2015). Ambient air quality monitoring in Bhiwandi city (Maharashtra, India), Sai Om. *Journal of Science, Engineering and Technology*, 2 (5). 10 Ocak 2015. <http://www.saiompublications.com/journal/index.php/ISSN-2347-7547/article/view/414>.
- Şıklar, E. (2000). *Regresyon analizine giriş*. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, No. 1255, Eskişehir: Fen Fakültesi Yayınları 16.

- Smargiassi,A., Baldwin,M., Pilger, C., Dugandzic, R. ve Brauer, M. (2005). Small-scale spatial variability of particle concentrations and traffic levels in Montreal: a pilot study. *Science of the Total Environment* 338 (3), 243– 2. 51. 5 Şubat 2005, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969704005418>.
- Sofowote, U.M., Su, Y., Dabek-Zlotorzynska, E., Rastogi, A.K., Brook, J. ve Hopke, P.K. (2015). Constraining the factor analytical solutions obtained from multiple-year receptor modeling of ambient PM_{2.5} data from five speciation sites in Ontario, Canada. *Atmospheric Environment*, 108, 151-157. 10 Mayıs 2015, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231015001648>.
- Staelens, J., Wuyts, K., Adriaenssens, S., Avermaet, P.V., Buysse, H., Von den Bril, B. ve diğer. (2012). Trends in atmospheric nitrogen and sulphur deposition in northern Belgium. *Atmospheric Environment*, 49, 186–196. 15 Mart 2012, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231011012520>.
- Sykes, A.O. (1993). *An introduction to regression analysis*. Chicago: Chicago Üniversitesi.
- Tağıl, S. ve Mentşe, S. (2012). Zonguldak'ta hava kirliliği (PM₁₀ ve SO₂) ile ilişkili olarak seşilmiş solunum yolu hastalıklarının zamansal ve mekânsal değişimi. *Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15 (27), 3-20.
- Tobler, W.R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234-240. 14 Eylül 2009, <http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/bibliografia>.
- Tünay, O. ve Alp, K. (1996). *Hava kirlenmesi kontrolü*. Yayın No: 1996 – 36. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası.
- Tuncel, G., Müezzinoğlu, A., Tuncel, S., Bayram., Odabaşı, M., Sofuoğlu, S.C. ve diğer. (2008). *İzmir Aliağa endüstri bölgesinde hava kirliliğine neden olan organik ve inorganik kirleticilerin düzeylerinin, kaynaklarının ve sağlık etkilerinin belirlenmesi*, TÜBİTAK 104Y276 Nolu Proje Raporu, İzmir.

- Türk Tabipleri Birliği (TTB) (2012). *Dilovasi Raporu*, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, 53-59, Ankara.
- Türkiye Cumhuriyeti anayasası (1982). *09.11.1982 tarih ve 17863 Sayılı Resmi Gazete*. 13 Haziran 2013, <http://www.anayasa.gen.tr/1982ay.htm>.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2008). *Hava kalitesi haber bülteni*, Sayı: 29, <http://www.tuik.gov.tr/OncekiHBARama.do;jsessionid=tLrcXLQJCnXNQYT1pGvQBYWQczl02NcgNvcQ2TRfq3g2cppzkbJG!-2012146111>.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2009). *Hava kalitesi haber bülteni*, Sayı: 34, <http://www.tuik.gov.tr/OncekiHBARama.do;jsessionid=tLrcXLQJCnXNQYT1pGvQBYWQczl02NcgNvcQ2TRfq3g2cppzkbJG!-2012146111>.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2009). *Hava kalitesi haber bülteni*, Sayı: 223, <http://www.tuik.gov.tr/OncekiHBARama.do;jsessionid=tLrcXLQJCnXNQYT1pGvQBYWQczl02NcgNvcQ2TRfq3g2cppzkbJG!-2012146111>.
- Ünsal, A., Metintaş, S., Öner, S. ve İnan, O.C. (1999). Eskişehir’de hava kirliliği ve bazı hastalıklar nedeniyle acil başvuruların incelenmesi. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 47 (4), 449-455.
- Uydu görüntüleri (2015). *Google Earth*, Mart ve Aralık 2015, <https://www.google.com/maps>.
- Vallius,M., Janssen, N.A.H., Heinrich, J., Hoek, G., Ruuskanen, J., Cyrys, J. ve diğer. (2004). Sources and elemental composition of ambient PM_{2.5} in three European cities. *Science of the Total Environment*, 337 (1-3), 147– 162. 12 Ocak 2005, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969704005066>.
- Vardoulakis,S. ve Kassomenos, P. (2008). Sources and factors affecting PM₁₀ levels in two European cities: Implications for local air quality management. *Atmospheric Environmen*, 42 (17), 3949–3963. 5 Haziran 2008, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231006012301>.

- Vellingiri, K., Kim, K.H., Ma, C.J., Kang, C.H., Lee, J.H., Kim, I.S. ve diğeri. (2015). Ambient particulate matter in a central urban area of Seoul, Korea. *Chemosphere*, 119, 812–819. 1 Ocak 2015, <http://www.npl.co.uk/content/ConPublication/6588>.
- Vienneau, D., Hoogh, K.D. ve Briggs, D. (2009). A GIS-based method for modelling air pollution exposures across Europe. *Science of The Total Environment*, 408 (2), 255–266. 3 Aralık 2009, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709009115>.
- Wehner, B., Birmili, W., Gnauk, T. ve Wiedensohler, A. (2002). Particle number size distributions in a street canyon and their transformation into the urban-air background: measurements and a simple model study. *Atmospheric Environment*, 36 (13), 2215–2223. 7 Mayıs 2002, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231002001747>.
- Wilcox, R.R. (1997). *Introduction to robust estimation and hypothesis testing*. San Diego: Academic Press.
- Williams, M.L. (1999). *Air pollution and health: patterns of air pollution in developed countries*. İngiltere: Department of the Environment, Transport and the Regions.
- Xie, Y.Y., Zhao, B., Zhang, L. ve Luo, R. (2015). Spatiotemporal variations of PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations between 31 Chinese cities and their relationships with SO₂, NO₂, CO and O₃. *Particuology*, 20, 141–149. 9 Haziran 2015, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674200115000607>.
- Yakar, M. (2011). Nüfus dağılımının mekânsal analizi: Afyonkarahisar ili örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4 (19), 388 – 406.
- Yang, F., Ye, B., He, K., Ma, Y., Cadle, S.H., Chan, T. ve diğeri. (2005). Characterization of atmospheric mineral components of PM_{2.5} in Beijing and Shanghai, China. *Science of the Total Environment*, 343 (1-3), 221– 230. 3 Mayıs 2005, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969704007120>.

- Zanobetti, A., Schwartz, J. ve Dockery, D.W. (2000). Airborne particles are a risk factor for hospital admissions for heart and lung disease. *Environmental Health Perspectives*, 108 (11), 1071–1077. 2 Kasım 2000, https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.files/fileID/12686.
- Zbieranowski, A.L. ve Aherne, J. (2012). Ambient concentrations of atmospheric ammonia, nitrogen dioxide and nitric acid across a rural–urban–agricultural transect in southern Ontario, Canada. *Atmospheric Environment*, 62, 481–491. 14 Aralık 2012, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231012008126>.
- Zhang, Z., Wang, J., Chen, L., Chen, X., Sun, G., Zhong, N. ve diğer. (2013). Impact of haze and air pollution-related hazards on hospital admissions in Guangzhou, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 21 (6), 4236-4244. 5 Mart 2014, <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-013-2374-6>.
- Zhu, Y., Hinds, W.C., Kim, S. ve Sioutas, C. (2011). Concentration and size distribution of ultrafine particles near a major highway. *Journal of the Air and Waste Management Association* 52 (9), 1032-1042. 16 Aralık 2011, <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10473289.2002.10470842>.

