KENTSEL LOJİSTİK AÇISINDAN DÜŞÜK EMİSYON BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ: İSTANBUL UYGULAMASI

Mehmet Aziz Çimtay
141157105

DOKTORA TEZİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı
Danışman: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Haziran, 2020

KENTSEL LOJİSTİK AÇISINDAN DÜŞÜK EMİSYON BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ: İSTANBUL UYGULAMASI

Mehmet Aziz Çimtay
141157105
Orcid: 0000-0003-2174-8782

DOKTORA TEZİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı
Danışman: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Haziran, 2020



JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

maltepe üniversitesi	LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI	Doküman No	FR-178
		İlk Yayın Tarihi	01.03.2018
		Revizyon Tarihi	23.01.2020
		Revizyon No	01
		Sayfa	1

18/06/2020

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bulguların sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmanın Maltepe Üniversitesinde kullanılan "bilimsel intihal tespit programı" ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığını beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Mehmet Aziz ÇİMTAY

Hazırlayan: Enstitü Sekreterliği	Onaylayan: Kalite Yönetim Koordinatörlüğü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince desteğini hep üzerimde hissettiğim, değerli vaktini ve bilgisini tüm içtenliğiyle her daim paylaşan, saygıdeğer, kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Tanyaş'a, tezimin oluşturulmasında sunmuş olduğu değerli fikirleriyle ve yapıcı katkılarıyla Prof. Dr. Umut R. Tuzkaya'ya, yapıcı eleştiri ve katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Burak Küçük'e teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim hayatım süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma şükranlarımı sunar, her zaman sorularıma içtenlikle cevap veren sevgili dostum Dr. İhsan AKTAŞ'a ayrıca teşekkür ederim. Tez çalışmam sürecinde bana desteğini hiç esirgemeyen ve büyük fedakârlıklar yapan sevgili eşim İmge Çimtay'a sonsuz sevgilerimi sunarım.

Mehmet Aziz Çimtay

Haziran, 2020

ÖZ

KENTSEL LOJİSTİK AÇISINDAN DÜŞÜK EMİSYON BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ: İSTANBUL UYGULAMASI

Mehmet Aziz Çimtay
Doktora Tezi
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı
Danışman: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş
Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2020

Kentsel lojistik günümüzde uygulama alanı artan bir daldır. 4 temel ilke üzerine inşa edilen kentsel lojistik, kent içindeki trafik altyapısının iyileştirilmesi, ulaşımın güvenliğinin sağlanması, trafik sıkışıklığının ve hava kirliliğinin azaltılması, toplum sağlığının ve refahının artmasını amaçlamaktadır.

Hava kirliliğinin ve emisyon salınımının ciddi olarak artmasının ve trafik sıkışıklığının da büyük şehirlerde ciddi bir problem olarak ortaya çıkmasının sonucu olarak kent alanlarında bu problemleri çözmek amacıyla yeni uygulama alanları ortaya çıkmıştır. Düşük emisyon bölgeleri çözüm yaklaşımlarından bir tanesidir.

Bu çalışmada, son yıllarda dünyada ve Avrupa'nın birçok şehrinde uygulanmış olan düşük emisyon bölgelerinin özellikleri saptanarak ortak bir metodoloji belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çeşitli kriterler belirlenmiş olup bu kriterler AHP ve TOPSIS yöntemi kullanılarak İstanbul ilinde düşük emisyon bölgesi belirleme amaçlı kullanılmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde nüfus yoğunluğunun, trafik sıkışıklığının ve hava kirliliğinin fazla olduğu alanlarda düşük emisyon bölgesi oluşturmanın gerekliliği ortaya çıkmış olup, İstanbul özelinde en öncelikli alanlar Kadıköy, Fatih ve Esenyurt olmuştur.

Anahtar Sözcükler: kentsel lojistik, hava kirliliği, emisyon, düşük emisyon bölgesi, AHP, TOPSIS, İstanbul.

ABSTRACT

DETERMINATION OF LOW EMISSION ZONES IN TERMS OF URBAN LOGISTICS: ISTANBUL APPLICATION

Mehmet Aziz Çimtay
Ph.D. Thesis
Department of International Trade and Logistics Management
Logistics and Supply Chain Management Programme
Advisor: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş
Maltepe University Graduate School, 2020

Urban logistics is an increasing branch of application today. Urban logistics, built on 4 basic principles, aims to improve the traffic infrastructure in the city, to ensure the safety of transportation, to reduce traffic congestion and air pollution, and to increase public health and welfare.

As a result of the serious increase in air pollution and emission and traffic congestion as a serious problem in big cities, new areas of application have emerged in urban areas to solve these problems. Low emission zones are one of the solution approaches.

In this study, it is aimed to determine a common methodology by determining the characteristics of low emission regions that have been applied in recent years and in many cities of Europe. In this context, various criteria have been determined and these criteria have been used to determine the low emission zone in Istanbul province using AHP and TOPSIS method. As a result of the findings obtained, the necessity of creating a low emission zone in areas with high population density, traffic congestion and air pollution has emerged, and the top priority areas for Istanbul are Kadıkoy, Fatih and Esenyurt

Keywords: urban logistics, air pollution, emission, low emission zone, AHP, TOPSIS, Istanbul.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI II
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI III
TEŞEKKÜR……..……IV
ÖZ V
ABSTRACT VI
İÇİNDEKİLER VII
TABLOLAR LİSTESİ X
ŞEKİLLER LİSTESİ XI
KISALTMALAR XII
ÖZGEÇMİŞ XIII
BÖLÜM 1. GİRİŞ 1
Literatür Taraması 3
BÖLÜM 2. LOJISTIK VE KENTSEL LOJISTIK 13
2.1. Lojistik Kavramı 13
2.1.1. Lojistiğin Amacı ve Kapsamı 15
2.1.2. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi 16
2.2. Kentsel Lojistik Kavramı 18
2.2.1. Kentsel Lojistiğin Amacı ve Kapsamı 19
2.3. Kentsel Lojistiğin İlkeleri 20
2.3.1. Hareketlilik (Mobilite) 20
2.3.2. Yaşanabilirlik 22
2.3.3. Sürdürülebilirlik 22
2.3.4. Dirençlilik 24
2.4. Kentsel Lojistiğin Tarafları 26
2.4.1. Üreticiler 26
2.4.2. Dağıtıcılar 28
2.4.3. Taşıyıcılar 29
2.4.4. Yerel Yönetimler 30
2.5. Kentsel Lojistikte Çözüm Yaklaşımları 31
2.6. Kentsel Lojistikte Güncel Konular 32
2.6.1. Sıkışıklık Ücreti 32
2.6.2. Düşük Emisyon Bölgeleri 33
2.6.3. Rota Modelleme Yaklaşımları 34
2.7. Kent Etkinliğini Etkileyen Lojistik İlişkili Faktörler 36
2.7.1. Su Kirliliği 36
2.7.2. Atıklar 37
2.7.3. Gürültü 38
2.7.4. Alan Kullanımı 39
2.7.5. Ulaşım Altyapı Maliyetleri 40
2.7.6. Ulaşım Hizmet Maliyetleri 41

2.7.7. Engel Etkisi 42
2.7.8. Trafik Kazaları 43
2.7.9. Trafik Tıkanıklığı 44
BÖLÜM 3 EMİSYON, HAVA KİRLİLİĞİ VE DÜŞÜK EMİSYON BÖLGESİ 46
3.1. Emisyon Kavramı 46
3.1.1. Trafikte Bulunan Hafif Araçların Emisyonları 46
3.1.2. Ağır Araçların Emisyonları 47
3.1.3. Emisyonları Azaltmanın Yolları 49
3.1.4. Emisyonların Etkileri 50
3.2. Hava Kirliliği Kavramı 53
3.2.1. Hava Kirliliğinin Tarihsel Gelişimi 54
3.2.2. Hava Kirliliğine Etki Eden Faktörler 55
3.2.3. Hava Kirliliğini Azaltma Yolları 55
3.2.4. Hava Kirliliğinin Kaynakları 56
3.2.5. Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği 57
3.2.6. Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği 58
3.2.7. Trafikten Kaynaklanan Hava Kirliliği 59
3.3. Çeşitli Hava Kirleticiler 59
3.3.1. Partikül Maddeler 59
3.3.2. Kükürt Oksitler 61
3.3.3. Azot Oksitler 62
3.3.4. Karbon Monoksit 62
3.3.5. Diğer Kirleticiler 62
3.3.6. Hava Kirlenmesinin Ölçekleri 63
3.4. Düşük Emisyon Bölgesi 64
3.4.1. Düşük Emisyon Bölgesi Kavramı 64
3.4.2. Düşük Emisyon Bölgelerinin Kentsel Lojistiğe Etkileri 64
3.4.3. Avrupa'da ve Dünyada Düşük Emisyon Bölgeleri 65
3.4.4. Düşük Emisyon Bölgelerinin Kentsel Lojistik Açısından Değerlendirilmesi 66
BÖLÜM 4. YÖNTEM 68
4.1. Araştırma Modeli 68
4.2. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKVV) 68
4.2.1. AHP Yöntemi 69
4.2.2. TOPSIS Yöntemi 72
BÖLÜM 5. UYGULAMA 75
5.1. İstanbul İli Düşük Emisyon Bölge Belirleme Çalışması 75
5.1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi 75
5.1.2. Çalışmanın Sınırlıkları 75
5.2. Düşük Emisyon Bölge Belirleme Aşamaları 76
5.2.1. Kriterlerin Belirlenmesi 76
5.2.2. Alternatiflerin Belirlenmesi 79

5.3. İstanbul İlinin Çeşitli Açılardan Değerlendirilmesi 80
5.3.1. İstanbul İli Demografik Verileri 80
5.3.2. İstanbul İlindeki Araçların Analizi 82
5.3.3. İstanbul İli Emisyon ve Hava Kirliliği Değerleri 84
5.3.4. İstanbul İlinin Kentsel Lojistik Açısından Değerlendirilmesi 84
BÖLÜM 6. BULGULAR VE YORUMLAR 86
BÖLÜM 7. SONUÇ 100
EKLER 104
EK 1 104
KAYNAKÇA 106

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Kentsel Lojistik Alanında Düşük Emisyon Bölgeleri İle İlgili Çalışmalar... 4
Tablo 2.1. Kentsel Lojistik Amaçları 20
Tablo 4.1. İkili karşılaştırma matrisi 70
Tablo 4.2. Önem Dereceleri 71
Tablo 4.3. Rastgele Değer İndeksi..... 72
Tablo 5.1. İstanbul'un İlçeleri 79
Tablo 5.2. İstanbul İli ve İlçeleri Nüfusu ve Yıllık Artış Oranı 81
Tablo 5.3. Türkiye'de Motorlu Kara Taşıt Sayısı 82
Tablo 5.4. Türkiye'deki Motorlu Kara Taşıtlarının Yakıt Türlerine Göre Dağılımı.... 83
Tablo 5.5. İstanbul'da Motorlu Kara Taşıt Sayısı 83
Tablo 5.6. İstanbul Hava Kalitesi Verileri..... 84
Tablo 6.1. Ana kriterlerin karşılaştırma matrisi..... 87
Tablo 6.2. Ana kriterlerin normalize edilmiş matrisi..... 87
Tablo 6.3. Ana Kriterlerin Ağırlıkları..... 88
Tablo 6.4. Hareketlilik kriterinin alt kriterlerinin başlangıç matrisi..... 88
Tablo 6.5. Hava kirliliği kriterinin alt kriterlerinin başlangıç matrisi..... 89
Tablo 6.6. Kentsel alan özellikleri kriterinin alt kriterlerinin başlangıç matrisi..... 89
Tablo 6.7. Alt Kriterlerin Ağırlıkları 90
Tablo 6.8. Alt Kriterlerin Ağırlıklarının Dağılımı 91
Tablo 6.9. Karar Matrisi..... 94
Tablo 6.10. Standart Karar Matrisi 95
Tablo 6.11. Ağırlıklı Standart Karar Matrisi 96
Tablo 6.12. TOPSIS Yöntemi Sonuç Değerleri..... 97
Tablo 6.13. Alternatiflerin Sıralanması 98

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Lojistik kavramı 14
Şekil 2.2. İşletme Lojistiğinin Kapsamı 16
Şekil 2.3. Sürdürülebilirliğin Üç Boyutu 23
Şekil 2.4. Çalışma kapsamında makro ölçekten mikro ölçeğe kadar dirençlilik 24
Şekil 2.5. Kentsel Lojistikte Ana Aktörler 26
Şekil 2.6. İşletmedeki Dağıtım Lojistiği 28
Şekil 2.7. Şehir Alanlarının Yük Taşımacılığındaki Yeri 31
Şekil 2.8. Araç Rotalama Yöntemleri 35
Şekil 2.9. Ulaşım Türlerine Göre Alan Kullanım Düzeyleri 40
Şekil 2.10. Ulaşım Talebinde Meydana Gelen Değişmeler 45
Şekil 3.1. Emisyonların Etkileri 51
Şekil 3.2. Hava Kirliliği 52
Şekil 4.1. AHP-TOPSIS uygulama adımları 68
Şekil 4.2. AHP yönteminin hiyerarşik görünümü 70
Şekil 5.1. Düşük Emisyon Bölgesi Seçiminde Kullanılan Kriterler ve Alt Kriterler 77
Şekil 5.2. İstanbul İlinin Uydudan Görünümü 80

KISALTMALAR

AB	:	Avrupa Birliği
AGE	:	Adı geçen eser
AHP	:	Analitik Hiyerarşi Prosesi
APM	:	Asılı Partiküler Maddeler
CI	:	Uyum İndeksi
CO	:	Karbonmonoksit
CO2	:	Karbondioksit
CR	:	Uyum Oranı
ÇAKV	:	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKVV	:	Çok Kriterli Karar Verme
ÇNKV	:	Çok Nitelikli Karar Verme
DEB	:	Düşük Emisyon Bölgesi / Low Emission Zone
HC	:	Gaz Halindeki Hidrokarbonlar
LEZs	:	Düşük Emisyon Bölgeleri / Low Emission Zones
NOx	:	Azot Oksitler
O3	:	Ozon
PAH	:	Asit Aerosoli ve Polisiklik Aromatik Hidrokarbonları
PAN	:	Peroksiasetil Nitrat
Pb	:	Kurşun
PBzN	:	Peroksibenzoil Nitrat
PM	:	Partikül Madde
RI	:	Rastgele İndeks
SO2	:	Kükürt Dioksitler
SO3	:	Kükürt Trioksit
TOPSIS	:	Technique for Order Priority of Similarity by Information System
VB	:	Ve benzeri
VD	:	Ve diğerleri
VOC	:	Organik Karbon
VS	:	Vesaire

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Aziz Çimtay

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı

Eğitim

Derece	*Yıl*	*Üniversite, Enstitü, Anabilim/Anasanat Dalı*
Doktora	2014	Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı
Y. Lisans	2013	Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı
Lisans	2011	Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Fakültesi

İş/İstihdam

Yıl	*Görev*
TSK 2007 – 2018	Astsubay – Eğitim ve İstihbarat

Mesleki Birlik/Dernek Üyelikleri

Yıl	*Kurum*
2014 -	Üye: LODER

Yayınlar ve Diğer Bilimsel/Sanatsal Faaliyetler

Çimtay, M.A, Özcan, E., (2016) "Tedarik Zinciri Yönetiminde İnovasyonun Önemi, Sonuçları ve Güncel Sektör Örnekleri" Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi - Mersin