EKLER

EK 1: Hava kirliliğine neden olan kirleticilere ilişkin referans kaynaklar

Kirletici Türü	Kirliliğe Neden Olan Kirletici Kaynakları	Çalışmanın Ölçeği	Çalışmanın Ölçüm Dönemi	Kirleticilere İlişkin Referans Kaynaklar
SO ₂	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu	Kentsel	2012 yılı	Fan, Lam ve QiYu (2012)
	Taşıt yoğunluğu, tozlar ve aerosoller, evsel ısınma	Ulusal	Şubat 1992-Şubat 1994	Pinto ve diğer. (1998)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	1992-2000 yılları	Daylan ve İncecik (2002)
	Endüstriyel üretim, meteorolojik koşullar, evsel ısınma	Yerel, Kentsel	2008 yılı	Tuncel ve diğer. (2008)
	Topografik koşullar, meteorolojik koşullar, evsel ısınma, yanlış veya eksik yakma teknikleri	Kentsel	Şubat 2010 - Nisan 2010	Kocaman (2010)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2005 – 2007 yılları	Evcı (2009)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, evsel ısınma, endüstriyel üretim, meteorolojik koşullar	Kentsel	Temmuz 2006 - Ocak 2007	Özaslan (2008)
	Taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Yerel	Mayıs ve Eylül 2008	Coşkun (2008)
	Meteorolojik koşullar, topografik koşullar, nüfus ve taşıt yoğunluğu, evsel ısınma, yanlış veya eksik yakma teknikleri	Kentsel	2007 - 2012 yılları	Karapınar (2012)
	Meteorolojik koşullar, evsel ısınma, taşıt yoğunluğu	Yerel	1997 - 2009 yılları	Lin ve diğer. (2013)
	Arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar	Bölgesel	2002 - 2009 yılları	Staelens ve diğer. (2012)
	Taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar, tozlar ve aerosoller	Kentsel	2004 - 2013 yılları	Ahmad ve diğer. (2015)
	Taşıt yoğunluğu, endüstriyel üretim	Kentsel	Ekim 2008 – Nisan 2009	Shimpi ve Shinde (2015)
	Meteorolojik koşullar, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar, arazi kullanım durumu	Kentsel, Bölgesel	2006 – 2010 yılları	Bari ve diğer. (2015)
Meteorolojik koşullar, , topografik koşullar, arazi kullanım durumu	Bölgesel	2008 yılı	Rivera-Gonzalez ve diğer. (2015)	

EK 1: Hava kirliliğine neden olan kirleticilere ilişkin referans kaynaklar (devamı)

NO NO ₂	Taşıt yoğunluğu	Kentsel	Ekim 1993 – Haziran 1994	Briggs ve diğer. (2010)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, topografik koşullar	Kentsel, Bölgesel	1995 - 1998 yılları	Briggs ve diğer. (2000)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu	Kentsel	2012 yılı	Fan ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, endüstriyel üretim	Kentsel	1981-1993 yılları	Mayer, 1999
	Taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Yerel	Ekim – Aralık 1997	Wehner ve diğer. (2002)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, endüstriyel üretim	Kentsel, Ulusal	2001 – 2003 yılları (Şubat-Haziran ayları)	Nerriere ve diğer. (2005)
	Topografik koşullar, meteorolojik koşullar, arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar	Kentsel	Ocak 2004 – Haziran 2005	Özden (2005)
	Topografik koşullar, meteorolojik koşullar, evsel ısınma, yanlış veya eksik yakma teknikleri	Kentsel	Şubat 2010 - Nisan 2010	Kocaman (2010)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2005 – 2007 yılları	Evcı (2009)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, evsel ısınma, endüstriyel üretim, meteorolojik koşullar	Kentsel	Temmuz 2006 - Ocak 2007	Özaslan (2008)
	Taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Yerel	Mayıs ve Eylül 2008	Coşkun (2008)
	Nüfus ve taşıt yoğunluğu, arazi kullanım durumu	Bölgesel	2001 yılı	Vienneau ve diğer. (2009)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	1993 - 1994 yılları	Briggs ve diğer. (1997)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	Kasım 2009 - Mart 2011	Ahmad ve Aziz (2013)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2002 - 2004 yılları	Estarlich ve diğer. (2013)

EK 1: Hava kirliliğine neden olan kirleticilere ilişkin referans kaynaklar (devamı)

NO NO ₂	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel, Bölgesel	2008 - 2009 yılları	Lee ve diğer. (2013)
	Taşıt yoğunluğu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2007 ve 2008 yılları	Caballero ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel, Bölgesel	Nisan 2010 - Mart 2011	Zbieranowski ve Aherne (2012)
	Arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2009 – 2010 yılları	Mukerjee ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	Kasım 2007 - Nisan 2008	Bootdee ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar	Bölgesel	2002 - 2009 yılları	Staelens ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar, taşıt yoğunluğu	Kentsel	Şubat – Mart 2004	Behera ve diğer. (2015)
	Taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar, tozlar ve aerosoller	Kentsel	2004 - 2013 yılları	Ahmad ve diğer. (2015)
	Taşıt yoğunluğu, endüstriyel üretim	Kentsel	Ekim 2008 – Nisan 2009	Shimpi ve Shinde (2015)
	Meteorolojik koşullar, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar, arazi kullanım durumu	Kentsel, Bölgesel	2006 – 2010 yılları	Bari ve diğer. (2015)
	Nüfus ve taşıt yoğunluğu, arazi kullanım durumu, tozlar ve aerosoller, endüstriyel üretim	Kentsel	2008 – 2011 yılları	Meng ve diğer. (2015)
	Meteorolojik koşullar, , topografik koşullar, arazi kullanım durumu	Bölgesel	2008 yılı	Rivera-Gonzalez ve diğer. (2015)
	Nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar, endüstriyel üretim	Bölgesel, Ulusal	1961 – 2011 yılları	Levy ve diğer. (2015)

EK 1: Hava kirliliğine neden olan kirleticilere ilişkin referans kaynaklar (devamı)

PM _{2.5} PM ₁₀	Taşıt yoğunluğu	Kentsel	Mart 1999 – Nisan 2000	Brauer ve diğer. (2003)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu	Kentsel	2012 yılı	Fan, Lam ve QiYu (2012)
	Taşıt yoğunluğu, endüstriyel üretim, tozlar ve aerosoller	Kentsel	Ocak 2006-Ocak 2008	Mansha ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	Haziran 1999 – Haziran 2000	Querola ve diğer. (2001)
	Taşıt yoğunluğu, tozlar ve aerosoller, evsel ısınma	Yerel, Kentsel	Aralık-Mart ve Nisan-Haziran 2001	Shi ve diğer. (2003)
	Taşıt yoğunluğu, tozlar ve aerosoller, meteorolojik koşullar, evsel ısınma	Kentsel	Ocak 1995 – Şubat 1996	Yang ve diğer. (2005)
	Arazi kullanım durumu, endüstriyel üretim, taşıt yoğunluğu	Kentsel	2000 yılı	Moore ve diğer. (2007)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, taşıt yoğunluğu, evsel ısınma, endüstriyel üretim	Kentsel	1998-1999 yılları (Kış dönemi)	Vallius ve diğer. (2004)
	Taşıt yoğunluğu, tozlar ve aerosoller, evsel ısınma, meteorolojik koşullar	Kentsel	Ocak 2005 – Aralık 2006	Pits ve diğer. (2008)
	Taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	1989-1998 yılları	Jorquera, Palma ve Tapia (2000)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu	Yerel	Mayıs-Haziran 2004	Smargiassi ve diğer. (2005)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	1989 – 2001 yılları	Koutrakis ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu	Kentsel	Mart 1999-Temmuz 2000	Hoek ve diğer. (2002)
	Taşıt yoğunluğu, tozlar ve aerosoller, evsel ısınma, endüstriyel üretim	Kentsel	Ekim 1992 – Ekim 1993	Harrison ve diğer. (1997)
	Taşıt yoğunluğu, tozlar ve aerosoller, evsel ısınma	Ulusal	Şubat 1992-Şubat 1994	Pinto ve diğer. (1998)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	Mayıs – Haziran 2001	Zhu ve diğer. (2011)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	Mart – Kasım 2002	Mönkkönen ve diğer. (2004)
	Taşıt yoğunluğu, tozlar ve aerosoller, evsel ısınma	Kentsel	Haziran 1999 – Mayıs 2000	Salvador ve diğer. (2004)
	Arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2001 – 2003 yılları	Vardoulakis ve Kassomenos (2008)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, endüstriyel üretim	Kentsel	1999-2001 yılları	Rossa ve diğer. (2007)
Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, endüstriyel üretim	Kentsel, Ulusal	2001 – 2003 yılları (Şubat-Haziran ayları)	Nerriere ve diğer. (2005)	

EK 1: Hava kirliliğine neden olan kirleticilere ilişkin referans kaynaklar (devamı)

PM _{2,5} PM ₁₀	Meteorolojik koşullar, topografik koşullar, nüfus ve taşıt yoğunluğu, evsel ısıma, yanlış veya eksik yakma teknikleri	Kentsel	2007 - 2012 yılları	Karapınar (2012)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, endüstriyel üretim, meteorolojik koşullar	Yerel, Kentsel	Haziran 1999 - Haziran 2000	Querol ve diğer. (2001)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu	Ulusal, Küresel	2007 yılı	Beelen ve diğer. (2013)
	Arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2009 – 2010 yılları	Mukerjee ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2009 (Yaz dönemi)	Therkorn ve diğer. (2012)
	Endüstriyel üretim, yanlış veya eksik yakma teknikleri, meteorolojik koşullar, topografik koşullar, evsel ısıma	Bölgesel, Ulusal	Mart 2013 - Mart 2014	Xie ve diğer. (2015)
	Taşıt yoğunluğu, tozlar ve aerosoller, arazi kullanım durumu, endüstriyel üretim	Kentsel	2013 yılı	Vellingiri ve diğer. (2015)
	Meteorolojik koşullar, , topografik koşullar, arazi kullanım durumu	Bölgesel	2008 yılı	Rivera-Gonzalez ve diğer. (2015)
	Meteorolojik koşullar, topografik koşullar, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar, nüfus ve taşıt yoğunluğu	Kentsel, Bölgesel	2004 – 2013 yılları	Ahmad ve diğer. (2015)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel, Bölgesel	2005 – 2010 yılları	Safowote ve diğer. (2015)
	Nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar, endüstriyel üretim, nüfus ve taşıt yoğunluğu, yanlış veya eksik yakma teknikleri, evsel ısınma	Kentsel, Bölgesel	2007 – 2011 yılları	Rasheed ve diğer. (2015)
	Taşıt yoğunluğu, endüstriyel üretim, arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar	Bölgesel, Ulusal	2005 yılı	Righini ve diğer. (2015)
CO CO ₂	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu	Kentsel	2012 yılı	Fan, Lam ve QiYu (2012)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2009 (Yaz dönemi)	Therkorn ve diğer. (2012)
	Meteorolojik koşullar, topografik koşullar, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar, nüfus ve taşıt yoğunluğu	Kentsel, Bölgesel	2004 – 2013 yılları	Ahmad ve diğer. (2015)
	Meteorolojik koşullar, topografik koşullar, arazi kullanım durumu	Bölgesel	2008 yılı	Rivera-Gonzalez ve diğer. (2015)

EK 1: Hava kirliliğine neden olan kirleticilere ilişkin referans kaynaklar (devamı)

NH ₃	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2010 – 2011 yılları	Reche ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2009 – 2010 yılları	Mukerjee ve diğer. (2012)
	Arazi kullanım durumu, meteorolojik koşullar	Bölgesel	2002 - 2009 yılları	Staelens ve diğer. (2012)
	Taşıt yoğunluğu, endüstriyel üretim	Kentsel	Ekim 2008 – Nisan 2009	Shimpi ve Shinde (2015)
O ₃	Arazi kullanım durumu, endüstriyel üretim	Kentsel	1981-1993 yılları	Mayer (1999)
	Topografik koşullar, meteorolojik koşullar, evsel ısınma, yanlış veya eksik yakma teknikleri	Kentsel	Şubat 2010 - Nisan 2010	Kocaman (2010)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	2005 – 2007 yılları	Evcı (2009)
	Arazi kullanım durumu, nüfus ve taşıt yoğunluğu, evsel ısınma, endüstriyel üretim, meteorolojik koşullar	Kentsel	Temmuz 2006 - Ocak 2007	Özaslan (2008)
	Arazi kullanım durumu, taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar	Kentsel	Kasım 2009 - Mart 2011	Ahmad ve Aziz (2013)
	Taşıt yoğunluğu, meteorolojik koşullar, tozlar ve aerosoller	Kentsel	2004 - 2013 yılları	Ahmad ve diğer. (2015)
	Meteorolojik koşullar, atmosferde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar, arazi kullanım durumu	Kentsel, Bölgesel	2006 – 2010 yılları	Bari ve diğer. (2015)
	Meteorolojik koşullar, , topografik koşullar, arazi kullanım durumu	Bölgesel	2008 yılı	Rivera-Gonzalez ve diğer. (2015)

EK 2: Ölçüm çalışmaları için noktaların koordinatları ve ilgili hesaplar

Nokta No.	Y - koordinatı Değeri (Final)	X - koordinatı Değeri (Final)	Y doğrultusunda Mesafe	X - doğrultusunda Mesafe	Y - koordinat Değeri	X - koordinat Değeri	Kartezyen Düzlemde Yeri	Y	X	Y - koordinatı Değeri (Toplam)	X - koordinatı Değeri (Toplam)
1	4263617	506057	516,667	757,143	4263100	505300	(-5) - (+10)	3100	5300	3617	6057
2	4263617	506743	516,667	842,857	4263100	505900	(-5) - (+15)	3100	5900	3617	6743
3	4263617	507429	516,667	928,571	4263100	506500	(-5) - (+20)	3100	6500	3617	7429
4	4263617	505371	516,667	671,429	4263100	504700	(-5) - (+5)	3100	4700	3617	5371
5	4263617	504686	516,667	585,714	4263100	504100	(-5) - (0)	3100	4100	3617	4686
6	4263617	504000	516,667	500,000	4263100	503500	(-5) - (-5)	3100	3500	3617	4000
7	4263617	503314	516,667	414,286	4263100	502900	(-5) - (-10)	3100	2900	3617	3314
8	4263617	502629	516,667	328,571	4263100	502300	(-5) - (-15)	3100	2300	3617	2629
9	4262917	502629	416,667	328,571	4262500	502300	(-10) - (-15)	2500	2300	2917	2629
10	4262917	503314	416,667	414,286	4262500	502900	(-10) - (-10)	2500	2900	2917	3314
11	4262917	504000	416,667	500,000	4262500	503500	(-10) - (-5)	2500	3500	2917	4000
12	4262917	504686	416,667	585,714	4262500	504100	(-10) - (0)	2500	4100	2917	4686
13	4262917	505371	416,667	671,429	4262500	504700	(-10) - (+5)	2500	4700	2917	5371
14	4262917	506057	416,667	757,143	4262500	505300	(-10) - (+10)	2500	5300	2917	6057
15	4262917	506743	416,667	842,857	4262500	505900	(-10) - (+15)	2500	5900	2917	6743
16	4262917	507429	416,667	928,571	4262500	506500	(-10) - (+20)	2500	6500	2917	7429
17	4262217	502629	316,667	328,571	4261900	502300	(-15) - (-15)	1900	2300	2217	2629
18	4262217	503314	316,667	414,286	4261900	502900	(-15) - (-10)	1900	2900	2217	3314
19	4262217	504000	316,667	500,000	4261900	503500	(-15) - (-5)	1900	3500	2217	4000
20	4262217	504686	316,667	585,714	4261900	504100	(-15) - (0)	1900	4100	2217	4686
21	4262217	505371	316,667	671,429	4261900	504700	(-15) - (+5)	1900	4700	2217	5371
22	4262217	506057	316,667	757,143	4261900	505300	(-15) - (+10)	1900	5300	2217	6057
23	4262217	506743	316,667	842,857	4261900	505900	(-15) - (+15)	1900	5900	2217	6743
24	4262217	507429	316,667	928,571	4261900	506500	(-15) - (+20)	1900	6500	2217	7429
25	4261517	503314	216,667	414,286	4261300	502900	(-20) - (-10)	1300	2900	1517	3314
26	4261517	504000	216,667	500,000	4261300	503500	(-20) - (-5)	1300	3500	1517	4000
27	4261517	504686	216,667	585,714	4261300	504100	(-20) - (0)	1300	4100	1517	4686
28	4261517	505371	216,667	671,429	4261300	504700	(-20) - (+5)	1300	4700	1517	5371
29	4261517	506057	216,667	757,143	4261300	505300	(-20) - (+10)	1300	5300	1517	6057