Çimtay, M.A, Aktaş, İ., (2016) "Tersine Lojistik Faaliyetlerinin Önemi, Performans Kriterleri ve Türkiye – AB Arasında Atık Verilerinin Karşılaştırılması" Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi - Mersin

Çimtay, M.A, Aktaş, İ., (2016) "Türkiye ve BRICS Ülkelerinin Lojistik Performans Endeksi Açısından Karşılaştırılması ve Türkiye İçin Öneriler" Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi - Mersin

Çimtay, M.A, Özcan, E., (2016) Software Application In Supply Chain Management and Examining Of Productivity Effects Of Use "Erp" In Companies- International Logistics and Supply Chain Congress – İzmir

Çimtay, M.A, Tanyaş, M., (2017) City Logistics and LEZs: Situation in Turkey - International Logistics and Supply Chain Congress - İstanbul

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı : İstanbul – 1988 Cinsiyet: Erkek

Yabancı diller : İngilizce ve Arapça

e-posta : azizcimtay@gmail.com

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Kentsel Lojistik (*urban logistics, city logistics, urban freight transport*), kentsel alanlarda farklı şirketler tarafından gerçekleştirilen lojistik ve taşıma faaliyetleridir. Bu faaliyetler gerçekleştirilirken trafik altyapısı, koşulları ve güvenliği ile birlikte çevresel etkiler ve enerji tasarrufu dikkate alınır. Kentsel lojistiğin uygulanmasında 4 temel ilke esas alınır. Bunlar, mobilite (hareketlilik), sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik ve dirençliliktir. Bu 4 ilke kentsel lojistikte belirlenecek amaçları yerine getirecek yapı taşlarıdır. Hareketlilik ilkesi ile ürünlerin şehir içinde her alana ulaşması, kara-demir-deniz-hava yolunun etkin kullanımının sağlanması ve daha az trafik sıkışıklığı hedeflenir. Sürdürülebilirlik ilkesi ile hava kirliliği, gürültü gibi çevresel olumsuz etkilerin en aza indirilmesi, enerji tüketiminin minimize edilmesi amaçlanır. Yaşanabilirlik ilkesi, toplumun sağlığını ve refahını, trafik güvenliğini ve sessizliği amaçlar. Dirençlilik ilkesi ise olası afet durumunda hizmetlerin aksamamasını güvence altına almaktadır. Bu temel ilkeler ışığında kentsel lojistik; küresel rekabet gücünü, verimliliği, çevreye uyumu ve trafik sıkışıklıklarını gidermeyi, güvenli nakliyatı, minimum enerji sarfiyatı ile maksimum verim almayı ve işgücü verimliliğini hedefler (Tanyaş, 2016).

Kentsel ağır ya da hafif yük araçları, partikül madde (PM), sülfür dioksit ($SO_{2)}$ ve nitrojen oksit (NO_x) içeren emisyonların önemli miktarını üretebilmektedir. Kentsel alanlarda yaşayan ve çalışan nüfusun yüksek seviyede zararlı emisyonlara maruz kalmasından dolayı da bu emisyonları minimize etmek zorunludur. Dünya'da son 30 yıldır hava kalitesini iyileştirmek için birçok farklı yol denenmektedir.

Günümüzde hava kirliliğinin yarısını motorlu taşıtların oluşturduğu ifade edilmektedir. Büyük kentlerimizde ana cadde ve kavşaklarda, kara yolları çevrelerinde havayı kirleten madde emisyonları (atmosfere atılan gaz, toz, is vs.) önemli boyutlardadır. Bir insanın günlük ihtiyacı olan 15 m^3 temiz havayı sadece bir tek taşıt 10 dakikalık bir süre içerisinde solunum için tehlikeli hale dönüştürebilir. Kentlerdeki yüz binlerce taşıtı düşünürsek; taşıtların neden olacağı hava kirliliğinin boyutu

hakkındaki korkutucu tabloyu öngörebiliriz. İstanbul'da bugün 1 milyondan fazla trafiğe kayıtlı motorlu taşıt aracı kentin cadde ve sokaklarında dolaşmaktadır. Havaya kirletici gaz ve tanecik (partikül) yayabilen bu araçlar kötü bakım, bilinçsiz kullanma ve bir kısmının çok eski oluşları nedeniyle önemli kirletici kaynak durumundadırlar (Sert, 2017).

Şehir konsolidasyon merkezleri, şehir merkezlerine erişim kontrolü düzenlemesi, yoğun olan/olmayan teslimat zamanlarının belirlenmesi ve Düşük Emisyon Bölgesi (DEB-Low Emission Zone-LEZ), kentsel lojistiğin amaçları olan mobilite, sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik ve dirençliliği gerçekleştirmek için uygulanmış ve test edilmiştir. İnsanlar günümüzde yaşamlarını daha güvenli, sağlıklı, konforlu geçirmek istemektedir. Ayrıca hava kalitesinin daha iyi olmasını ve enerji verimliliğini önemsemekle birlikte trafik sıkışıklığının ve kazaların da azalmasını istemektedir. Bütün bu durumlar düşük emisyon bölgelerinin (DEB) ortaya çıkmasını ve artarak çoğalmasını sağlamıştır (Taniguchi vd., 2014).

DEB, araç emisyonları için minimum standartları karşılamayan araçların girişinin sınırlandırıldığı alanlardır. Eğer bu sınırlar haricinde kalan araçlar, alana girerlerse büyük cezalara maruz kalırlar. DEB, partikül madde (PM) ve nitrojen oksit (NOx) içeren araçlardan salınan kirleticileri azaltmayı amaçlar. Bu kirleticiler insan sağlığına ciddi zararlıdır ve azaltmak oldukça önemlidir (Ellison vd., 2013).

Tez çalışmasının birinci bölümünde; genel hatlarıyla çalışma hakkında bilgi verilmiştir ve bu bölümde konu ile ilgili literatür taramasına yer verilmiştir.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde; lojistik kavramı, lojistiğin amacı ve kapsamı, kentsel lojistik kavramı, kentsel lojistiğin ilkeleri, tarafları ve günümüzde kentsel lojistik alanındaki güncel konular hakkında bilgi verilerek kentsel lojistiğin önemi vurgulanmıştır.

Tez çalışmasının üçüncü bölümünde; emisyon kavramı, hafif ve ağır araç emisyonları, emisyonların etkileri ve azaltmanın yolları, hava kirliliği kavramı, hava

kirliliğinin sebepleri, hava kirliliğine etki eden kirleticiler, düşük emisyon kavramı ve düşük emisyon bölgesi kavramı hakkında bilgiler verilmiştir.

Tez çalışmasının dördüncü bölümünde; araştırmanın yöntemine yer verilmiştir. Araştırmada kullanılan çok nitelikli karar verme tekniklerinden analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve TOPSIS (Technique for Order Priority of Similarity by Information System) yönteminin sentezlendiği model açıklanmıştır. Ayrıca AHP ve TOPSIS yöntemi ve uygulama alanları hakkında bilgi verilmiştir.

Tez çalışmasının beşinci bölümünde; araştırmanın amacı ve önemi açıklanmış olup sınırlıkları belirtilmiştir. İstanbul ili ile alakalı çeşitli sayısal ve demografik bilgiler verilmiş ve İstanbul, kentsel lojistik açısından değerlendirilmiştir. Düşük emisyon bölgesi belirlenmesi amacıyla oluşturulan kriterler açıklanmış olup AHP yöntemi ile kriterlerin önem dereceleri belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra alternatiflerin sıralanmasında TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. İstanbul ilinin uygulama alanını oluşturduğu bu çalışmada 39 ilçe alternatif olarak belirlenmiştir.

Tez çalışmasının altıncı bölümünde; uygulama neticesinde ortaya çıkan bulgular yorumlanarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Literatür Taraması

Web Of Science, Science Of Direct, Scopus, Google Scholar ve YÖK Ulusal Veri Tabanları 2007-2019 yılları için "low emission, low emission zone, urban logistic, city logistic, air quality, green logistic, green city logistic, kentsel lojistik, düşük emisyon bölgeleri, hava kalitesi, yeşil lojistik, yeşil kentsel lojistik" anahtar kavramları ile taranmış olup Kentsel Lojistik Alanında Düşük Emisyon Bölgeleri ile ilgili rapor, tez, makale, konferans bildirileri incelenmiştir. Aşağıdaki Tablo 1'de ilgili 40 adet çalışmaya yer verilmiştir.

Düşük Emisyon Bölgeleri ile alakalı birçok çalışma mevcut olup İstanbul ili özelinde sadece bir yüksek lisans tezine rastlanmıştır. Fakat bu çalışmada da çeşitli programlar kullanarak hava kalitesi incelenmiş, kentsel lojistik ilkeleri açısından

duruma bakılmamış ve düşük emisyon bölgesi belirlenmesi amaçlı bir metodoloji geliştirilmemiştir. Bu çalışmada düşük emisyon bölgesi oluşturma amacına dönük metodoloji oluşturulmaya çalışılmış ve İstanbul ilinde uygulaması yapılmıştır.

Tablo 1.1. Kentsel Lojistik Alanında Düşük Emisyon Bölgeleri İle İlgili Çalışmalar

No	Yazar (lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özeti
1	Ergül, 2015	İstanbul'da emisyon miktarını azaltmak ve düşük emisyon bölgeleri ilan ederek etkilerini incelemek	Model Önerisi	Trafik kaynaklı emisyonları sınırlandırmak ve azaltmak için alınacak önlemleri belirlemek ve etkilerini hesaplayabilmek için WRF meteoroloji modeli, COPERT trafik kaynaklı emisyon hesaplama modeli ve CMAQ kimyasal taşınım modeli kullanılmıştır.
2	İnaç, 2012	İstanbul ilinin kentsel lojistik süreçleri	Analitik Hiyerarşi Prosesi ile değerlendirme	İstanbul için kentsel lojistik analizi yapılmış ve çeşitli kurum ve meslek odalarının çözüm önerileri AHP modeli ile değerlendirilmiştir.
3	Yürük, 2010	Trafik tıkanıklığı ve kent içi planlama	Kavramsal Çalışma, Çoklu Lineer Regresyon Analizi ve Zaman Serileri Analizi ve ARIMA tekniği	Büyük kentlerin en önemli sorunlarından biri olan trafik yoğunluğunun yakıt tüketimi ve emisyon değerlerini büyük ölçüde arttırdığı ortaya koyulmuştur. trafik parametreleri ile yakıt tüketimi ve emisyon miktarı arasındaki ilişki ortaya koyulmuş ve İstanbul ili ilgili veriler kullanılarak çoklu lineer regresyon analizi ve zaman serileri analizi ARIMA tekniği kullanılarak yapılmıştır.
4	Ünal vd., 2011	Karayollarında ağır taşıt trafiğinin ve yük taşımacılığının özellikleri	Kavramsal Çalışma	Yük taşımacılığında karayolu sektörünün durumu ve ekonomiye etkisi değerlendirilmiş, ağır taşıt trafiğinin zamansal değişimi irdelenmiş, dingil ağırlık etütleri değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.
5	İstanbul Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2016	İstanbul için hava, su, atık, kimyasalların yönetimi vb. konulardaki mevcut durum	Kavramsal Çalışma	İstanbul'un havası, su kaynakları, atıkları, kimyasalların yönetimi, doğa koruma ve biyolojik çeşitliliği, arazi kullanımı, Çevresel Etki ve Değerlendirme izin ve lisans işlemleri, çevre denetimleri ve idari yaptırım uygulamaları, il bazında çevresel göstergeler ve detaylı bilgiler bulunmaktadır.
6	Cuci & Polat, 2015	Gaziantep'in trafikten kaynaklı hava kirliliği	Kavramsal Çalışma	Gaziantep'in hava kalitesinin bilimsel olarak tespit edilmesi ve değerlendirilmesi için il merkezinde oluşan trafik kaynaklı emisyonlar belirlenmiştir. Trafik kaynaklı emisyon miktarları belirlenerek; Gaziantep İlinin trafik kaynaklı kirlilik haritası oluşturulmuştur.
7	Taniguchi vd., 2014	Kentleşmenin artması sonucu hava kirliliği, trafik sıkışıklığı ve fazla enerji tüketimi	Kavramsal Çalışma	Kentsel nakil araçları, emisyonların önemli miktarını üreteceğinden dolayı kentteki sürdürülebilirlik ve yaşanabilirlik için zararlı emisyonları minimize etmek gerekir.. Ağ modelleme, filo modelleme ve rota modelleme gibi yaklaşımlara değinilmiştir.

No	Yazar (lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özeti
8	Ellison vd., 2013	Londra'da LEZ'un orta vadede etkileri ile araç filo kompozisyonuna ve hava kirliliğine etkisi	Kavramsal Çalışma	Londra'da 2008'de uygulanan LEZ, PM ve NO_x gibi kirleticilerin emisyonlarını azaltmayı amaçladı. Ayrıca ağır araçların belli bir standarda kavuşmasını sağladı. Firmaların yeni standartlara karşı nasıl bir politika izlediği belirtilmiştir.
9	Wolff & Perry, 2010	Avrupa'da temiz hava düzenlemeleri	Kavramsal Çalışma	AB ülkelerinin temiz hava ile ilgili sıkı ve geniş çalışmaları vardır. PM standartları belirlenmiştir. Almanya'da LEZ uygulamaları, araç sınıflarının belirlenmesi, uygulama işleyişi ve cezalar ifade edilmiştir.
10	Awasthi, 2015	LEZ uygulaması sonucu KOBİ'lerin uyum süreci	Model Önerisi	LEZ Avrupa'da yaklaşık 200 şehirde uygulanmıştır. Lojistik operatörler 4 senaryo ile yeni sürece uyum sağlayabilirler. Bunlar; var olan filolar ile devam etmek, teslimat operasyonlarında değişiklik, teslimat araçlarında değişiklik ve şirket stratejisinde değişikliktir. 10 değerlendirme kriteri belirlenerek 'Gap Analizi' kullanılmıştır.
11	Cruz & Montenon, 2016	LEZ'nda yük taşıma ile ilgili ulusal ve yerel politikalar	Kavramsal Çalışma	Londra ve Berlin LEZ'u kullanan iki şehirdir. Çalışmada örnek alınarak verileri mukayese edilmiş ve yerel politikalar ile ulusal politikaların sonuçları değerlendirilmiştir.
12	Tögel & Spicka, 2014	Avrupa ülkelerinde LEZs	Kavramsal Çalışma	LEZ, Avrupa ülkelerinde uygulanan ve şehir merkezlerine araç girişlerini sınırlayarak belli bir standardizasyon sağlayan ve bu sayede hava kalitesini iyileştiren uygulamalardan biridir. LEZ'un temel karakteristiklerini ve uygulamalarını seçili Avrupa ülkelerinde değerlendirilip karşılaştırılmıştır.
13	Holman vd., 2015	Avrupa kentlerinde hava kalitesini geliştirmede LEZs'ın etkileri	Kavramsal Çalışma	LEZs'un 5 AB ülkesinde (Danimarka, Almanya, Hollanda, İtalya ve İngiltere) hava kalitesini geliştirmedeki etkisini ispatlamaya dönük inceleme yapılmıştır.
14	Malina & Scheffler, 2015	PM ve halk sağlığı üzerine LEZs'in etkisi	Regresyon Analizi ve Monte Carlo Simülasyonu	Almanya'daki 25 şehir alanında PM_{10} etkisini azaltmak için LEZs'nın etkililiğini inceler ve zonlarda azalan hava kirliliği ile ilişkili sağlık etkilerinin niceliğini araştırır.