EK 2: Ölçüm çalışmaları için noktaların koordinatları ve ilgili hesaplar (devamı)

30	4261517	506743	216,667	842,857	4261300	505900	(-20) - (+15)	1300	5900	1517	6743
31	4261517	507429	216,667	928,571	4261300	506500	(-20) - (+20)	1300	6500	1517	7429
32	4260817	503314	116,667	414,286	4260700	502900	(-25) - (-10)	0700	2900	817	3314
33	4260817	504000	116,667	500,000	4260700	503500	(-25) - (-5)	0700	3500	817	4000
34	4260817	504686	116,667	585,714	4260700	504100	(-25) - (0)	0700	4100	817	4686
35	4260817	505371	116,667	671,429	4260700	504700	(-25) - (+5)	0700	4700	817	5371
36	4260817	506057	116,667	757,143	4260700	505300	(-25) - (+10)	0700	5300	817	6057
37	4260817	506743	116,667	842,857	4260700	505900	(-25) - (+15)	0700	5900	817	6743
38	4260817	507429	116,667	928,571	4260700	506500	(-25) - (+20)	0700	6500	817	7429
39	4260117	503314	16,667	414,286	4260100	502900	(-30) - (-10)	0100	2900	117	3314
40	4260117	504000	16,667	500,000	4260100	503500	(-30) - (-5)	0100	3500	117	4000
41	4260117	504686	16,667	585,714	4260100	504100	(-30) - (0)	0100	4100	117	4686
42	4264317	501943	616,667	242,857	4263700	501700	(0) - (-20)	3700	1700	4317	1943
43	4264317	502629	616,667	328,571	4263700	502300	(0) - (-15)	3700	2300	4317	2629
44	4264317	503314	616,667	414,286	4263700	502900	(0) - (-10)	3700	2900	4317	3314
45	4264317	504000	616,667	500,000	4263700	503500	(0) - (-5)	3700	3500	4317	4000
46	4264317	504686	616,667	585,714	4263700	504100	(0) - (0)	3700	4100	4317	4686
47	4264317	505371	616,667	671,429	4263700	504700	(0) - (+5)	3700	4700	4317	5371
48	4264317	506057	616,667	757,143	4263700	505300	(0) - (+10)	3700	5300	4317	6057
49	4264317	506743	616,667	842,857	4263700	505900	(0) - (+15)	3700	5900	4317	6743
50	4264317	507429	616,667	928,571	4263700	506500	(0) - (+20)	3700	6500	4317	7429
51	4265017	501943	716,667	242,857	4264300	501700	(+5) - (-20)	4300	1700	5017	1943
52	4265017	502629	716,667	328,571	4264300	502300	(+5) - (-15)	4300	2300	5017	2629
53	4265017	503314	716,667	414,286	4264300	502900	(+5) - (-10)	4300	2900	5017	3314
54	4265017	504000	716,667	500,000	4264300	503500	(+5) - (-5)	4300	3500	5017	4000
55	4265017	504686	716,667	585,714	4264300	504100	(+5) - (0)	4300	4100	5017	4686
56	4265017	505371	716,667	671,429	4264300	504700	(+5) - (+5)	4300	4700	5017	5371
57	4265017	506057	716,667	757,143	4264300	505300	(+5) - (+10)	4300	5300	5017	6057

EK 2: Ölçüm çalışmaları için noktaların koordinatları ve ilgili hesaplar (devamı)

58	4265017	506743	716,667	842,857	4264300	505900	(+5) - (+15)	4300	5900	5017	6743
59	4265717	501943	816,667	242,857	4264900	501700	(+10) - (-20)	4900	1700	5717	1943
60	4265717	502629	816,667	328,571	4264900	502300	(+10) - (-15)	4900	2300	5717	2629
61	4265717	503314	816,667	414,286	4264900	502900	(+10) - (-10)	4900	2900	5717	3314
62	4265017	504000	816,667	500,000	4264900	503500	(+10) - (-5)	4900	3500	5717	4000
63	4265017	504686	816,667	585,714	4264900	504100	(+10) - (0)	4900	4100	5717	4686
64	4265017	505371	816,667	671,429	4264900	504700	(+10) - (+5)	4900	4700	5717	5371
65	4265017	506057	816,667	757,143	4264900	505300	(+10) - (+10)	4900	5300	5717	6057
66	4266417	501943	916,667	242,857	4265500	501700	(+15) - (-20)	5500	1700	6417	1943
67	4266417	502629	916,667	328,571	4265500	502300	(+15) - (-15)	5500	2300	6417	2629
68	4266417	503314	916,667	414,286	4265500	502900	(+15) - (-10)	5500	2900	6417	3314
69	4266417	504000	916,667	500,000	4265500	503500	(+15) - (-5)	5500	3500	6417	4000
70	4266417	504686	916,667	585,714	4265500	504100	(+15) - (0)	5500	4100	6417	4686
71	4266417	506057	916,667	757,143	4265500	505300	(+15) - (+5)	5500	5300	6417	6057
72	4266417	506743	916,667	842,857	4265500	505900	(+15) - (+10)	5500	5900	6417	6743
73	4267117	501943	1016,667	242,857	4266100	501700	(+20) - (-20)	6100	1700	7117	1943
74	4267117	502629	1016,667	328,571	4266100	502300	(+20) - (-15)	6100	2300	7117	2629
75	4267117	503314	1016,667	414,286	4266100	502900	(+20) - (-10)	6100	2900	7117	3314
76	4267117	504000	1016,667	500,000	4266100	503500	(+20) - (-5)	6100	3500	7117	4000
77	4267117	504686	1016,667	585,714	4266100	504100	(+20) - (0)	6100	4100	7117	4686
78	4267817	505371	1116,667	671,429	4266700	504700	(+20) - (+5)	6700	4700	7817	5371
79	4267817	504686	1116,667	585,714	4266700	504100	(+25) - (0)	6700	4100	7817	4686
80	4267817	505371	1116,667	671,429	4266700	504700	(+25) - (+5)	6700	4700	7817	5371

EK 3: Harita yayımı üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları

Nokta No	Y – Koordinatı Değeri	X - Koordinatı Değeri	Arazi Kullanım Türü (Hali hazır)	Arazi Kullanım Türü (1/1000 Uygulama İmar Planı Kararı)	Noktanın Konumu	Örnekleyicilerin Konumlarına İlişkin Açıklamalar
1	4259000	503439	Sanayi	Sanayi	AOSB'nin güneyi, Çevre Yolu üzeri	AOSB'nde yer alan firmalardan Polibak karşısına örnekleyici yerleştirilmiştir
2	4258888	503940	Sanayi	Sanayi	AOSB'nin güneyi, Çevre Yolu üzeri	AOSB'nde yer alan firmalardan Cevher karşısına örnekleyici yerleştirilmiştir
3	4258983	504537	Sanayi	Sanayi	AOSB'nin güneyi, Çevre Yolu üzeri	AOSB girişinin karşısına örnekleyici yerleştirilmiştir
4	4259526	502762	Sanayi	Sanayi	AOSB'nin güney batısı, Çevre Yolu üzeri	AOSB'nde yer alan firmalardan Norm Cıva karşısına örnekleyici yerleştirilmiştir
5	4259355	502896	İPTAL			4. Nokta ile çok yakın, ölçüm sonuçlarında bir hata oluşmaması için iptal edildi
6	4259750	504462	İPTAL			7. Nokta ile çok yakın, ölçüm sonuçlarında bir hata oluşmaması için iptal edildi
7	4259690	504504	Yeşil alan	Açık Spor Alanı	AOSB'nin doğusu, Ataşehir Mahallesi, İSTİK karşısı	Örnekleyici, park alanının içerisine yerleştirilmiştir
8	4259813	505106	Açık alan	Özel Sağlık Tesis Alanı (hmax=Serbest)	AOSB'nin doğusu, Ataşehir Mahallesi, 8211/13 Sokak	Örnekleyici, EKOL hastanesi karşısında, apartmanların önünde yer alana yerleştirilmiştir
9	4259727	505894	Açık alan	Açık Bölgesel Otopark	Anadolu Caddesi güneyi, Ataşehir Mahallesi, 8253 Sokak sonu	Örnekleyici, sokağın sonunda yer alan parkın içine yerleştirilmiştir
10	4259840	506271	Açık alan	Yeşil Alan (Park)	Anadolu Caddesi güneyi, Ataşehir Mahallesi, 8271/8 Sokak sonu	Örnekleyici, sokağın sonunda yer alan parkın içine yerleştirilmiştir

EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları (devamı)

11	4259953	506805	Depo alanı	Çok Amaçlı Belediye Hizmet Alanı (Semt Garajı, E=1)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Cemil Meriç Bulvarı	Örnekleyici, Boğaziçi Koleji arkasında kalan, Çiğli İlçe Emniyet Müdürlüğü karşısında yer alan depo alanına yerleştirilmiştir
12	4260629	502138	Açık alan	Açık alan (Plan kararı yok)	AOSB'nin batısı, Eski Havaalanı Caddesi üzeri	Karşıyaka yol ayrımında, çevre yolu üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
13	4260450	502544	Açık alan	Sanayi	AOSB'nin batısı, Çevre Yolu bağlantısı üzeri	AOSB'nin kuzeyine giden ve Çevre Yolu'na yapılan bağlantı yolun üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
14	4260154	502519	İPTAL			13. Nokta ile çok yakın, ölçüm sonuçlarında bir hata oluşmaması için iptal edildi
15	4260323	504646	Yeşil alan	Yeşil Alan (Park)	AOSB'nin doğusu, Anadolu Caddesi güneyi, Ataşehir Mahallesi	Örnekleyici, Çiğli Şehit Ali Karaoğlan Meslek Lisesi karşısında bulunan parkın içine yerleştirilmiştir
16	4260364	505016	Konut	Konut (Bitişik Nizam, 3 katlı)	AOSB'nin doğusu, Anadolu Caddesi güneyi, Ataşehir Mahallesi	Kapalı spor salonu karşısında, 8216/2 Sokak üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
17	4260394	505205	Konut	Konut (Bitişik Nizam, 3 katlı)	AOSB'nin doğusu, Eski Havaalanı Caddesi güneyi, Ataşehir Mahallesi	8023/1 Sokak üzerinde, ana caddeye yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
18	4260383	505830	Konut	Konut (hmax=6,8)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Şirintepe Mahallesi	8135 Sokak ile 8124/1 Sokak kesişiminde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
19	4260398	506430	Konut	Konut (Bitişik Nizam, 2 katlı)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Maltepe Mahallesi	8096 Sokak ile 8106 Sokak kesişiminde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
20	4260470	507028	Açık alan	Açık Spor Tesis Alanı	Anadolu Caddesi kuzeyi, Cemil Meriç Bulvarı, Aydınlikevler Mahallesi	6783 Sokak üzerinde, konutların karşısındaki açık alana, KIDS Academi karşısında bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir

EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları (devamı)

21	4260359	507602	Konut	Konut (E=1,2)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Aydınlıkevler Mahallesi	6794 Sokak üzerinde, OYAK Yamaçevler Sitesi karşısında bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
22	4261016	502434	KAYIP			Sasalı Doğal Yaşam Parkı çıkışında, 10039 Sokak karşısında yol üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
23	4261197	502463	Sanayi	Sanayi	AOSB'nin batısı, Çevre Yolu bağlantısı üzeri	AOSB alanına ve askeri havaalanına yakın, yol üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
24	4260948	504285	Açık alan	Sağlık Tesisi (Devlet Hastanesi, E=2)	AOSB'nin doğusu, Anadolu Caddesi güneyi, Yeni Mahalle	Ata Sanayi Sitesi girişinde, TSE binasının karşısında bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
25	4260849	504524	Konut	Konut (Bitişik Nizam, 4 katlı)	AOSB'nin doğusu, Anadolu Caddesi güneyi, Yeni Mahalle	8045 Sokak sonunda, park ve spor tesislerine yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
26	4260947	504837	Eğitim	Eğitim Tesisi (Temel Eğitim, E=1)	AOSB'nin doğusu, Anadolu Caddesi güneyi, Yeni Mahalle	8048 Sokak sonunda, Selim Deniz İlkokulu önünde, İZBAN hattına yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
27	4261003	505197	Konut	Konut (Bitişik Nizam, 5 katlı)	Anadolu Caddesi kuzeyi, 75. Yıl Parkı güneyi, Küçük Çiğli Mahallesi	8708 Sokak üzerinde, ticari birimlere ve yeşil alanlara yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
28	4261006	505769	Açık alan	Belediye Hizmet Alanı (Pazar Yeri, E=1)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Yeni Mahallesi	8055 Sokak üzerinde, pazar yeri ve ticari birimlere yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
29	4261009	506395	Konut	Konut (hmax=6,8)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Güzeltepe Mahallesi	8418 Sokak üzerinde, spor tesislerine ve park alanlarına yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir

EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları (devamı)

30	4260942	507046	Açık alan	Eğitim Tesisi (İlköğretim Okulu, E=1)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Evka - 2 Mahallesi	6845 Sokak ile 6847 Sokak kesişiminde, park alanının yakınında bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
31	4261005	507622	Açık alan	Çok Amaçlı Belediye Hizmet Alanı (Sosyal Kültürel Tesis, E=1)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Ahmet Taner Kışlalı Mahallesi	6762/3 Sokak üzerinde, ticari birimlere ve açık alanlara yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
32	4261600	502200	İPTAL			33. Nokta ile çok yakın, ölçüm sonuçlarında bir hata oluşmaması için iptal edildi
33	4261698	502442	Sanayi	Sanayi	AOSB'nin batısı, Çevre Yolu bağlantısı üzeri	AOSB alanına ve askeri havaalanına yakın, yol üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
34	4261599	503749	Sanayi	Küçük Sanayi (Bitiş Nizam, 1 Katlı, Ön Bahçe=5 m, Yan Bahçe=5 m., hmax=5,8)	AOSB'nin doğusu, Anadolu Caddesi güneyi, Küçük Çiğli Mahallesi	8786/23 Sokak ile 8786/28 Sokak köşesinde, konut alanlarına yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
35	4261752	504217	Açık alan	Konut (Bitişik Nizam, 3 katlı)	AOSB'nin doğusu, Anadolu Caddesi güneyi, Balatçık Mahallesi	8786/7 Sokak üzerinde, İZBAN hattına yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
36	4261586	504612	Pazar yeri	Ticaret / Hizmetler	AOSB'nin doğusu, Anadolu Caddesi kuzeyi, Çağdaş Mahallesi	8821 Sokak ile 8818 Sokak köşesinde, Anadolu Caddesi üzerinde, kapalı pazar yerine yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
37	4261625	505194	Açık alan	Çok Amaçlı Sosyal Kültürel Tesisler Alanı	Anadolu Caddesi kuzeyi, Egekent Mahallesi	8819 Sokak üzerinde, PTT ve sağlık ocağı yakınında bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
38	4261604	505792	Açık alan	Yeşil Alan (Park)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Çağdaş Mahallesi	8849 Sokak ile 8850 Sokak köşesinde, açık alanların ve yüksek katlı yapıların bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir

EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları (devamı)

39	4261612	506390	Konut	Konut (E=1,4)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Yakakent Mahallesi	8087/10 Sokak üzerinde, açık alanların ve ağırlıklı olarak konut kullanımının olduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
40	4261582	507001	Açık alan	Konut (E=1,4)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Güzeltepe Mahallesi	8424/6 Sokak üzerinde, açık ve yeşil alanlara yakın, boş alanları bulunduğu bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
41	4261671	507646	Konut	Konut (E=1,2)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Evka - 6 Mahallesi	6821 Sokak üzerinde, açık ve boş alanların bulunduğu, yüksek katlı yapıların yer aldığı bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
42	4262200	502200	İPTAL			43. Nokta ile çok yakın, ölçüm sonuçlarında bir hata oluşmaması için iptal edildi
43	4261544	502414	Açık alan	Açık alan (Plan kararı yok)	AOSB'nin batısı, Çevre Yolu bağlantısı üzeri	AOSB alanına ve askeri havaalanına yakın, 10039 Sokak karşısında yol üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
44	4262236	503393	Açık alan	Konut (hmax=24,8)	AOSB'nin kuzeyi, Anadolu Caddesi güneyi	8914/4 Sokak ile 8911 Sokak kesişiminde, konutlar arasında kalan boş alanda uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
45	4262166	503993	Açık alan	Konut (Bitişik Nizam, 3 katlı)	Anadolu Caddesi güneyi, Küçük Çiğli Mahallesi	1671 Sokak üzerinde, İZBAN hattında Egekent Durağı'na yakın bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
46	4262260	504458	Açık alan	Sağlık Tesisi (E=1)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Esentepe Mahallesi	8826 Sokak üzerinde, su deposuna yakın bir noktada, boş alanda uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
47	4262155	505215	Açık alan	Otopark	Anadolu Caddesi kuzeyi, Egekent Mahallesi	8827 Sokak ile 8829 Sokak kesişiminde, trafoya yakın, çevresinde açık alanların bulunduğu bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir

EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları (devamı)

48	4262167	505851	Açık alan	Eğitim Tesisi (Lise + Meslek Lisesi, E=1)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Çağdaş Mahallesi	8845 Sokak üzerinde, park alanlarının ve yüksek katlı yapıların bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
49	4262800	501600	İPTAL			Çiğli Askeri Havaalanı sınırlarında ölçüm yapılmasına izin verilmediği için iptal edildi
50	4262800	502200	İPTAL			Çiğli Askeri Havaalanı sınırlarında ölçüm yapılmasına izin verilmediği için iptal edildi
51	4262973	502391	Açık alan	Açık alan (Plan kararı yok)	AOSB'nin batısı, Çevre Yolu bağlantısı üzeri	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi ile askeri havaalanı arasında kalan bölgede, yol üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
52	4262651	503428	Açık alan	Yeşil Alan (Park)	AOSB'nin kuzeyi, Anadolu Caddesi güneyi, Balatçık Mahallesi	8788 Sokak üzerinde, inşaat halindeki binaların bulunduğu alanda uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
53	4262854	504007	Konut	Konut (E=1,2, hmax=21,8)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Balatçık Mahallesi	8790 Sokak üzerinde, Anadolu Caddesi'ne yakın, çevresinde park alanlarının bulunduğu bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
54	4262789	504563	Açık alan	Yeşil Alan (Park)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Evka - 5 Mahallesi	8809 Sokak ile 8925 Sokak arasında kalan yol üzerinde, park ve açık alanlara yakın bir alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
55	4262801	505175	KAYIP			Ahmet Yesevi Bulvarı üzerinde, çevresinde boş alanların bulunduğu, düşük yapılaşma yoğunluğu olan bir bölgede bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir

EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları (devamı)

56	4262906	505753	Konut	Konut (E=1,6)	Anadolu Caddesi kuzeyi, İzkent Mahallesi	8841 Sokak üzerinde, açık alanların ve yüksek katlı yapıların bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
57	4263400	501600	İPTAL			Çiğli Askeri Havaalanı sınırlarında ölçüm yapılmasına izin verilmediği için iptal edildi
58	4263400	502200	İPTAL			Çiğli Askeri Havaalanı sınırlarında ölçüm yapılmasına izin verilmediği için iptal edildi
59	4263302	502457	Eğitim	Çok Amaçlı Eğitim Tesis Alanı	AOSB'nin batısı, Çevre Yolu bağlantısı üzeri	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi karşısında, yol üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
60	4263388	503408	Konut	Konut (Bitişik Nizam, 3 katlı)	AOSB'nin kuzey doğusu, Anadolu Caddesi ve Askeri Havaalanı Caddesi güneyi	Ana arterlerin kesişiminde, çevresinde açık alanların ve ticari birimlerin bulunduğu bir bölgede uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
61	4263497	503908	Konut	Konut (E=1,2, hmax=21,8)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Balatçık Mahallesi	8790/1 Sokak üzerinde, açık alanların ve yüksek katlı yapıların (Lilyum Evleri) bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
62	4263358	504540	KAYIP			8927/3 Sokak üzerinde, boş alanların ve yüksek katlı yapıların (Prestij Konutları) bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
63	4263373	505210	Konut	Konut (E=1,2)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Evka - 5 Mahallesi	8809/2 Sokak üzerinde, boş alanların ve yüksek katlı yapıların (Mimoza Sitesi) bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir

EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları (devamı)

64	4263707	505846	Konut	Konut (E=1,2)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Atatürk Mahallesi	8809/12 Sokak üzerinde, boş alanların ve yüksek katlı yapıların (Palmye Sitesi) bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
65	4263265	502352	Eğitim	Yeşil Alan (Park)	AOSB'nin batısı, Çevre Yolu bağlantısı üzeri	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi karşısında, yol üzerinde bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
66	4264065	502450	Açık alan	Açık alan (Plan kararı yok)	Ulukent Sanayi Sitesi güneyi, İzmir - Çanakkale otoyolu batısında	Ulukent Sanayi Sitesi yakınında, tarlaların bulunduğu, otoyolun alt kısmında kalan bölgede uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
67	4263948	502714	Sanayi	Sanayi	Ulukent Sanayi Sitesi kuzeyi, İzmir - Çanakkale otoyolu batısında	Ulukent Sanayi Sitesi yakınında, İZBAN hattında Ulukent durağına yakın bir alanda uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
68	4264043	503542	Konut	Konut (Bitişik Nizam, 2 katlı)	İzmir - Çanakkale otoyolu doğusunda, Uğur Mumcu Mahallesi	8980 Sokak üzerinde, askeri havaalanına yakın bir alanda, etraftan açık alanların bulunduğu bir bölgede uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
69	4263923	504067	Konut	Konut (E=1,5, hmax=21,8)	İzmir - Çanakkale otoyolu doğusunda, Uğur Mumcu Mahallesi	8975 Sokak ile 8972 Sokak kesişiminde, çevresinde düşük yoğunluklu konut alanlarının ve açık alanların bulunduğu bir bölgede uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
70	4264137	504510	Konut	Konut (Bitişik Nizam, 2 katlı)	İzmir - Çanakkale otoyolu doğusunda, İnönü Mahallesi	Şehitler Caddesi paralelinde, 209 Sokak üzerinde, çevresinde düşük yoğunluklu konut alanlarının ve açık alanların bulunduğu bir bölgede uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir

EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları (devamı)

71	4263860	505097	Konut	Konut (E=1,2)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Atatürk Mahallesi	8930/2 Sokak üzerinde, boş alanların ve yüksek katlı yapıların bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
72	4263859	505480	Konut	Konut (E=1,5)	Anadolu Caddesi kuzeyi, Atatürk Mahallesi	8930/4 Sokak üzerinde, TOKİ İlköğretim Okulu karşısında, boş alanların ve yüksek katlı yapıların bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
73	4264427	502268	Tarla	Açık alan (Plan kararı yok)	Ulukent Sanayi Sitesi güneyi, İzmir - Çanakkale otoyolu batısında	Ulukent Sanayi Sitesi yakınında, tarlaların bulunduğu, otoyolun alt kısmında kalan bölgede uygun bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
74	4264696	502689	Açık alan	Açık alan (Plan kararı yok)	İzmir - Çanakkale otoyolu doğusunda, Askeri Havaalanı karşısında	Menemen yönüne giderken askeri havaalanı karşısında, çevresinde açık alanların bulunduğu, otoyola yakın bir bölgede bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
75	4264655	503474	Konut	Konut (E=1,2, hmax=21,8)	İzmir - Çanakkale otoyolu doğusunda, Askeri Havaalanı yakını	501 Sokak ile 502 Sokak kesişiminde, askeri havaalanı bitiminde, boş alanların ve yüksek katlı yapıların bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
76	4264547	503942	Konut	Konut (E=1,5, hmax=21,8)	İzmir - Çanakkale otoyolu doğusunda, Askeri Havaalanı yakını	501 Sokak üzerinde, askeri havaalanına yakın, boş alanların ve yüksek katlı yapıların bulunduğu alanda bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
77	4264535	504590	KAYIP			9234 Sokak üzerinde, düşük yoğunluklu yapıların ve açık alanların bulunduğu bölgede bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir

EK 3: Harita yayını üzerinden sorgulanan uygulama imar plan kararları (devamı)