No	Yazar (lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özeti
15	Cyrys vd., 2013	Alman şehirlerinde LEZs sayesinde havadaki PM oranındaki azalma	Kavramsal Çalışma	Alman şehirlerinde LEZs sayesinde dizel motorlu ağır araçlardan kaynaklanan kirleticiler azalmıştır. LEZs trafik ile ilişkili kirletici maddelerin azalması ve hava kalitesinin artmasını sağlama açısından başka önlemlerden çok daha fazla önemlidir.
16	Dias vd., 2016	LEZs'in hava kalitesi üzerine etkisi	Model Önerisi	Dünya çapında LEZs, hava kirliliğini azaltmak için önemli bir araçtır. Fakat etkililiği konusunda yeterince kanıt bulunmamaktadır. Entegre modelleme yaklaşımı ile etkililik ölçülebilmektedir.
17	Russo & Comi, 2012	Sürdürülebilir şehirler için taşımacılık sistemleri	Model Önerisi	Avrupa'daki birkaç şehirde yük taşımacılığının etkileri analiz edilmiştir. Karbondioksite dayandırılarak analiz derinleştirilmiş ve sürdürülebilir şehir oluşumunu sağlamak için yerel otoritelere gereksinimler sunulmuştur.
18	Ferreira vd., 2015	Lizbon'un LEZ'da hava kalitesi	Kavramsal Çalışma	Lizbon'daki PM ve NO_x seviyeleri AC'nun belirlediği yasal sınır seviyelerini 2001'den beri aşmaktadır. LEZ uygulandıktan sonra hava kalitesi ve trafik durumu LEZ'den önceki seviye ile mukayese edilmiş ve LEZ'un olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.
19	Kauf, 2016	Kentsel lojistikte sürdürülebilir ve inovatif çözümler	Kavramsal Çalışma	Akıllı trafik kontrolü, araç kapasitelerinin kullanımını geliştirecek modüler konteyner ve alternatif taşımacılık gibi akıllı teknolojiler anlatılmaktadır. Bu tür yaklaşımlar şehirdeki çevre ve yaşam kalitesini arttırır.
20	Fedotof vd., 2016	Karayolu taşımacılığı için çevresel güvenlik teknolojisi oluşturmak	Kavramsal Çalışma ve Model Önerisi	Karayolu taşımacılığında şehirdeki karayolu ağlarının hava kirliliğine olan etkisini azaltmak için yeni inovatif bir reaktör anlatılmaktadır. Egzozdan çıkan zehirli maddeleri elimine etmede kullanılan reaktörün özellikleri anlatılmıştır.
21	Kellner, 2016	Yük dağıtım ağlarında trafik sıkışıklığının CO_2 üzerine etkisi	Vaka Çalışması	Düzenli karayolu trafik sıkışıklık miktarının CO_2 üzerine etkisi irdelenmektedir. Kentsel lojistikte ürünler, tüketiciye ulaşana kadar dağıtım merkezinden perakende noktalarına farklı taşımacılık operasyonları ile gelebilir. Tüm bu olasılıklara izin veren bir ağ modeli oluşturulmuş ve bu ağ neticesinde salınan CO_2 miktarı hesaplanmıştır. Örnek vaka üzerinden inceleme yapılmıştır.

No	Yazar (lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özeti
22	Boogaard vd., 2012	Hava kirliliği üzerine yerel politikalar ve LEZs'ın etkisi	Kavramsal Çalışma	5 Alman şehrinde ağır araçların kullanımını etkileyen LEZs'in kullanımını da kapsayan yerel trafik politikalarının uygulanmasından önce ve sonra caddelerdeki hava kirliliği seviyesi incelenmiştir. 2008 ve 2010'da yapılan incelemelerde hava kalitesinin önemli bir biçimde olumlu gelişme gösterdiği görülmüştür.
23	Panteliadis vd., 2014	LEZ'in uygulanması ve uzun dönemde hava kalitesi üzerine etkisi	Kavramsal Çalışma	Amsterdam'da LEZ uygulamasından sonra trafik ile ilişkili hava kirliliği ciddi oranda azalmıştır. Trafik yoğunluğu, trafik zamanları, günlerin tipi (hafta içi/ hafta sonu) ve rüzgarın hızı ile hava kirliliği arasında ilişkilere bakılmıştır.
24	Metz, 2015	Londra'da sera gazı emisyonunun azaltılması	Kavramsal Çalışma	Karayolu taşımacılığı petrole bağımlıdır. Taşımacılık sektörü devamlı olarak büyüme eğilimindedir. Bu nedenden dolayı da sera gazı salınımı açısından diğer sektörlerden daha önemlidir. Londra gibi şehirlerde yol kapasitesi talebi karşılayamadığı için araba sahipliği ve kullanımının beklenenden daha düşük olacağı düşünülmektedir.
25	Wolff, 2013	Almanya'da LEZs ve yeşil araçların benimsenmesi	Kavramsal Çalışma	Almanya'da günümüzde ve gelecekteki muhtemel LEZs incelenmiştir. Araç etiketleri ve LEZs'in hangi stiker sahibi araca izin verdği belirtilmiştir. Yeşil araçlar ve eski araçların hava kirliliğine etkisi karşılaştırılmıştır. Kabaca araç filosunu iyileştirmenin sağlığa faydası 2 milyar dolarken maliyeti 1 milyar dolar olarak hesaplanmıştır.
26	Matsumoto & Tsurudome, 2014	Sürüş simülatörleri kullanarak araçlardaki CO_2 emisyonunu azaltma	Deneysel Çalışma	Sürücüler kavşaklarda rölanti süresini azaltarak CO_2 salınımını azaltabilirler. Çalışmada 3D sürüş simülatörü ile öngörü sistemi geliştirilmiştir. Sistem tavsiye edilen hızı, kavşaktaki ışığın yanma süresini ve zaman aralığını hesaplayarak optimum çözüme ulaşır.
27	Wen & Eglese, 2016	Karayolu ücret modeli uygulayarak CO_2 emisyonunu azaltma	Model Önerisi	CO_2 emisyonunu ve küçük karayolu ağlarındaki seyahat zamanını azaltmak için iki dereceli ücret modeli geliştirilmiştir. Model tanımlayıcı örneklerde kullanılmıştır. Ayrıca model en iyi otoyol ücreti stratejisi belirlemek için kullanılmıştır.

No	Yazar (lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özeti
28	Mitropoulos & Prevedouros, 2015	Hafif hizmet araçlarının yaşam döngülerindeki emisyon ve maliyet ölçümü	Model Önerisi	Araç satışı ve kullanımındaki büyüme hava kalitesinin bozulmasına ve iklim değişiminin artmasına katkı sağlar. İleri teknolojili ile geleneksel araçlar arasında karşılaştırma için model geliştirilmiştir. Taşımacılık, kısa ve uzun dönemde daha sürdürülebilir olacaktır. Model, taşımacılık sisteminin son verileri ile güncellenmiştir.
29	Türkiye Cumhuriyeti, Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2023).	Düşük Karbonlu Kalkınma İçin Çözümsel Tabanlı Strateji ve Eylem Geliştirilmesi Teknik Destek Projesi. Ankara, 2017.	İklim Eylemi ve Düşük Karbonlu Kalkınma Konularında Türkiye'de Mevcut Yasal ve Politik Çerçeve	Düşük ve sıfır sera gazı emisyon teknolojilerinin arttırılması ve alternatif yakıtların kullanılması gereklidir. 2030'da yenilenebilir enerji oranının %30 olması hedeflenmektedir. 2020'ye kadar, elektrik üretiminden kaynaklı sera gazı emisyonları referans senaryoya kıyasla %7 azalmalıdır. Kısa mesafeler için deniz ve göl ulaşımı desteklenmeli, şehirlerde bisiklet ve yaya erişimi arttırılmalıdır. Toplu taşımanın iyileştirilmesi, alternatif yakıtların kullanılması, akıllı ulaştırma sistemleri ve yol standartlarının iyileştirilmesi gerekir. Yolcu taşımacılığında demir ve deniz yolu payı arttırılmalı ve havacılık desteklenmelidir.
30	Soruşbay, C. (2007).	Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Karbondioksit Emisyonlarının Çevreye Etkisi ve Kontrolü.	Kavramsal Çalışma	Karayolu taşıtlarından kaynaklanan CO2 emisyonlarının kontrolü, taşıtların üretim ve kullanım aşamalarında enerji tüketim verimliliğine ilişkin önlemlerin alınmasına bağlıdır. Taşıt ve motor teknolojilerindeki gelişmeler, alternatif yakıtların kullanımı, taşıtların kullanımında yakıt tüketimi bakımından en uygun trafik koşullarının sağlanması CO2 emisyonlarının kontrolünde önem taşımaktadır.
31	Polat, & Ergün (2015).	Trafik Kaynaklı Hava Kirliliğinin Belirlenmesi	Pasif Örnekleme Metodu	Hava kalitesinin bilimsel olarak tespit edilmesi ve değerlendirilmesi amacıyla il merkezinde meydana gelen trafik kaynaklı emisyonlar belirlenmiştir. İl haritası, tüm emisyon kaynakları için 1x1 km şeklinde cad tabanlı program kullanılarak gridlenmiştir. Trafik kaynaklı emisyonların belirlenmesi için hesaplamalar yapılmıştır. Trafik akışının yoğun olduğu 30 noktasında pasif örnekleme metodu ile NOx emisyonu belirleme çalışmaları da yürütülmüştür. Belirlenen kavşaklarda elde edilen NOX emisyonları yönetmeliklerde verilen sınır değerler kapsamında değerlendirilmiş olup; aşım gözlemlenmemiştir.

No	Yazar (lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özeti
32	Yakın & Behçet, 2019.	Van İli Trafik Kaynaklı Hava Kirleticilerinin Emisyon Envanteri	Envanter Çalışması	Trafik kaynaklı hava kirleticilerinin (CO, NOx, PM, VOC) "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook" emisyon faktörleri kullanılarak, emisyon envanteri çıkarılmıştır. Van iline etki eden emisyon miktarları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarından elde edilen verilere göre atmosfere verilen toplam emisyon miktarları içindeki CO miktarı 442.78 ton yıl-1, NOx miktarı 83.01 ton yıl-1, PM miktarı 8.01 ton yıl-1 ve VOC miktarı 70.41 ton yıl-1 şeklinde yaklaşık olarak bulunmuştur. Önlem alınmadığı takdirde ildeki kirlilik canlıların hayatını olumsuz yönde etkileyerek çevre ve insan sağlığı üzerinde telafi edilemeyecek sonuçlar meydana getirmesi muhtemeldir.
33	Arslan, H. M., 2017.	AHP-ARAS Hibrit Yöntemi ile Lojistik İşletmelerinin En Uygun Araç Seçimi	Model Önerisi	Lojistik, taşımacılık, toplu araç alımındaki kriterler ve karar analizi metotlarından AHP (Analytic Hierarchy Proses) ve ARAS (Additive Ratio Assesment) yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Özellikle lojistik işletmelerin toplu araç alımı kararlarında bilimsel yöntemlerin uygulanabilirliği ve sonuçları üzerinde durulmuştur. Lojistik karar problemi ARAS ve AHP yöntemleri birlikte kullanılarak analiz edilmiştir. Oluşturulan çözüm modelinin alternatif ve kriterlerinde kısmi değişiklik yapılarak diğer lojistik işletmelerinin farklı karar problemlerinde kullanabilir. Lojistik işletmesinin toplu araç alımında karşılaştığı karar probleminde uygulanmıştır. Karar verici olarak işletmenin yöneticileri kabul edilmiştir. Kriterler ve alternatifler yöneticilerin birbirinden bağımsız olarak bu unsurları puanlamaları ile tespit edilmiştir. İlgili karar probleminin AHP-ARAS hibrit yöntemi ile analizi sonucunda; A2 (Scania) alternatifi birinci sırada çıkarak işletmenin toplu araç alımı için tercih edilen markası olmuştur.

No	Yazar (lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özeti
34	Yılmaz, B., (2018).	Manisa'da partikül madde (PM10) kirliliğinin değerlendirilmesi	Kavramsal Çalışma	Hava kirliliği, birçok dünya ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de insan sağlığı etkileyen ve ekosistemi bozan başlıca sorunlardandır. Hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek amacıyla 2008 yılında yürürlüğe giren "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği" ile 2014 yılından itibaren kademeli azalan sınır değerler tanımlanmış ve PM10 kirliliği için 2019 yılı başında Avrupa Birliği (AB) Hava Kalitesi standartlarına ulaşılabilmesi hedeflenmiştir. Her ne kadar hava kalitesini arttırma çalışmaları devam etse de, 2017 yılına ait hava kirliliği ulusal raporlarında Manisa en yüksek hava kirliliğinin yaşandığı iller listesinde ilk sıralarda yer almaktadır.
35	Mutlu, A. (2019).	Balıkesir şehir merkezinde trafik kaynaklı hava kirliliği seviyelerinin analizi	COPERT Programı Yardımı ile Analiz	Balıkesir il merkezinde trafikten kaynaklanan hava kirliliği seviyeleri incelenmiştir. İl merkezinde bulunan toplam 24 kavşak analiz edilmiş ve bu kavşaklardan geçen taşıt sayımları yapılmıştır. Elde edilen veriler COPERT programı yardımı ile analiz edilerek, kirleticilere ait trafik kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır. İncelenen toplam 24 kavşakta oluşan trafik faaliyetleri neticesinde, sıcak ve soğuk iklim özellikleri dikkate alınarak, yapılan analizler sonucunda yıllık olarak yaklaşık 682 ton CO ve 133 ton NOx emisyonlarının trafik kaynaklı olarak atmosfere salındığı tahmin
36	Mangır vd., (2019).	İstanbul Kent Atmosferinde Trafikten Kaynaklı Emisyon Envanterinin Çıkartılması	Envanter Çalışması	Trafik kaynaklı emisyon gazları olan Karbon monoksit (CO), Karbon dioksit (CO2), Azot Oksitler (NOx), Toplam Hidrokarbonlar (THC) ve Partikül Madde (PM) konsantrasyonları ölçülerek emisyon envanteri çıkartılması hedeflenmiştir. Bununla birlikte; araç teknoloji dağılımı, araç sürme özellikleri ve araç çalıştırma özellikleri ile ilgili araç aktivite çalışmalarıyla birlikte eş zamanlı olarak envanter toplanmıştır. Araç seyir halindeyken, trafikteki gerçek emisyonlarını, hızını ve ivmelenmesini ölçebilmek için GPS'li ve egzoz akış ölçümü yapabilen ölçüm ekipmanları kullanılmıştır.