78	4265156	503271	Konut	Konut (E=0,6, hmax=6,8)	Anadolu Caddesi doğusunda, ilçe merkezi kuzeyi	35. Sokak sitesi yakınında, düşük yoğunluklu yapılaşmanın olduğu, yeni kapalı sitelerin bulunduğu, çevresinde açık alanların bulunduğu bölgede bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
79	4265242	503624	Konut	Konut (E=0,6, hmax=6,8)	Anadolu Caddesi doğusunda, ilçe merkezi kuzeyi	Yamaç Evler sitesi yakınında, düşük yoğunluklu yapılaşmanın olduğu, yeni kapalı sitelerin bulunduğu, çevresinde açık alanların bulunduğu bölgede bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir
80	4264622	504635	Konut	Konut (Bitişik Nizam, 2 katlı, Ön Bahçe=3 m, Arka Bahçe=5 m., hmax=6,8)	Anadolu Caddesi doğusunda, ilçe merkezi kuzeyi	Halil Kuyusu Caddesi üzerinde, 103 Sokak bitiminde, düşük yoğunluklu yapıların ve açık alanların bulunduğu bölgede bir noktaya örnekleyici yerleştirilmiştir

EK 4: NO₂ kirletici türü için nokta bazında artık değerler

Nokta No	Kış Dönemi Ölçüm Sonuçlarına Göre Yapılan Ağırlıklandırılmış Regresyon Analizi Sonuçları					Yaz Dönemi Ölçüm Sonuçlarına Göre Yapılan Ağırlıklandırılmış Regresyon Analizi Sonuçları				
	R ² Değeri	Gözlenen Değerler	Beklenen Değerler	Artık Değer	Standart Hata	R ² Değeri	Gözlenen Değerler	Beklenen Değerler	Artık Değer	Standart Hata
1	0,563	49,10	42,38	6,72	10,18	0,563	72,00	68,09	3,91	9,54
2	0,563	55,10	43,45	11,65	10,10	0,563	68,60	68,16	0,44	9,47
3	0,563	59,30	44,14	15,16	10,04	0,563	70,50	70,18	0,32	9,42
4	0,563	39,00	43,22	-4,22	10,11	0,563	71,50	68,06	3,44	9,48
7	0,563	33,90	40,21	-6,31	10,14	0,563	31,50	35,86	-4,36	9,50
8	0,563	31,90	41,07	-9,17	10,12	0,563	38,40	42,54	-4,14	9,49
9	0,563	38,60	42,02	-3,42	10,37	0,563	36,20	35,87	0,33	9,72
10	0,563	40,50	39,76	0,74	10,43	0,563	35,70	39,31	-3,61	9,78
11	0,563	40,80	42,97	-2,17	10,13	0,563	57,00	66,58	-9,58	9,50
13	0,563	39,90	41,49	-1,59	10,18	0,563	59,40	66,00	-6,60	9,54
15	0,563	66,20	41,64	24,56	10,24	0,563	34,70	38,34	-3,64	9,60
16	0,563	41,80	45,32	-3,52	9,56	0,563	39,70	41,98	-2,28	8,96
17	0,563	35,40	44,94	-9,54	9,77	0,563	35,20	41,52	-6,32	9,16
18	0,563	57,50	66,04	-8,54	9,48	0,563	54,60	71,25	-16,65	8,88
19	0,563	45,50	39,84	5,66	10,05	0,563	35,70	29,01	6,69	9,42
20	0,563	31,30	29,55	1,75	9,94	0,563	37,80	30,99	6,81	9,32
21	0,563	46,20	35,05	11,15	10,55	0,563	45,70	35,74	9,96	9,89
23	0,563	37,90	42,43	-4,53	10,17	0,563	73,40	68,33	5,07	9,53
24	0,563	21,70	41,86	-20,16	10,51	0,563	49,20	42,41	6,79	9,85
25	0,563	45,40	43,80	1,60	10,15	0,563	32,20	35,05	-2,85	9,51
26	0,563	64,60	42,16	22,44	9,83	0,563	31,40	33,08	-1,68	9,22
27	0,563	61,60	68,96	-7,36	9,30	0,563	85,70	72,75	12,95	8,72
28	0,563	27,90	40,86	-12,96	9,90	0,563	32,80	34,62	-1,82	9,28
29	0,563	39,50	35,40	4,10	9,47	0,563	33,10	26,53	6,57	8,87
30	0,563	29,70	33,71	-4,01	10,08	0,563	34,80	27,20	7,60	9,45
31	0,563	24,90	24,58	0,32	9,54	0,563	36,10	30,75	5,35	8,94
33	0,563	36,10	41,23	-5,13	10,22	0,563	74,70	66,99	7,71	9,58
34	0,563	43,70	40,34	3,36	10,29	0,563	30,20	36,44	-6,24	9,65
35	0,563	37,40	31,14	6,26	9,96	0,563	33,20	31,94	1,26	9,34
36	0,563	100,9	68,17	32,73	9,55	0,563	109,4	77,28	32,12	8,95
37	0,563	35,10	35,71	-0,61	10,13	0,563	46,20	38,78	7,42	9,50
38	0,563	42,50	34,50	8,00	10,16	0,563	35,00	30,13	4,87	9,53
39	0,563	37,70	38,14	-0,44	10,25	0,563	36,30	38,86	-2,56	9,61

EK 4: NO₂ kirletici türü için nokta bazında artık değerler (devamı)

35	0,563	37,40	31,14	6,26	9,96	0,563	33,20	31,94	1,26	9,34
36	0,563	100,9	68,17	32,73	9,55	0,563	109,4	77,28	32,12	8,95
37	0,563	35,10	35,71	-0,61	10,13	0,563	46,20	38,78	7,42	9,50
38	0,563	42,50	34,50	8,00	10,16	0,563	35,00	30,13	4,87	9,53
39	0,563	37,70	38,14	-0,44	10,25	0,563	36,30	38,86	-2,56	9,61
40	0,563	37,60	33,49	4,11	9,70	0,563	28,40	34,71	-6,31	9,09
41	0,563	28,00	29,47	-1,47	9,89	0,563	27,50	35,41	-7,91	9,28
43	0,563	54,10	32,93	21,17	9,57	0,563	41,40	58,20	-16,80	8,97
44	0,563	33,70	38,76	-5,06	10,33	0,563	71,10	48,69	22,41	9,68
45	0,563	42,70	40,07	2,63	10,39	0,563	31,40	32,89	-1,49	9,74
46	0,563	56,40	67,24	-10,84	9,53	0,563	55,10	75,67	-20,57	8,93
47	0,563	38,10	30,96	7,14	10,03	0,563	32,20	28,84	3,36	9,40
51	0,563	32,70	35,11	-2,41	10,12	0,563	29,50	37,39	-7,89	9,48
52	0,563	37,30	41,29	-3,99	10,48	0,563	31,60	38,02	-6,42	9,82
53	0,563	42,30	40,53	1,77	10,37	0,563	36,20	35,90	0,30	9,72
54	0,563	29,20	23,29	5,91	9,22	0,563	37,20	22,72	14,48	8,64
56	0,563	34,70	24,25	10,45	9,78	0,563	52,90	33,71	19,19	9,17
59	0,563	25,30	30,52	-5,22	9,98	0,563	32,80	38,60	-5,80	9,35
60	0,563	5,70	32,86	-27,16	9,57	0,563	67,40	58,22	9,18	8,97
61	0,563	61,20	67,19	-5,99	9,55	0,563	67,40	75,27	-7,87	8,96
63	0,563	31,60	37,57	-5,97	10,29	0,563	34,70	34,30	0,40	9,64
64	0,563	22,70	23,72	-1,02	9,68	0,563	29,10	31,33	-2,23	9,08
65	0,563	11,90	18,42	-6,52	9,17	0,563	20,50	27,92	-7,42	8,60
66	0,563	36,30	38,91	-2,61	9,96	0,563	40,90	39,48	1,42	9,34
67	0,563	43,10	39,34	3,76	9,91	0,563	49,10	40,02	9,08	9,29
68	0,563	21,70	29,43	-7,73	9,99	0,563	23,50	28,95	-5,45	9,36
69	0,563	30,60	38,06	-7,46	10,46	0,563	33,70	34,57	-0,87	9,80
70	0,563	22,10	37,04	-14,94	10,52	0,563	24,90	39,03	-14,13	9,86
71	0,563	18,00	25,80	-7,80	9,97	0,563	21,50	29,33	-7,83	9,35
73	0,563	23,90	30,02	-6,12	9,88	0,563	44,60	32,01	12,59	9,26
74	0,563	43,60	30,08	13,52	9,88	0,563	43,00	32,00	11,00	9,26
75	0,563	29,10	27,10	2,00	9,96	0,563	22,70	28,53	-5,83	9,34
76	0,563	29,20	31,49	-2,29	9,92	0,563	26,70	33,68	-6,98	9,30
78	0,563	26,10	27,78	-1,68	9,91	0,563	23,90	32,42	-8,52	9,29
79	0,563	33,40	25,91	7,49	9,81	0,563	22,00	32,76	-10,76	9,20
80	0,563	22,30	28,51	-6,21	9,77	0,563	24,40	34,04	-9,64	9,16