No	Yazar (lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özeti
37	Kılıç vd., (2016).	Marmara Bölgesi'ndeki Hava Kirliliğinin Modellenmesi, Kirlilik Azaltımı ve Maruziyet Analizi.	Envanter Çalışması	Bölge, hava kirliliği açısından, sahra taşınımları gibi doğal kirletici kaynaklarla beraber, değişik sektörlerden gelen kirletici kaynaklardan etkilenmektedir. Yüksek çözünürlüklü kirletici kaynaklar tespit edilerek, bölgenin meteorolojik koşulları altında kirletici konsantrasyonları tahmin edilmiş, bölgedeki insan nüfusunun maruz kaldığı kirlilik düzeyi belirlenmiştir.
38	Özşahin vd., (2016).	Keşan'da (Edirne) hava kirliliği	Kavramsal Çalışma	Atmosferde çeşitli şekillerde bulunan kirleticilerin, insan ve diğer canlılara zarar verecek düzeye erişmesi biçiminde tanımlanan hava kirliliğinin temel sorumlusu insandır. İnsanın yaptığı beşeri faaliyetler kirleticilerin temel kaynağını (trafik, sanayi ve ısınma sistemleri vs.) oluştururken, doğal çevre faktörleri de kirliliğin etkisini olumlu veya olumsuz biçimde etkilemektedirler. Hava kirliliği, dünya genelinde sağlığa yönelik ilk on risk faktörlerinden olup, önemli bir sorun teşkil etmektedir.
39	Toros & Bağış., (2017).	Hava Kirlilik Modellerinde Kullanılacak Emisyon Envanteri Oluşturulması için Yaklaşımlar ve İstanbul Hava Kirliliği Dağılımı Örneği	Envanter Çalışması	Yol haritalarıyla diğer verilerin kullanılarak emisyon envanterinin oluşturulmasına bir örnektir. Üretilen verilerin yeni nesil hava kirliliği modellerinde kullanılması, modelin başarımının arttırılmasına katkı sağlayacaktır. Çalışma sonuçları hava kalitesinin dolaylı olarak insan ve diğer canlı yaşamının iyileştirilmesi üzerine olumlu etki yapacağı düşünülmektedir.
40	Alkan, A. (2018).	Hava Kirliliğinin Ciddi Boyutlara Ulaştığı Kentlere Bir Örnek: Siirt	Envanter Çalışması	Karbondioksit olmak üzere atmosferdeki konsantrasyonları sürekli artan kirletici gazlar, dünyanın en önemli sorunu olan iklim değişikliği ve çevre sorunlarını doğurmuştur. Kirletici kaynaklara ve coğrafi konumlarına göre dünyanın değişik bölgeleri bu sorunu farklı boyutlarda yaşamaktadır. Hava kirliliği düzeyleri birçok ülke ve kentte halen kabul edilen sınırların üzerinde seyretmektedir. Kirlilik, özellikle endüstriyel tesislerden, konutlarda ısınma amaçlı yakıt tüketiminden ve motorlu taşıt egzozlarından kaynaklanmaktadır.

Tablo 1.1 incelendiğinde yapılan çalışmalarda, emisyon, hava kirliliği ve araçlardaki CO_2 emisyonunu azaltmaya yönelik konuların daha çok ele alındığı, 2016 yılından itibaren benzeri yayınların artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Son 10 yılda düşük emisyon bölgeleri ile alakalı çalışmalar artış göstermekte ve son birkaç yılda ise uygulama yapılan yerlerle alakalı değerlendirme çalışmaları artmaktadır. Özellikle havada bulunan kirletici maddelerin insan sağlığına etkisi ve bu maddeleri azaltmanın yolları da son yıllarda incelenen önemli konulardandır. Çalışmalarda en fazla kullanılan yöntem çeşitli modelleme yaklaşımlarıdır.

BÖLÜM 2. LOJİSTİK VE KENTSEL LOJİSTİK

2.1. Lojistik Kavramı

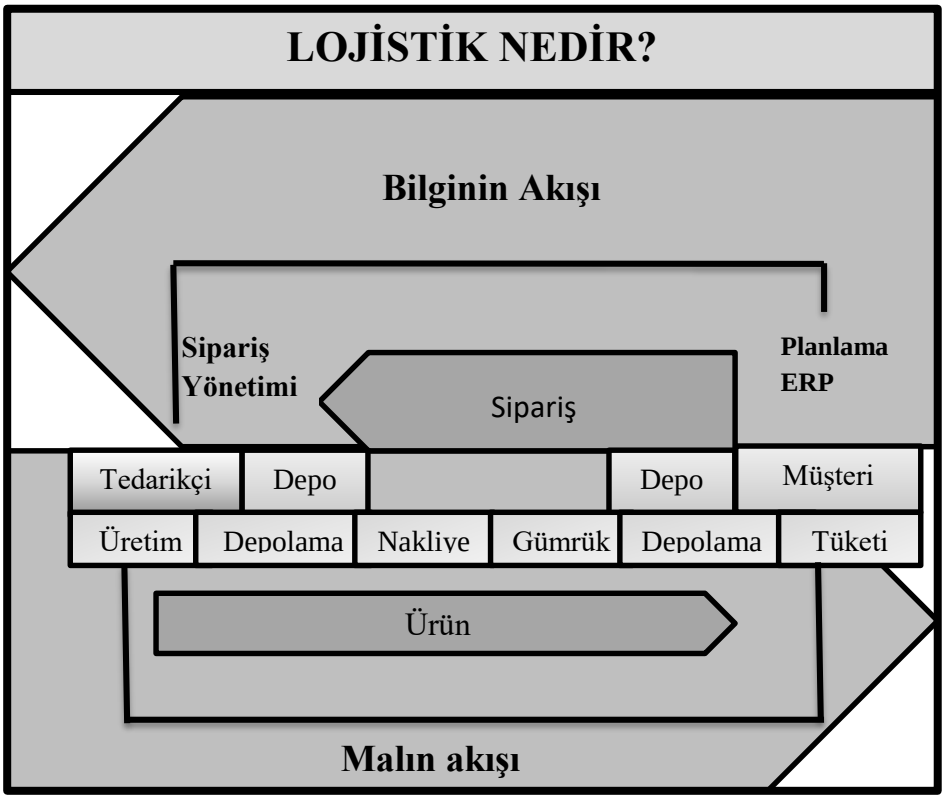
Lojistik; müşterilerin isteklerini karşılayabilmek için, hammaddelerin üretimi ve ürünlerin tüketimi arasında olan tedarik zincirinin içindeki tüm malzeme, servis hizmetleri ve bilgi akışlarının verimli ve etkili biçimde depolanma, planlama, uygulama ve kontrol edilme süreci şeklinde tanımlanmaktadır (Koban ve Yıldırır, 2008: 36).

Lojistik kavramının tarihte geçirmiş olduğu süreçler dikkate alındığında, birden çok tanımı olduğu görülmektedir. Lojistiğin içeriğinin ve etki alanının geniş olması, teknolojik ilerlemeler, kavramla alakalı pek çok tanım yapılmasını sağlamaktadır. Uluslararası birleşme ve bütünleşmeler, ulaşım hizmetlerinin gelişimi, elektronik ticaretlerin yaygınlaşması ve küresel ticaretin artması gibi etmenler, askeri alanlarda uygulanan lojistiği, ticari faaliyetlerde de maliyeti düşüren yapısı ile ön plana çıkarmaktadır (Gülsün ve Erkayman, 2018: 39).

Lojistik; kamu ve özel sektörlerde, malzemelerin, biten ürünlerin ve bunlar ile ilgili bilgi akışlarının, kontrolünün sağlanabilmesi ve planlanabilmesi olarak açıklanmaktadır. Geniş çerçevede incelendiğinde lojistiğin ana misyonu; Belirlenen performans ölçütleri ve kısıtlanan, belirlenen bütçelerin doğrultusunda, doğru yer ve zaman içerisinde, doğru malzemenin elde edilmesinin sağlanmasıdır. Askeri alanda lojistik; asker, yiyecek, yedek parça ve silah temin edilmesi olarak açıklanırken; sivil toplumda ise; kurumların fiziksel ürünlerinin üretimi ve dağıtımı olarak tanımlanmaktadır. Önemli olan; biten ürünlerin, hammaddelerin ve yarı mamullerin, ne zaman ve ne şekilde, depolanacağı, temin edileceği ve taşınacağının belirlenmesi olarak belirtilmektedir (Başkol, 2010: 48).

Lojistik, toplam tedarik zincirlerinin kaynak veya strateji yönetimlerinin zaman yönlü konumlandırılması olarak tanımlanır. Lojistik kararlarının geleneksel olarak, operasyonel, stratejik ve taktiksel olarak sınıflandırıldığı ifade edilmektedir. Aynı zamanda lojistik, çeşitli aşamaların oluşturduğu bir süreç olmaktadır. Bu aşamaları; fonksiyonel, fiziksel gereklilikler aşaması ve kullanım aşaması olarak sıralamak mümkündür. Lojistik yönetimi süreci; müşteri gereksinimlerinin karşılanması için başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar gelen, ürün, hizmet ve bilgi akışının, verimli ve etkin şekillerde akışının

sağlanması ve depolanması sürecinin kontrol edilmesi, planlanması ve uygulanması olarak belirtilmektedir. Lojistik faaliyetlerinin temel olarak altı aşamadan oluştuğunu belirtmek mümkündür. Bunlar; tesis ağı, sipariş işleme, paketleme, stok, malzeme tutma ve taşıma depolama olarak sıralanmaktadır. Bununla birlikte lojistik ağlarda oluşan ilişkilerin, uzun dönemli yapılara sahip oldukları bilinmektedir. Lojistik bir ağ modeli tasarlanırken, ‘’kazan kazan’’ durumunun başarıyla oluşturulması, en önemli ve yol gösteren ilke olarak ifade edilmektedir. Model, tedarikçi ve müşteri arasındaki etkileşime ait üç yönetim düzeyini tanımlamaktadır (Başkol, 2010: 48).



Şekil 2.1. Lojistik kavramı

Kaynak: (T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, 2011: 6).

Lojistik; stok, malzeme elleçleme, depo, güvenlik, bilgi entegrasyonu ve paketlemeyi içermektedir. Lojistik, Yunancada oran, dil, konuşma, rasyonellik, deyim ve neden anlamlarındaki logos sözcüğünden gelmektedir. Loger sözcüğüne dayanan Fransızca “logistics” sözcüğü; askeri alanların hareket, bakım ve tedarik bilimi şeklinde tanımlanmaktadır. Oxford'un İngilizce sözlüğünde lojistik kelimesi; malzeme, çalışan ve tesisin bakım işleriyle ilgilenen askeri bir bilim dalı; farklı bir sözlükte ise, kaynakların vaktinde konumlandırılması şeklinde tanımlanmaktadır (Koban ve Yıldırır, 2008: 36).

2.1.1. Lojistiğin Amacı ve Kapsamı

Lojistik, bireylerin ihtiyaçlarını sürekli şekilde karşılayabilmek için oluşturulmuş bir sistemdir. Sistemin hedefleri genellikle nakliye ve taşımayla ilgilidir. Lojistiğin amacı; işletmelerin varlıklarını sürdürmeleri için, işletmeleri fiyat, hizmet, kalite ve zaman gibi önemli değişkenlere karşı güçlü hale getirebilmektir (Yıldıztekin, 2002: 1);

1. Yönetim ve işletme anlamında lojistik; hammadde temininden üretimine, ürünün tamamlanması ve dağıtılmasından müşterilere ulaşımına kadar olan tedarik zincirinin dahilindeki bütün sevk ve yönetim faaliyetlerinin sağlanmasını amaçlayan bir süreci ifade etmektedir.

2. Modern anlamına bakıldığında lojistik; pazar, zaman ve akış yönelimli olarak düşünülmektedir. Tedarik sürecinin, pazarın, imalat operasyonunun ve dağıtım kanalının, rekabette avantaj sağlayacak ve sürdürecek şekilde bağlantılı hale getirilmesi, alt hedeflerden biridir.

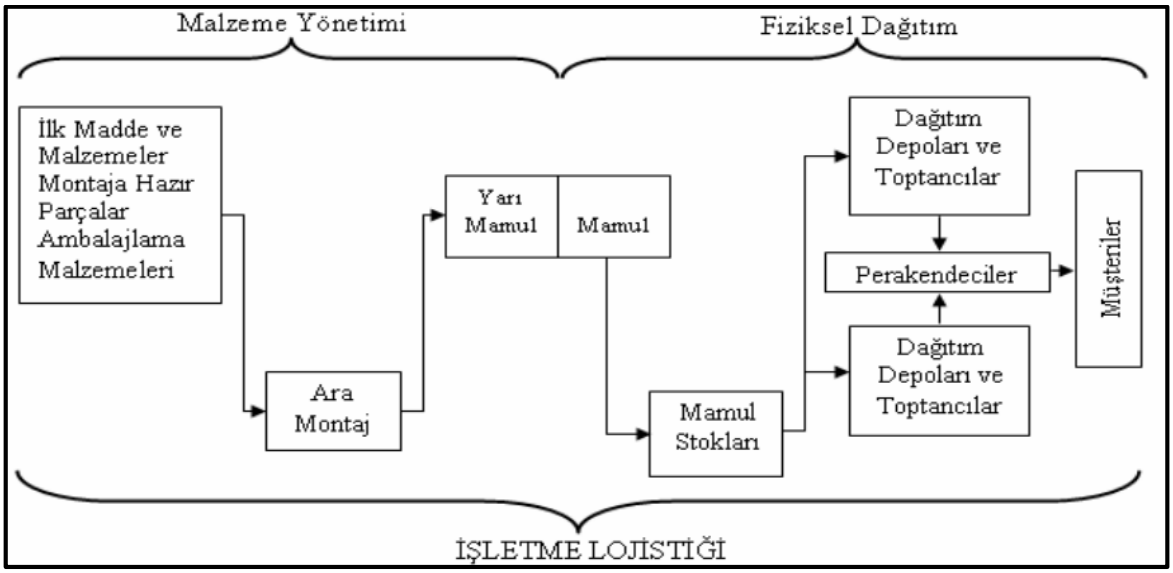
3. Lojistik; hizmet düzeyinin iyileştirilmesine, verimliliğin ve satışların artırılmasına yardımcı olmaktadır.

4. Lojistik, farklı alanların oluşturduğu faaliyetler bütününü ifade etmekte ve ilgili alanların işbirliği içinde olmalarını gerektirmektedir.

5. Pazarlama ve tasarımın lojistik faaliyetlerdeki en önemli etkisi; malzeme ihtiyaçları, dağıtım ihtiyaçları ve akışın yönetimi üzerinedir.

Lojistik kullanımındaki amaçlar, aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Tanyaş, 1997: 269);

1. Hızla yanıt verme (Sipariş ve teslimat arasındaki süre)
2. Az sayıda stok
3. En düşük maliyet (Yüklerin konsolidasyonu ve verimliliği)
4. Kalite (Performans ve hasarsızlık)
5. İzlenebilirlik (Yük, kap takipleri, araç)
6. Sürdürülebilirlik (Yedek parçalar, ambalaj malzemeleri, yaşam desteği, çevre duyarlılığı ve geri dönüşüm)



Şekil 2.2. İşletme Lojistiğinin Kapsamı

Kaynak: (Long, 2004: 404).

Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı gibi işletmedeki lojistik, fiziksel dağıtımla malzeme yönetimini ele alarak iki açıdan incelenmektedir. Malzeme yönetimi; madde, parça ve malzeme gibi kaynakların tedarikçilerden alınıp üretim noktasına getirilmesini ifade etmektedir. Fiziksel dağıtım ise, ürünlerin üretim noktasından alınarak ürün stokları, dağıtım depoları, perakende satış noktaları ve son olarak tüketicilere ulaştırılma faaliyetlerini kapsamaktadır. Faaliyet alanlarının ikisinde de taşıma, stok yönetimi, depolama gibi faaliyetler yerine getirilmektedir. İşletmelerde uygulanan bu faaliyet türleri, işletmelerdeki lojistiğin esas çalışma alanlarını oluşturmaktadır (Gümüş, 2009: 102).

2.1.2. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi

Lojistik faaliyetler, tarihin derinliklerinden gelmekte olan ve günümüzün modern işletmecilik anlayışında önemli stratejik bir yere sahip olduğu bilinen hizmet alanları olarak açıklanmaktadır. Verimli ve etkin şekillerde yapılan lojistik faaliyetlerle, hem verimlilik hem de değer avantajı yaratılmakta ve daha yüksek müşteri değerlerine ulaşılabilmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda da, işletmenin faaliyette bulunduğu sektörde, rakiplerine kıyasla öne çıkabildiği tespit edilmiştir. İşletmelerin yapmış olduğu lojistik faaliyetlerin yarar sağlayabilmesi için de, faaliyetlerin bütünsel performanslar sistemi içerisinde ele alınması gerekmektedir. Lojistik faaliyetlerin sonunda işletmelerin maliyetleri incelendiğinde; lojistik maliyetler ile yapılan, maliyeti düşürme çalışmalarının,

işletmelerin karlarına önemli oranda katkılar sağladıkları gözlemlenmektedir (Gümüş, 2009: 102).

Yöneticilerin değerini anlamaya başlamasıyla, lojistiğin gelişimi hızlanmıştır. 1996 senesinde Deloitte & Touche adlı işletme, işletmelerin %90'ının lojistik konusunda kendilerini geliştirdiklerini veya iki sene içinde gelişim planları yaptıklarını belirtmiştir. Değişim hala devam etmekte, bunun sebepleri de şu şekilde sıralanmaktadır (Waters, 2007: 1-2);

1. Lojistiğin, doğru yönetilmesi gereken bir fonksiyon olduğunu kabul etmek,
2. Lojistik ve tedarik zinciri hakkındaki kararların, işletme performansına önemli derecede etki ettiğini fark etmek
3. Yüksek maliyetteki lojistiğin tasarruf fırsatları oluşturması
4. Müşteriyi tatmin etmenin artan önemini ve bu durumun da lojistiğe bağlı olduğunu kabul etmek
5. Lojistik kullanıcısı ve sağlayıcısı için yükselen rekabet, toplam kalitenin yönetimi; yalın operasyon, esnek operasyon, zaman sıkıştırma gibi yeni operasyon çeşitleri,
6. Uluslararası ticaretteki sürdürülebilir büyüme,
7. "Amerika Serbest Ticaret Anlaşması" gibi yeni ticari alanlar,
8. Elektronik veri değişimi (EDI), B2C, B2B ve elektronik ticaretlere imkan sağlayan gelişmiş olan iletişim teknikleri,
9. Araç teknolojileri, intermodal sistem, izleme-tanıma sistemi, geliştirilen araç tasarımı gibi daha yeni ve geniş teknolojiler,
10. Stratejik birleşimler, işbirlikleri ve ortaklıklarla işletmelerin bütünleşmesi,
11. Belirlenen alanlarda endüstri standartlarına etki eden büyük işletmelerde tedarik zincirinin içerisindeki gücün değişimi
12. İşletmelerin kendilerine ait operasyonlara odaklanmaları; lojistik uygulamaları dış kaynak yöntemiyle farklı işletmelere yönlendirmeleri,
13. İşletmelerde basitçe ürün üretmek yerine, müşterilerin taleplerini tatmin eden fonksiyonlara odaklanmak,
14. Tedarik zincirinde talepleri karşılayabilme yeteneği hakkında artan endişe,

15. Atık, trafik, çevresel konular, kirlilik gibi sorunlar sebebiyle, çevre zararları ve değişen davranışlar hakkında büyüyen endişe,

16. Nakliye maliyeti, düzenlemeler, sorumluluklar, sahiplik ve kullanım konusunda değişiklik gösteren devlet politikaları.

2.2. Kentsel Lojistik Kavramı

Kentsel Lojistik (*urban logistics, city logistics, urban freight transport*), kentsel alanlarda farklı şirketler tarafından gerçekleştirilen lojistik ve taşıma faaliyetleridir. Bu faaliyetler gerçekleştirilirken trafik altyapısı, koşulları ve güvenliği ile birlikte çevresel etkiler ve enerji tasarrufu dikkate alınır. Kentsel lojistiğin uygulanmasında 4 temel ilke esas alınır. Bunlar, mobilite (hareketlilik), sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik ve dirençliliktir. Bu 4 ilke kentsel lojistikte belirlenecek amaçları yerine getirecek yapı taşlarıdır. Hareketlilik ilkesi ile ürünlerin şehir içinde her alana ulaşması, kara-demir-deniz-hava yolunun etkin kullanımının sağlanması ve daha az trafik sıkışıklığı hedeflenir. Sürdürülebilirlik ilkesi ile hava kirliliği, gürültü gibi çevresel olumsuz etkilerin en aza indirilmesi, enerji tüketiminin minimize edilmesi amaçlanır. Yaşanabilirlik ilkesi, toplumun sağlığını ve refahını, trafik güvenliğini ve sessizliği amaçlar. Dirençlilik ilkesi ise olası afet durumunda hizmetlerin aksamamasını güvence altına almaktadır. Bu temel ilkeler ışığında Kentsel lojistik; küresel rekabet gücünü, verimliliği, çevreye uyumu ve trafik sıkışıklıklarını gidermeyi, güvenli nakliyatı, minimum enerji sarfiyatı ile maksimum verim almayı ve işgücü verimliliğini hedefler (Tanyaş, 2016).

Kentsel lojistik, kentlerdeki yük taşımacılığının sosyal, kültürel, çevresel, trafik, ekonomik, mali ve enerji tüketimi ile ilgili etkilerini dikkate alarak, lojistik faaliyetlerin pazar ekonomisi çerçevesinde eniyilenmesidir (İnaç, 2012). Şehrin yaşam kalitesini arttırmak için şehir alanlarındaki yük hareketlerinin niteliği önem arz etmektedir. Kentsel lojistiğin ilkelerini etkin bir şekilde uygulamak önemlidir. Pazar şartlarının gereklerini göz ardı etmeden en optimum şekilde ihtiyaçların karşılanması ve kentsel tarafların tümünün memnun olması önem arz etmektedir. Kentsel alanlarda karayolunun önemi azımsanmayacak derecededir. Ancak topluma ve çevreye verilen zarar da aynı şekilde düşündürücüdür. İntermodal taşımacılığın arttırılması, deniz yolu ve demir yolu taşımacılığının yük taşımada da kullanılması ve trafikteki araçların doluluk oranı, yakıt

cinsleri ve yaşlarının düzenlenmesi gerekmektedir. Karayolu taşımacılığının çevreye en önemli olumsuz etkisi gürültü ve hava kirliliğidir.

Kentsel lojistik, "bireysel taşıma aracı" yerine, "toplu taşıma aracı" yaklaşımını ön plana çıkarmaktadır. Kentsel lojistik, hava kirliliği, ulaşım tıkanıklığı, karbon emisyonu ve gürültü kirliliğinde sürdürülebilirlik baskısı sebebiyle, dünyanın birçok şehrinde güncel endişe kaynaklarından biridir (Eğercioğlu ve Doğan, 2016: 492).

Yerleşim alanlarında olan lojistik uygulamalarının süreçlerini kapsayan kentsel lojistikte, müşteri memnuniyeti büyük önem taşımaktadır. Bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle beraber lojistiğin süreçleri daha verimli yönetilmektedir. Birbirinden uzak birimler, bilgi teknolojilerinin sayesinde diğer birimlere ait bilgilere ulaşmaktadır. Yerleşim merkezlerine etki eden lojistiğin daha verimli performansla ve az maliyetle, güvenilir ve hızlı hale gelmesi için incelenme, planlanma, uygulanma ve iyileştirilme işlemleri, kent lojistiğinin ilgi alanına girmektedir (Beşli, 2004: 42-43).

2.2.1. Kentsel Lojistiğin Amacı ve Kapsamı

Kentsel lojistik uygulamaları; lojistik faaliyetlerde daha yüksek verim sağlamayı ve daha sonra yerleşim merkezlerindeki sosyal ve ekonomik hayatı pozitif yönde iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Kentsel lojistiğin iyileştirilmesiyle; bireylere ve doğaya olumsuz etki eden faktörlerde (hava ve gürültü kirliliği, trafik gibi) azalma sağlanmaktadır. Kentlerdeki ekonomik durumlar, coğrafi konum, gelir düzeyindeki fark, bireylerin çeşitli tercihleri ve nüfustaki yoğunluk gibi faktörler, kentsel lojistik uygulamaların gelişmesini zorlaştırmaktadır (Zunder vd., 2014: 266).

Kentsel lojistik, sürdürülebilen şehir hayatı için büyük önem taşımasına rağmen büyümekte olan bir problem olarak çözümünü beklemektedir. Dünyadaki yerleşim merkezlerinde önlemleri planlayıp değerlendirmek için çeşitli kentsel lojistik politikalar uygulanmaktadır. Kentsel lojistik; özel işletmelerde taşımacılık ve lojistik faaliyetlerinin, enerji tasarrufuna dikkat edilerek ve ileri düzey bilgi işlem yöntemleri kullanılarak optimize edilme süreci şeklinde tanımlanmaktadır. Bu süreçlerin, nüfus yoğunluğu yaşanan

yerleşim merkezlerinde, trafik yoğunluğu ve güvenliği gibi konular göz ardı edilmeden gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Örselli ve Akbay, 2019: 228).

Tablo 2.1. Kentsel Lojistik Amaçları

EKONOMİK AMAÇLAR	ÇEVRESEL AMAÇLAR	SOSYAL AMAÇLAR
Altyapının ekonomik kalkınma çerçevesinde sağlanması	Sağlıklı ve güvenli taşımacılık imkânlarının arttırılması	Toplumun bütün kesimlerinin ulaşım hizmetlerinden yararlanabilmesinin sağlanması
Ucuz, hızlı ve yüksek kapasiteli lojistik hizmetin sunulması	Taşımacılığın neden olduğu yerel, bölgesel ve küresel kirliliğinin azaltılması	Ulaşım politikalarının düşük gelirler üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkilerin azaltılması
Tıkanıklığın azaltılması	Alan kullanımının azaltılması	Ulaşım politikalarının belirlenmesinde demokratik katılımın sağlanması
Kırsal alan ile kentsel alan arasındaki bağlantıların oluşturulması	Ulaşım planlarına çevresel ve ekonomik boyutların dâhil edilmesi	Tarihi dokuların zarar görmemesi
Farklı ulaşım türlerine imkân verilmesi	Ulaşımda çevresel ağırlıklı stratejik yapının oluşturulması	
Lojistik altyapısına ayrılan maddi imkânların arttırılması		

Kaynak: (Cracknell, 2000: 1).

2.3. Kentsel Lojistiğin İlkeleri

Kentsel lojistikte stratejik başarılara ulaşmak için esas vizyon; hareketlerdeki serbestlik, sürdürülebilirlik ve yaşanabilirlik olarak tanımlanmaktadır (Taniguchi vd., 2003: 545). Bu kısımda, hareketlilik (mobilite), yaşanabilirlik, sürdürülebilirlik ve dirençlilik konularına yer verilecektir.

2.3.1. Hareketlilik (Mobilite)

Hareketlilik, yolcu ve yüklerin kent içinde hareket ettirilmesi seviyesi olup artırılabilmesi için sosyo-ekonomik gelişmenin hızlandırılması, yolcu ve ürünlerin her yöne güvenli ve kolay bir şekilde taşınması için tüm taşımacılık ağında ulaşılabilirliğin artırılması, taşıma süreleri ve maliyetlerinin azaltılmasıdır. Kentlerin ve buna bağlı olarak kent hayatının da değişmekte ve gelişmekte olduğu yerlerde, yaşayan insanların ulaşım,

yeme-içme gibi ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için birçok lojistik faaliyetin gerçekleştiği bilinmektedir. En önemli lojistik faaliyetlerden olan kent içi yolcu ve yük taşımacılığının, zaman içerisinde gitgide büyümekte olan ve çözümlenmesi gereken bir sorun haline geldiği ifade edilmektedir. Çünkü kentlerdeki yolcu ve yük taşımacılıkları; yüksek enerji tüketimlerine, trafik sıkışıklıklarına ve negatif çevresel etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle sorunların çözülebilmesi için, "kentsel lojistik" alanları ortaya çıkmaktadır. Kentsel lojistik; kent içerisinde bulunan veya kente girip çıkan yolcu ve ürünlerin hareketlerinin, değerlendirilmesini, planlanmasını, denetlenmesini, organize edilmesini ve uygulanmasını kapsayan alanlar olarak tanımlanmaktadır. Bu hareketlere dair yapılmakta olan bilimsel çalışmaların esas amaçları; bu unsurlarda yaşanan olumsuz etki ve verimsiz faaliyetlerin belirlenerek, çözüm geliştirebilmek olarak ifade edilmektedir. Kentsel lojistik kavramı; çevre bilimi, ekonomi, matematik, sosyal bilimler gibi birçok disiplinler arası yaklaşımla yakından ilişkili olmaktadır (Akben ve Bahçeci, 2018: 212).

Kentlerde, lojistik ilkelerine uyan ve iyi planlanmış şekillerde icra edilen toplu taşımaların, verimliliği artıracağı belirtilmektedir. Kentsel lojistik, yerleşim bölgesindeki lojistik faaliyetlerin, planlanması, incelenmesi, iyileştirilmesi ve sürdürülmesi konularını kapsamaktadır. Kent lojistiği kavramı, kentlerde yaşayan halk, tüm lojistik şirketleri, yerel yönetimler ve diğer sektör şirketleri kadar önemli olmasına rağmen; uluslararası literatürlerde, farklı dillerde yazılan kaynak sayısı, diğer lojistik alanlarına göre az olmaktadır (Akben ve Avşar, 2019: 1399).

Giderek artan şehirleşme düzeyi ve nüfus; sürdürülebilir, etkin ve yeni sistemleri talep etmektedir. Emisyonsuz ve sessiz elektrikli araba, şehirlerde temiz ve yüksek düzeyde kişiselleştirilmiş mobilite sağlayan bir seyahat yöntemi olarak gelecekteki yerini belirlemektedir. Mobiliteyi sağlayan seyahat yöntemlerinin nedenleri şu şekilde sıralanmaktadır (Tanyaş vd., 2011: 36);

1. Sosyal ve ekonomik gelişmeleri hızlandıracak, küresel tedarik zincirinin içinde kalmayı sağlayacak hareketliliği yükseltecek ve sürdürülebilir bir lojistik altyapısının oluşturulması

2. Büyükşehirlerin ticaret ve sanayi merkezleri, büyük limanlarla önemli kara sınırlarının ulaştırma koridorlarıyla birbirlerine bağlanması,

3. Üretimden tüketime kesintisiz hareketler için nakliye seçenekleri, maliyetleri ve süreleri konusunda müşterilere gerçek zamanlı bilgi paylaşımlarının sağlanması,

4. Hareketliliği engelleyecek kriz durumlarına karşı, hareketliliği sürdürecek planların yapılması,

5. Taşımacılık ve lojistikte küresel bakış açılarının ve uluslararası işletmelerle işbirliğinin artırılması, uluslararası seviyede entegrasyonun sağlanması,

6. "Avrupa Taşımacılık Alanı" sistemi ile uyum sağlanması

2.3.2. Yaşanabilirlik

Yaşanabilirlik kavramı; kentteki lojistik uygulamaların, sosyal yaşama ve yaşam kalitesine olan olumsuz etkilerinin minimize edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Yaşanabilirlik, hareketlilik, dirençlilik ve sürdürülebilirliğin optimize edilmesini amaçlayan kentsel lojistik çalışmaları, genellikle yöneticiler tarafından değerlendirilmektedir (Öztopcu ve Salman, 2019: 167).

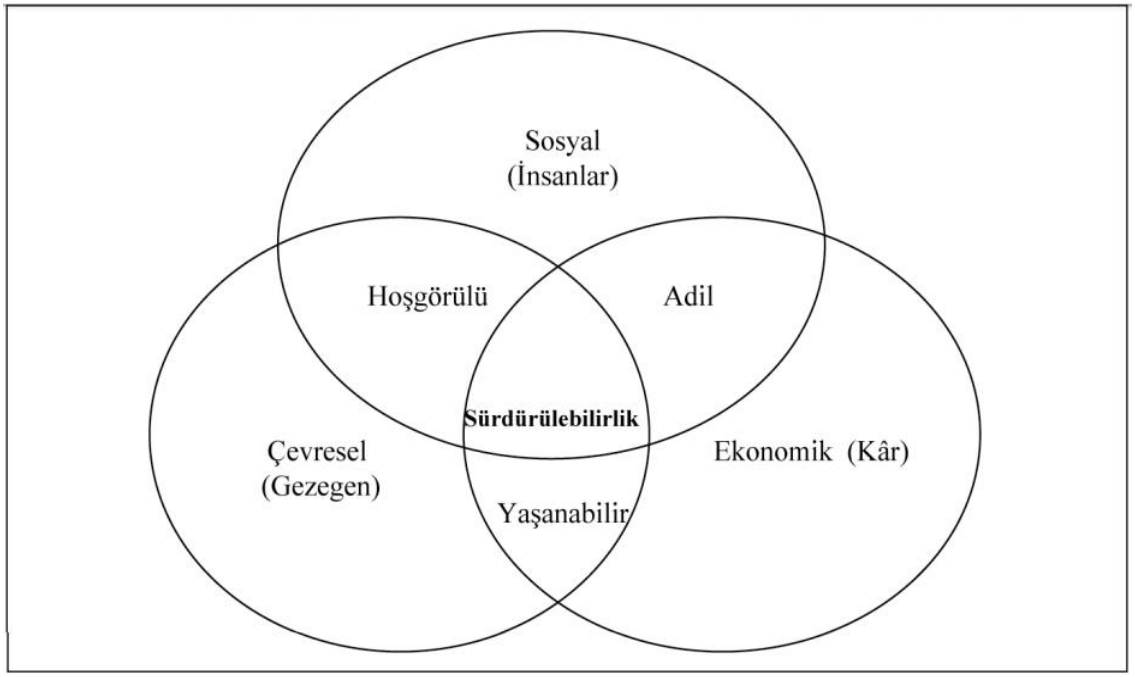
Kentsel lojistik, gittikçe artan oranlarda kent yaşamını seçen insanların ekonomik, kültürel ve sosyal yaşam standartlarını azaltmadan efektif ve güvenli biçimde sürdürmelerine odaklanmaktadır. Ayrıca trafik yoğunluğu, gürültü düzeyi, sağlık ve ulaşılabilirlik gibi temel konulara da odaklanarak, yaşanabilirliği yüksek kent planlamasına ve planlarla ilgili strateji geliştirilmesine dikkat çekmektedir (Tuzkaya vd., 2015: 461).

2.3.3. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, gelecek zamandaki ihtiyaçları tehlikeye atmadan, bugünkü ekolojik, sosyal ve ekonomik sistemlerin beraber planlanmasını ifade etmektedir. Sürdürülebilir hayat, yeni nesillerin ihtiyaçlarına cevap verme yeteneğine dokunmadan bugünkü ihtiyaçların karşılanması şeklinde tanımlanmaktadır (Mucan vd., 2016: 69).

Sürdürülebilirlik; sosyal, yaşamsal, çevresel ve ekonomik özelliklere sahip bir yaklaşımdır. İklim krizi ile ortaya çıkan, insan eli ile yaratılan küresel sorunların çözüm planlamaları bakımından, sürdürülebilirlik kavramı büyük önem taşımaktadır. Doğal çevrelere karşı artış gösteren farkındalık, son zamanlarda tüketicilere sunulan çevreci yöntemlere ve ürünlere yansımaktadır. İşletmeler, süreçlerini ve ürünlerini yeşile çevirme

amacıyla, faaliyetlerinin sosyal ve çevresel etkilerini azaltıp, sürdürülebilir program geliştirmeye başlamaktadır (Kaypak, 2011: 19).



Şekil 2.3. Sürdürülebilirliğin Üç Boyutu
Kaynak: (Corrêa ve Xavier, 2013: 20).

Çevresel sürdürülebilirlik; var olan neslin gereksinimlerini, doğal kaynaklar yenilenemeyecek duruma getirilmeden, çevre tahrip edilmeden, gelecek nesillere aktaran iktisadi bir sistem şeklinde tanımlanmaktadır. Sürdürülebilirliğin, var olan üretim ve tüketim yöntemlerini ikame eden ve modern dünyadaki sorunların çözülmesi için destek veren niteliğe sahip olması gerekmektedir (Mucan vd, 2016: 59).

Politikaların üretilmesi için tüketiciler, çalışanlar ve baskı grupları gibi tüm toplulukların ortak tavırda olmaları oldukça önemlidir. Sürdürülebilirliğin; uzun vadeli politikaların hedefi olması, özel paydaş desteğini gerektirmesi, kamu veya özel işletmelerin amaçları arasında oldukça yakın bir etkileşiminin olması, konunun daha güncel bir hale gelmesini sağlamaktadır. Tüketiciler ile işletmeler, yelpaze içinde gereken hareketlilik ve kapasiteyi göstermediği müddetçe hedeflere ulaşmak olanaksızdır (Dyllick ve Hockerts, 2002: 130).

2.3.4. Dirençlilik

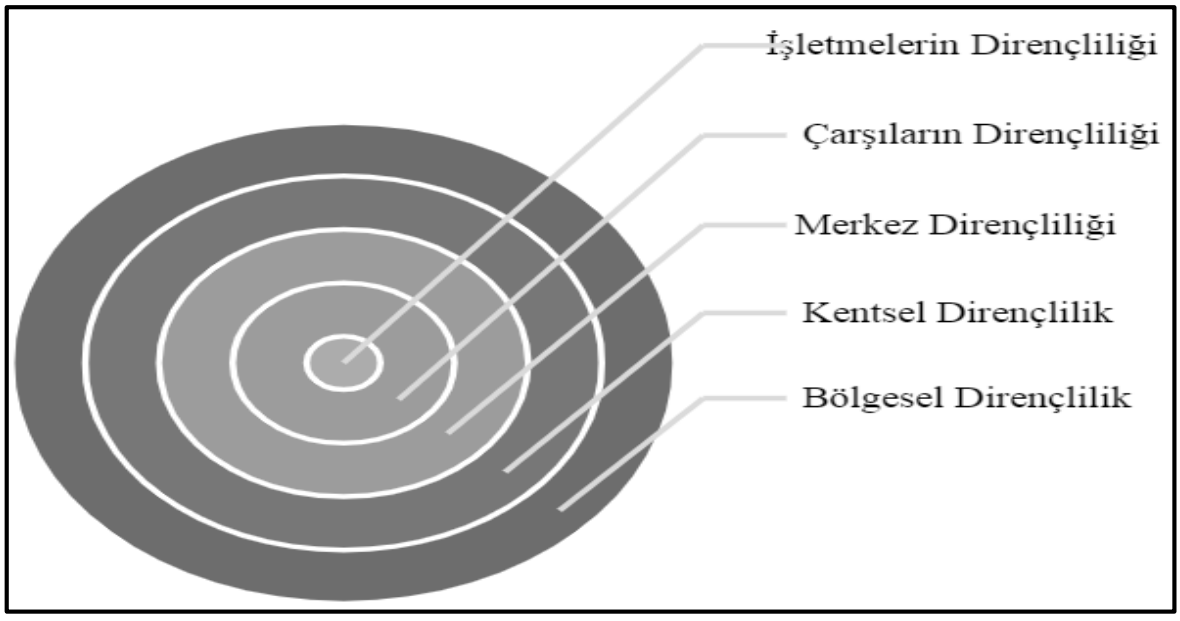
Dirençlilik kavramı kentlerde doğal afet sonucu veya insan eliyle gerçekleşen bozulmalar neticesinde mümkün olduğu kadar hızlı toparlanma yeteneği şeklinde tanımlanmaktadır. Dirençlilikte dört boyut bulunmaktadır (Bruneau, 2003: 737);

1. Sağlamlık; çalışanların, analiz ünitelerinin ve diğer sistemlerin fonksiyon kaybetmeden, bozulmalar yaşamadan verilen şiddete dayanma kabiliyetidir.

2. Yedekleme; mevcut çalışanları, analiz ünitelerini ve diğer sistemleri yerine koyabilme derecesidir. Farklı bir ifadeyle; herhangi bozulma, parçalanma veya işlev kaybı halinde ihtiyaçların karşılanması için alternatiflerin bulunmasıdır.

3. Başa çıkabilme; sorunları tanıma kapasitesidir. Öncelikler gözetilerek bazı çalışanları, analiz ünitelerini veya diğer sistemleri bozan bir tehdit karşısında kaynakları harekete geçirebilme, amaçlara ulaşabilmek için insan kaynaklarını ve materyalleri kullanma kabiliyetidir.

4. Hızlılık; önceliklerin yerine getirilmesi ve zamanında amaçlara ulaşabilme kapasitesi; ürün ve hizmetin ulaştırılmasıdır.



Şekil 2.4. Çalışma kapsamında makro ölçekten mikro ölçeğe kadar dirençlilik
Kaynak: (Bruneau, a.g.e.).

Dirençlilik kavramı, kentsel sistemlerin özelliklerinden birini temsil etmekteyken; sürdürülebilirlik, tercih olarak toplumun amacı şeklinde görülmektedir. Dirençlilik, sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli bir niteliğe sahip olmakta; dirençliliğin

kaybolması, sistemdeki değişikliklerle mücadele edebilme yeteneğinin azalmasına sebep olmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmalar, kent alanlarında değişikliklerle karşılaşıldığında sistemlerin kendilerini adapte etmeleri için esnekliklerini artırmaktadır. Ekonomik, çevresel ve sosyal kararların arasında etkileşim sağlamaya yönelik, öncelikle iyi stratejiler geliştirip üretebilmek için aşağıda yer alan, yol gösteren ilkelerden meydana gelen kentsel dirençliliği değerlendirmek gerekmektedir (Haase vd., 2014: 408-409);

1. Yeniliklere desten veren sürdürülebilirlik: Kentlerde yenilik gerçekleştirecek pek çok konu bulunmaktadır. Yenilik, sürdürülebilir biçimde tasarlanmadığı takdirde, problemlere yol açabilir. Örneğin; yeni planlanan mekanlar, eski işlevli ve geleneksel olan aynı kategoride yer alan mekanları etkilememektedir. Geleneksel mekanlardaki sürdürülebilirlik, yenilerin ortaya çıkışıyla strateji, politika ve plan kapsamında desteklenmektedir.

2. Çeşitliliğin sağlanıp korunması; çeşitlilikten kasıt, ekonomik sektördeki çeşitliliktir. Ekonomik sistemlerdeki işlev çeşitliliği, kentsel sürdürülebilirliğin sayesinde gelişimini arttırıp dış baskılardan veya şoklardan kendini kurtarmaktadır. Ekonomik sektör çeşitliliği, yaşanan değişimlere yanıt verme anlamına gelmektedir. Kent ekonomiğinin parçalarından biri olan arazi kullanımının çeşitliliği, sürdürülebilirliğe etki etmektedir (Hans ve Spreiregen, 1967: 1).

3. Sistemlere etki eden bileşenlerin üzerinde odaklanmak; kent sistemleri, karışık sistemlerdir. Kentsel sistemlerin bileşenleri, diğer bileşenlere bağımlı olmamaktadır. Sistemin bileşenlerinde yapılan iyileştirmeler, sistemin verimli ve kalite bir biçimde çalışmasını sağlamaktadır. Örneğin; kentin altyapısında, su sirkülasyonuna yönelik yapılan iyileştirme, halkın refahını ve sağlığını artıran bir niteliğe sahiptir (Jacobs, 2016: 6).

4. Sosyal sermayeler yaratmak; çevre sorumluluğunun sağlanması ve toplumların kaynaklara adilce erişip onlardan faydalanabilmesi için sosyal sermayelerin yaratılabilmesi gerekmektedir. Yerel işletmeler, kent kapasitesinin geliştirilmesinde sürdürülebilir çözüm yolları sunmaktadır. İşletmelerin, güçlenmeleri için diğer işletmeler ile ağ oluşturmaları gerekmektedir. Örneğin kentlerde kopuk halde bulunan işletmeler, toplumu etkilemede geri planda kalırken; bir kaç işletmenin birlikte sosyal ağ oluşturarak çeşitliliği artırması, daha çok tüketiciyi ortama çekmektedir (Folke, 2004: 1).

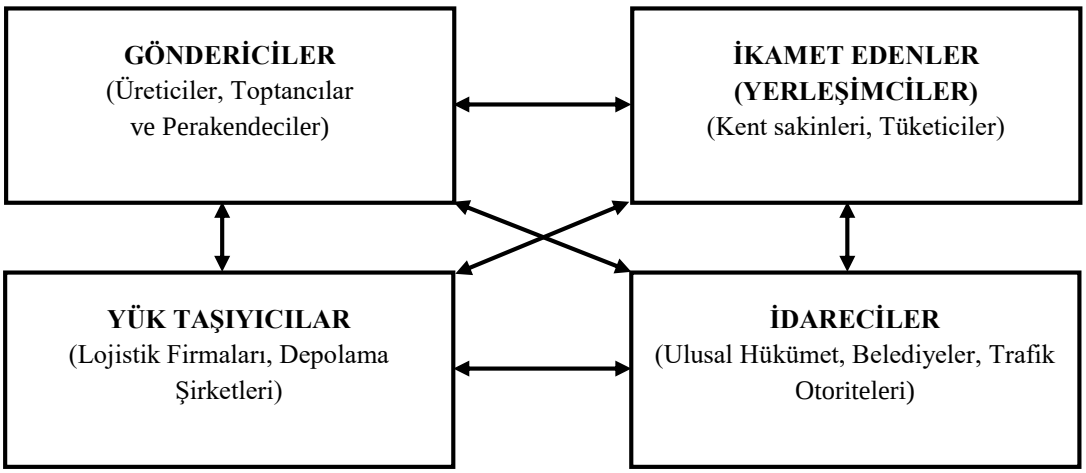
5. Kent yönetişim süreçleri; kentsel sistem ve çeşitlilik hizmetlerinin etkileşimi; etkin, işbirlikçi ve disiplinli bir yaklaşımla olmaktadır. Çeşitlendirilen, yerel özelliklere

dikkat çeken, bütüncül, kapsamlı, etkili kent program ve politikalarıyla kent dirençliliği sağlanmaktadır.