EK 5: SO₂ kirletici türü için nokta bazında artık değerler

Nokta No	Kış Dönemi Ölçüm Sonuçlarına Göre Yapılan Ağırlıklandırılmış Regresyon Analizi Sonuçları					Yaz Dönemi Ölçüm Sonuçlarına Göre Yapılan Ağırlıklandırılmış Regresyon Analizi Sonuçları				
	R ² Değeri	Gözlenen Değerler	Beklenen Değerler	Artık Değer	Standart Hata	R ² Değeri	Gözlenen Değerler	Beklenen Değerler	Artık Değer	Standart Hata
1	0,527	2,90	3,35	-0,45	2,60	0,527	5,10	3,97	1,13	0,67
2	0,527	1,60	3,17	-1,57	2,58	0,527	6,30	4,09	2,21	0,68
3	0,527	4,30	3,16	1,14	2,58	0,527	5,60	4,02	1,58	0,68
4	0,527	2,80	3,16	-0,36	2,58	0,527	3,50	4,03	-0,53	0,68
7	0,527	2,00	3,67	-1,67	2,59	0,527	2,60	3,81	-1,21	0,69
8	0,527	1,00	0,27	0,73	2,10	0,527	3,60	3,68	-0,08	0,53
9	0,527	5,30	4,88	0,42	2,60	0,527	3,90	3,43	0,47	0,65
10	0,527	2,20	4,70	-2,50	2,60	0,527	2,40	3,49	-1,09	0,68
11	0,527	1,80	2,74	-0,94	2,59	0,527	4,20	3,60	0,60	0,67
13	0,527	4,10	3,35	0,75	2,60	0,527	3,80	3,74	0,06	0,69
15	0,527	9,00	3,78	5,22	2,60	0,527	4,70	3,72	0,98	0,70
16	0,527	3,90	3,04	0,86	2,56	0,527	4,10	3,47	0,63	0,67
17	0,527	3,20	3,37	-0,17	2,60	0,527	2,70	3,68	-0,98	0,70
18	0,527	7,50	6,25	1,25	2,53	0,527	3,40	3,07	0,33	0,68
19	0,527	8,70	7,10	1,60	2,47	0,527	2,40	2,95	-0,55	0,66
20	0,527	2,30	3,64	-1,34	2,46	0,527	3,80	3,13	0,67	0,53
21	0,527	4,10	3,04	1,06	2,59	0,527	2,60	3,50	-0,90	0,65
23	0,527	2,30	4,47	-2,17	2,59	0,527	3,50	3,65	-0,15	0,69
24	0,527	0,70	0,77	-0,07	2,15	0,527	3,40	3,38	0,02	0,55
25	0,527	4,20	5,27	-1,07	2,59	0,527	3,30	3,30	0,00	0,70
26	0,527	8,80	7,17	1,63	2,46	0,527	2,20	2,90	-0,70	0,66
27	0,527	6,10	5,70	0,40	2,57	0,527	4,00	3,23	0,77	0,70
28	0,527	3,00	3,65	-0,65	2,07	0,527	2,90	2,94	-0,04	0,53
29	0,527	6,40	8,16	-1,76	2,31	0,527	3,60	2,76	0,84	0,60
30	0,527	3,70	4,20	-0,50	2,57	0,527	3,70	3,45	0,25	0,61
31	0,527	1,40	1,89	-0,49	2,35	0,527	2,90	3,12	-0,22	0,42
33	0,527	1,20	4,32	-3,12	2,60	0,527	3,50	3,48	0,02	0,70
34	0,527	4,00	4,56	-0,56	2,61	0,527	3,20	3,51	-0,31	0,71
35	0,527	6,50	6,81	-0,31	2,21	0,527	2,10	2,75	-0,65	0,51
36	0,527	3,30	5,26	-1,96	2,60	0,527	3,70	3,27	0,43	0,71
37	0,527	1,50	2,48	-0,98	2,57	0,527	2,90	3,47	-0,57	0,69
38	0,527	1,80	2,72	-0,92	2,54	0,527	3,30	3,33	-0,03	0,67
39	0,527	3,20	4,66	-1,46	2,61	0,527	4,10	3,30	0,80	0,70
40	0,527	10,60	5,85	4,75	2,59	0,527	2,20	3,16	-0,96	0,69

EK 5: SO₂ kirletici türü için nokta bazında artık değerler (devamı)

41	0,527	0,70	3,81	-3,11	2,59	0,527	3,20	3,42	-0,22	0,67
43	0,527	7,00	9,19	-2,19	1,65	0,527	2,90	2,87	0,03	0,34
44	0,527	1,00	0,76	0,24	1,82	0,527	3,40	3,42	-0,02	0,48
45	0,527	5,30	6,20	-0,90	2,59	0,527	3,20	3,23	-0,03	0,69
46	0,527	3,10	4,57	-1,47	2,62	0,527	3,30	3,31	-0,01	0,71
47	0,527	4,10	2,99	1,11	2,59	0,527	3,30	3,23	0,07	0,69
51	0,527	1,50	3,45	-1,95	2,59	0,527	2,30	3,48	-1,18	0,70
52	0,527	3,00	2,27	0,73	2,30	0,527	2,70	2,94	-0,24	0,56
53	0,527	6,60	5,30	1,30	2,61	0,527	2,20	3,27	-1,07	0,71
54	0,527	1,10	2,96	-1,86	2,47	0,527	2,60	2,74	-0,14	0,63
56	0,527	4,00	3,15	0,85	2,60	0,527	3,50	3,31	0,19	0,70
59	0,527	0,40	0,64	-0,24	1,82	0,527	2,70	2,69	0,01	0,48
60	0,527	2,40	5,18	-2,78	2,38	0,527	3,10	2,69	0,41	0,62
61	0,527	1,80	5,05	-3,25	2,60	0,527	3,60	3,15	0,45	0,69
63	0,527	13,50	5,28	8,22	2,59	0,527	2,40	3,42	-1,02	0,69
64	0,527	1,20	2,76	-1,56	2,59	0,527	2,80	3,29	-0,49	0,69
65	0,527	2,20	3,55	-1,35	2,60	0,527	3,30	3,32	-0,02	0,69
66	0,527	1,60	5,52	-3,92	2,54	0,527	3,90	3,50	0,40	0,66
67	0,527	16,40	6,34	10,06	2,49	0,527	3,60	3,58	0,02	0,64
68	0,527	6,10	2,99	3,11	2,38	0,527	1,80	2,47	-0,67	0,60
69	0,527	2,90	4,89	-1,99	2,58	0,527	3,30	3,10	0,20	0,68
70	0,527	2,00	4,63	-2,63	2,62	0,527	3,70	3,25	0,45	0,71
71	0,527	7,90	3,78	4,12	2,60	0,527	3,30	3,36	-0,06	0,69
73	0,527	1,70	1,61	0,09	2,35	0,527	2,30	2,28	0,02	0,62
74	0,527	2,50	1,61	0,89	2,35	0,527	2,30	2,27	0,03	0,63
75	0,527	6,10	3,33	2,77	2,46	0,527	2,80	2,78	0,02	0,61
76	0,527	1,80	2,82	-1,02	2,33	0,527	3,10	2,54	0,56	0,57
78	0,527	2,20	1,61	0,59	2,35	0,527	2,20	2,25	-0,05	0,63
79	0,527	3,80	1,61	2,19	2,35	0,527	2,00	2,23	-0,23	0,61
80	0,527	5,20	6,05	-0,85	2,27	0,527	3,60	3,04	0,56	0,49