6. Küresel ve yerel ölçeklerdeki bağlantılar; ulusal, yerel ve uluslararası düzeyde bağlantıların ve işbirliklerinin kurulması, sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi bakımından önem taşımaktadır. Kentlerin farklı bölge ve sistemlerle ilişki kurması, kaynaklarını verimli kullanması bakımından önemli olup kent dirençliliğine katkı sağlamaktadır.

2.4. Kentsel Lojistiğin Tarafları

Kentsel lojistikte ana aktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;



Şekil 2.5. Kentsel Lojistikte Ana Aktörler

Kaynak: (Savrun ve Mutlu, 2019: 368).

Sistem yaklaşımıyla incelendiğinde kentsel lojistikte birbirleriyle ilişkili dört temel bölüm bulunmaktadır. Bunlar (Taniguchi vd., 2012: 9);

1. Taşıtanlar; perakendeciler, üreticiler ve toptancılardır.
2. Yük Taşıyanlar; depolama şirketleri ve nakliyecilerdir.
3. Tüketiciler; şehirde yaşayan kişilerdir.
4. Politikaları belirleyenler; merkezi ve yerel idarelerdir.

Bu kısımda, üreticiler, dağıtıcılar, taşıyıcılar ve yerel yönetimler konularına yer verilecektir.

2.4.1. Üreticiler

Üretim lojistiğinde temel amaç belli bir ürün üretimini istenilen nitelik ve miktarda gerçekleştirmektir. Bilgi ve mal akışının yönetilmesini sağlamaktadır. Üretim lojistiğiyle

işletme bünyesinde olan bütün mal akışı ve planlanan bütün üretim faaliyeti için süreç kontrolü ve yönetimi gibi durumlar etkin olarak yürütülmektedir. İşletmede tamamlayıcı faktör görevi üstlenmektedir (Markus vd., 2002: 179).

Üreticilerden ürünün toplanmasını, depolanmasını ve müşteriye dağıtılmasını sağlamaktadır. Fabrika içinde taşıma, üretilmiş ürünleri çıkış ambarlarından dağıtım kanalına ve müşterilere ulaştırılabilmeye kadar geçen tedarik zincirleri yönetiminde üretim lojistiği, stratejik kararlar ile belirlenmektedir. Optimal üretim işletmenin belirlediği amaçlara ulaşması bakımından önemli avantajlar oluşturmanın en doğru anahtarı olmaktadır (Nakiboğlu, 2007: 187).

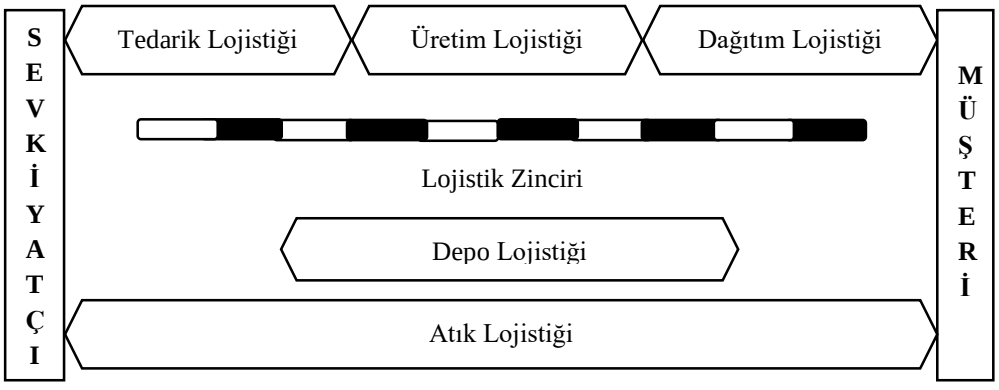
Kentsel lojistik, tedarik noktalarıyla kentlerdeki tüketiciler arasında bağlantıyı sağlaması bakımından üreticiler için önemli olmaktadır. Kentsel lojistik, tüketim, üretim noktalarına en planlı, hızlı, doğru ve hasarsız taşıma yapmayı öğretmektedir. Diğer taraftan da verilecek hizmetin kentte trafik sıkışıklıklarına sebep olunmamasını, üretilen ürünün insanın sağlığının tehlikeye atılmamasını, sadece bugün için değil yıllar sonra bile kullanılacak bir alt yapının kurulmasını öğretmektedir (Tanyel vd., 2009: 12).

Önemi ülkemizde son zamanlarda daha fazla anlaşılan kentsel lojistik yaklaşımıyla alakalı, yurt dışındaki farklı üniversitelerde "city logistics institute" gibi birimler kurulmuştur. Buralarda enstitülerin koordinasyonluğunda projeler ve akademik çalışmalar yürütülmektedir. Şehir içinde yük taşıma, kullanılan malların geriye akışını da kapsamış olan tüketici mallarını yalnızca perakende olarak değil, üretme gibi başka sektörlerin kapsamında ihtiyaç bölgesi ve şehir içlerine sevkiyatını yapmaktır. Ürünlerin şehirde perakende şekilde dağıtılması atık toplanma faaliyetlerini de içeren kentlerde yaşayan insanlar için hayati değeri bulunan faaliyetlerden meydana gelmektedir. Kentlerde malların toplanması ve dağıtılması faaliyeti, ekonomik güçleri, yaşam kalitelerini, erişebilirliğini ve şehrin cazibesini etkilediğinden kentte yaşayan insanlar üstünde önemli yere sahip olmaktadır. Kent içi yük taşımak, ürünlerin evlere ve mağazalara ulaşmasını sağlamaya çalışmaktadır. Kentte oturanlar için çalışma ortamı oluşturan önemli sektör olmaktadır (Babacan, 2003: 8).

2.4.2. Dağıtıcılar

Dağıtım lojistiği; bütün sürecin yerine getirilip tamamlanmasını, üretilmiş ürünlerin müşterilere ve pazarlara ulaşmasını ifade etmektedir. Süreç, fabrikadaki elleçleme ve tanıma; çıkıştan dağıtım kanalları ve müşterilere dek uzanan zinciri içine alan tümleşik faaliyetleri kapsamaktadır. Fiziksel dağıtımın yerine gelmesini sağlamaktadır. İşletmelerde üretimin satış ve sürüm piyasasıyla ilişki kurması bakımından köprü görevi üstlenmektedir. İşlem ürünlerin üretim yerinden ayrılmasıyla başlayıp son müşteriye kadar olan süreci kapsamaktadır (Markus vd., 2002: 182).

Dağıtım lojistiğinde alınan taleplerin verilen sözlere göre başarılı biçimde yürütülmesi dağıtım lojistiğinin zincirdeki son halka olarak görülmesini sağlamaktadır. Müşteri ilişkilerinin yönetiminde dağıtım lojistiğinin önemli bir parça olduğu söylenebilir. Dağıtım lojistiğinde somut görev, dağıtım noktasından hareketle kalite, miktar ve çeşit bakımından doğru ürünlerle, doğru biçimde, yerde ve zamanda düşük maliyette hizmet sunmasıdır. Kriterlerin yerine getirildiği durumlarda aktif lojistik hizmetinden bahsedilmektedir. Tedarik lojistik, lojistik girdilerin etkisiyle yürütülen ve üretici ile tedarikçi arasında olan lojistiğe denilmektedir. Bütün girdilerin planlanıp kontrol ve uygulamayla üretim süreçlerindeki lojistik faaliyetlerin tümüne üretim lojistiği denilmektedir. Bütün girdilerin alıcılara dağıtılma süresine kadar meydana gelen sürecin tamamlanıp üretenden son alıcıya ulaşmasıysa dağıtım lojistiği olarak tanımlanmaktadır (Koban ve Yıldırır, 2011: 37).



Şekil 2.6. İşletmedeki Dağıtım Lojistiği

Kaynak: (Koban ve Yıldırır, 2011: 39).

Lojistik dağıtıcılar, ekonomik ve coğrafik açılardan, bulundukları kıtanın en uygun yerleşim bölgelerinde yer almaktadırlar. Lojistik dağıtıcıların pek çok ülkeye olan yakınlıkları, üretim ve tüketim merkezlerini birbirine bağlaması nedeni ile önemli avantajlar sağlamaktadır. Ticari potansiyeli geniş coğrafyalara nüfus etmekte ve bölge ülkelere hizmet vermektedir. Paketlenmiş ürünler, petrol ürünleri, dökme yük ürünler gibi birçok türdeki ürünün, küresel lojistik üslerde toplanması, depolanması ve dağıtıma hazır hale getirilmesi ile alıcılara ulaştığı ifade edilmektedir. Lojistik dağıtıcılar, ülkeye kazandırılan yabancı sermayelerin, ticaretin ve ekonomik kalkınmanın artmasında önemli bir faktör olmaktadır (Kara vd., 2009: 82).

2.4.3. Taşıyıcılar

Taşımacılık lojistiğin en önemli ve ilk aşamalarından biridir. İnsanoğlu yıllarca hem kendisini hem de ürettiklerini farklı yerlere ulaştırma çabası içinde bulunmuştur. Tarih içerisinde gerçekleşen bazı buluşlar süreçlerin gelişimine ön ayak olmuştur. Lojistik kavramının altında incelelenen taşımacılıkta; ürün naklinde kullanılan beş ana mod bulunur. Bunlar (Long, 2012: 233);

1. Deniz yoluyla taşımacılık
2. Kara yoluyla taşımacılık
3. Hava yoluyla taşımacılık
4. Demir yoluyla taşımacılık
5. Boru hattı yoluyla taşımacılıktır.

Taşıma modu bugün ulusal ve yerel düzeyde ürünlerin hareketlerinin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Ürünlerin bir yerlerden farklı bir yerlere taşınması ihtiyacının ortaya çıkmasıyla kullanılacak taşıma modlarının seçilmesiyse pek çok farklı etmene bağlı olmaktadır. Genel itibariyle (Long, 2012: 238);

1. Coğrafi koşullar, ürünlerin gideceği yerlerin uzaklığı,
2. Taşınacak ürünlerin kimyasal (tehlikeli maddeler olup olmadığı, uçucu özellik vb.) ve fiziksel (hacmi, yüksekliği, tonajı vb.) özellikleri,
3. Ürünlerin aciliyeti
4. Taşıma maliyeti ve

5. Transit olarak geçilecek ülkelerle taşınılacak varış yerindeki coğrafi şartlar ve alt yapı, taşıma modunu seçerken meydana gelen değerlendirme ölçütleri olarak ifade edilebilir.

Herhangi bir taşımacılık modu seçileceğinde sadece ürünle ilgili özellikler göz önüne alınmamaktadır. Aynı anda modun seçilebilirliğide aşağıdaki özelliklere bağlı olmaktadır (David, Lemay ve Joe, 2002: 97);

1. Maliyet (taşımacıların gönderiyi ulaştırdığı zaman için istediği fiyatı),
2. Hız (gönderinin alımından teslimine kadar geçen zaman),
3. Güvenilirlik (teslimatın doğruluğu/ uygunluğu)
4. Yetenek (taşınacak farklı tipteki ürünlerin miktarları),
5. Kapasite (bir kere taşınacak hacim),
6. Esneklik (ürünlerin tüketicilere teslim edilebilirliğidir).

2.4.4. Yerel Yönetimler

Kentsel lojistiğin sürdürülebilir olması için yerel yönetimler olmak üzere farklı görevleri bulunan kamu kurumlarının koordineli ve işbirliğine dayalı çalışması gerekmektedir (Tanyaş, vd., 2011: 100);

1. Öncelikle yerel yönetimler olarak farklı görevi olan kamu işletmelerinin işbirliği ve koordineye dayalı çalışmalarının sağlanması

2. Bölgesel lojistik yatırım ve proje çalışmalarında teknoparklardan, yerel yönetimlerden, kalkınma ajanslarından ve üniversitelerden yararlanma düzeyini arttırmak,

3. Üniversite-sektör iş birliğinin geliştirilmesi amacıyla sivil toplum kuruluşlarının, birliklerin ve yerel yönetimlerin katalizör roller üstlenmesi.

4. Lojistik merkezin kurulacağı illere ilgili hazırlanılacak "Nazım İmar Planlarının" ilgili bakanlıklar ve yerel yönetimlerin koordinasyonunda hazırlanılması,

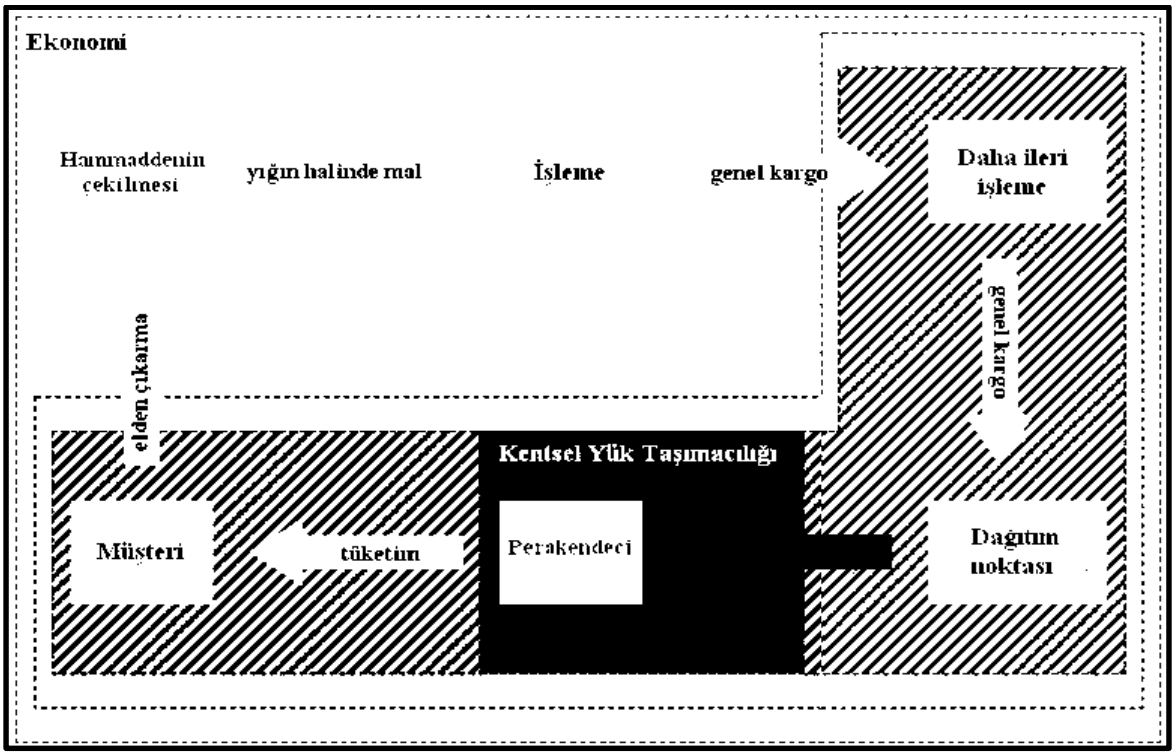
5. Lojistik merkezlerle bağlantılı limanlarda liman art alanların rastgele gelişimi ve lojistik fonksiyonların dışında kullanılmasını engellemek adına yerel yönetimin düzenleme yapmaları,

6. Kentsel lojistiği ve çevre kirliliğini ortaya çıkaran dağınık antrepo ve depo yatırımlarını önlemek için lojistik merkezin kurulduğu veya kurulmasının planlandığı şehirlerde yerel yönetimlerin Çevre Düzeni Planında "Lojistik Alan" yerlerini ayırmaları ve alanların dışındaki bütün yatırımların engellenmesi.

7. Lojistik merkezlerin etrafında konut alanının oluşumunu engellemek adına yerel yönetimler tarafından gerekli denetimler ve düzenlemelerin yapılması,

8. Yerel yönetime bırakılan 100 km'nin altı karayolu taşımacılığı düzenlemelerinde zorunlu ve ortak ilkeleri belirlemek,

9. Tıbbi atıkların lojistiği, elektronik ve elektrikli ürünlerde atık lojistiği, geri dönüşüm–için evsel katı atıkların lojistiği (cam, kağıt ve metal gibi) ve tehlikeli kentsel atıkların lojistiği konularındaki eksikliklerin ve yetersizliklerin giderilmesi ve bu amaçlarla kurulan firmalara yerel yönetimler ve Çevre Bakanlığı'nın denetiminde yetki verilmesi gerekmektedir.



Şekil 2.7. Şehir Alanlarının Yük Taşımacılığındaki Yeri

Kaynak: (Taniguchi vd., 2012: 6).

2.5. Kentsel Lojistikte Çözüm Yaklaşımları

Kaynaklarda kentsel lojistiğin çözümlerinin birçok yönü incelenmiştir. Trafik kazası, enerji tüketimleri, görsel bozulmalar, havanın kirliliği, gürültü, alanların kullanımı ve atıklar kentsel lojistik faaliyetlerinin sonucunda oluşan olumsuz etkiler olmaktadır. Kentsel lojistik perspektifiyle bakıldığında, kapasitelerin ve varlıkların paylaşılmasıyla daha çok kapasite ve konsolidasyon kullanımı sağlanmaktadır. Lojistik servis

sağlayıcılarıyla iş birliği yapılıp yük hareketinin sayısının ve filo boyutunun azaltılması kentsel lojistik çözümüne katkı sağlayabilir. Emisyonlarla alakalı yük araçlarının kullanım ömrü, kentlerde sunulan değişik yakıtları dikkate almak ve düşük emisyon bölgesi seçmek gibi alternatiflerin üstünde durulması ön planda olmaktadır (Bovy, 1990: 368).

Sürdürülebilmeye duyulan dikkattin artması, ileri zamanlardaki kentsel lojistiğin çözümü ve karar-destek sistemi için fazla kapsamlı sonuçları doğurmaktadır. Yöneticilerin kent yük taşımacılıklarında tarafların her birisinin kendi belli amaçları olmaktadır ve farklı biçimde davranmaktadırlar. Kentsel lojistik modellerinin etmenleri dikkate alması gerekmektedir. Buna ilave olarak; tıkanıklık, titreşim, atıklar, kirlenme, park sorunları ve su kirliliğiyse kentsel lojistik faaliyetlerinin sonucu oluşan diğer olumsuzluklar için çözüm yaklaşımının bütün taraflar tarafından oluşturulması gerekmektedir (Demir vd., 2015: 95).

2.6. Kentsel Lojistikte Güncel Konular

Bu kısımda, sıkışıklık ücreti, düşük emisyon bölgeleri ve rota modelleme yaklaşımları konularına yer verilecektir.

2.6.1. Sıkışıklık Ücreti

Sıkışıklık ücreti, Avrupa'da trafik taleplerini düzenlerken oluşturulan fiyat tarifelerinin ilk kez kullanıldığı uygulamalardır. Kullanılmaya başlandığı dönemde, büyük şehirlerdeki tıkanıklık maliyetlerini azalttığı belirtilmektedir. Londra'daki sıkışıklık ücreti uygulamalarında, ücretli bölgede bir kere ücret ödendikten sonra, aynı gün içerisinde ''sınırsız seyahat etme'' hakkının kazanıldığı ifade edilmektedir (Kimberlin, 2001: 270).

Bu uygulama ile trafik yoğunluğunun azalması, otobüs hızlarının artması, toplu taşımacılık gelirinin sağlanması ve şehirdeki yaşam kalitesinin artması gibi sonuçların ortaya çıkması beklenmektedir. Londra'da, 2003 yılında uygulanmaya başlanan sıkışıklık ücreti uygulamalarında, şehir merkezine ulaşmak isteyen bir aracın yaklaşık 200 giriş noktası kullanması gerekmekteydi. Bu nedenle, zamana ve araç türlerine bağlı olmaksızın, hafta içi 07:00-18:30 saatleri arasında sabit ücretlendirme yapmaya başlamışlardır. Yine aynı saat aralıklarında, hafta sonu, resmi tatiller ve yılbaşı günlerinde ücretsiz olmak üzere uygulanmaktadır. Acil yardım araçları, kamu taşıtları, motosiklet, engelli sürücülere ait

araçlar, toplu taşıma araçları ve lisanslı taksiler bu uygulamaların dışında tutulmakta ve bölge sakinlerine %90 indirim sağlanmaktadır. Çevre dostu yeşil araçlar ve 100g/km den daha az karbondioksit yayan araçlara ise, %100 indirim sağlanmaktadır (Bryan & O'kelly, 1999: 277).

2.6.2. Düşük Emisyon Bölgeleri

Çevre bölgeleri de denen düşük emisyon bölgeleri, hava kirlilikleri ve yük hareketlerinden kaynaklanan sorunların bir parçası olarak ifade edilmektedir. Bu bölgeler hükümet tarafından belirlenerek, insanların yeşil araç kullanmasını sağlamak ve hava kirliliğini iyileştirebilmek amaçlanmaktadır. Düşük emisyon bölgelerinin sınırları belirlidir ve hava kirliliğine neden olan araçların girişi, ücretli ya da ücretsiz yasaklanmaktadır. Araç emisyonlarının ölçümlerinde Euro Emisyon Standartları'nın kullanıldığı belirtilmektedir (Erdinch ve Huang, 2014: 22).

Şehir konsolidasyon merkezleri, şehir merkezlerine erişim kontrolü düzenlemesi, yoğun olan/olmayan teslimat zamanlarının belirlenmesi ve Düşük Emisyon Bölgesi (DEB), kentsel lojistiğin amaçları olan mobilite, sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik ve dirençliliği gerçekleştirmek için uygulanmış ve test edilmiştir. İnsanlar günümüzde yaşamlarını daha güvenli, sağlıklı, konforlu geçirmek istemektedir. Ayrıca hava kalitesinin daha iyi olmasını ve enerji verimliliğini önemsemekle birlikte trafik sıkışıklığının ve kazaların da azalmasını istemektedir. Bütün bu durumlar düşük emisyon bölgelerinin (DEB) ortaya çıkmasını ve artarak çoğalmasını sağlamıştır (Taniguchi vd., 2014).

İnsan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin birçok çalışma tarafından kanıtlandığı hava kirliliğinin, sonucu ölüme varabilen önemli rahatsızlıkları da beraberinde getirdiği belirtilmektedir. Yoğun yaşam alanlarının bulunduğu şehirleşen bölgelerde daha sık rastlanan, ulaşımlardan kaynaklı emisyonların, insan sağlığı için diğer emisyon kaynaklarına oranla daha önemli olduğu ifade edilmektedir. Aynı zamanda bu emisyonlar, yer seviyesinde salınıyor olmalarından dolayı hava kirliliğini de arttırdığı tespit edilmektedir (Zannetti, 2013: 14).

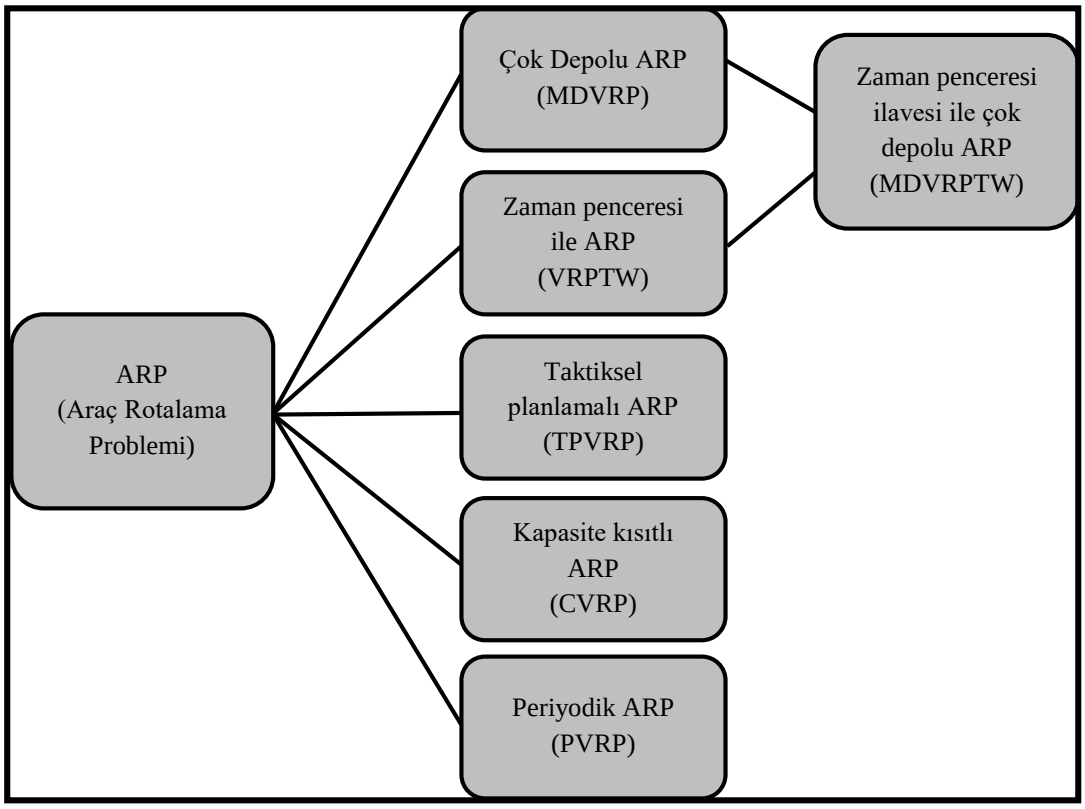
Düşük emisyon bölgesi; fazla hava kirliliği yaratan ve yaşları büyük araçların geçişleri için belirli şartların ve bedellerin olduğu ya da geçiş izni verilmeyen bölgeler olarak tanımlanmaktadır. Bu bölgelerin oluşumlarında uygulanacak yöntemleri, yolcu ve yük hareketleri olarak iki şekilde incelemek mümkün olmaktadır (Hesse, 1995: 39).

Hava kirliliğine sebep olan önemli unsurlardan biri de trafik sıkışıklığıdır. Bu nedenle kirliliğin azaltılması ve yük/yolcu taşımalarının sürdürülebilir yaklaşımlar ile gerçekleştirilebilmesi için bazı tedbirler alınması gerektiği belirtilmektedir. Bunların başında; düşük emisyon bölgelerinin oluşturulması, temiz enerji kullanımlarının sağlanması, motor ve yakıt teknolojilerinde Ar-Ge çalışmalarının arttırılmasının geldiği tespit edilmektedir (Aydemir, 1994: 77).

2.6.3. Rota Modelleme Yaklaşımları

Rota modelleme yaklaşımlarının, kent lojistiği konusu ile alakalı, içeri giriş esnasında teslim alma talepleri doğrultusunda rotada bulunan taşıma araçlarının yeniden yönlendirilmesi veya tekrar sıralama duraklarına yönlendiren sistemlerin oluşmasına yol açmaları beklenmektedir. Yani, gelen verilerin bilgi değerleri neredeyse gerçek zamanlı olarak operasyonel kararlara dönüştürebilmekte olduğu belirtilmektedir (Savrun ve Mutlu, 2019: 368-369);

1. Bir öğrenme modeli ve zaman penceresi tahminleri (VRP-TW-F) ile araçların rotalama ve zamanlama problemleri için bir model oluşturularak kent lojistiği önlemlerinin değerlendirilmesi,
2. Rota kararları, depo lokasyonları ve filo kompozisyonlarının kent lojistiği içerisinde araç emisyonlarının üzerindeki ortak etkilerinin araştırılması,
3. Kent lojistiklerinde, zamana bağlı olan seyahat sürelerinin dikkate alınarak araç rotaları üzerinde karşılaşılan zorluk ve kentsel lojistik servis sağlayıcıları için planlama sistemleri sunabilmek,
4. Araç rotalama problemlerinin incelenerek, kentsel lojistik akışının sınıflandırılması ve rota optimizasyonlarının sağlanabilmesi.



Şekil 2.8. Araç Rotalama Yöntemleri

Kaynak: (Eglese vd., 2006: 3511).

Kentsel lojistik, yerleşim bölgelerinde bulunan lojistik faaliyetlerin iyileştirilmesi, incelenmesi, sürdürülmesi ve planlanması konusunu kapsayan lojistik alanlardır. Kentsel alanlardaki lojistik hizmet sağlayıcısı, daha iyi hizmet sağlayabilmek için, kısıtlı olan kara yollarını kullanarak yarışmaktadırlar (Eglese vd., 2006: 3508).

Yüksek maliyetleri olan, ancak düşük kalitedeki bu koşullara rağmen çevrimiçi iş modellerinin geliştirildiği belirtilmektedir. Kent trafiğinin, kentsel lojistik faaliyetlerinin, para ve zaman maliyetlerini arttırdığı ifade edilmektedir. Kentsel lojistik maliyetlerini azaltabilmek için; piyasadaki rekabet koşulları korunarak ve işletmelerin hizmet seviyeleri düşürülmeden bazı önlemler alınması gerekmektedir. Bunlar (Tanyaş, 2014: 14);

1. Bütün perakende işletmelerindeki, yoğunlaşma ve dağılım bölgelerini düzenlemek,
2. Tüketici nüfusu ve ulaştırma altyapılarının dağılımları dikkate alınarak, dağıtım merkezlerini planlamak,

3. Taşıtların, çalışma saatleri, hareketleri ve güzergahlarının düzenlenmesi şeklinde ifade edilmektedir.

2.7. Kent Etkinliğini Etkileyen Lojistik İlişkili Faktörler

Bu kısımda, su kirliliği, atıklar, gürültü, alan kullanımı, ulaşım altyapı maliyetleri, ulaşım hizmet maliyetleri, engel etkisi, trafik kazaları ve trafik tıkanıklığı konularına yer verilecektir.

2.7.1. Su Kirliliği

Kentsel lojistik alanında kullanılmakta olan taşıtların, yer altı ve yerüstü su kaynaklarının üzerinde, su kirliliği ve hidrolojik bozulmalar şeklinde iki dışsal etkisi bulunmaktadır. Su kirliliği; suya karışan kirleticiler nedeni ile suların kalitesinin düşmesi ve yaşam kaynağı olma özelliğinin ölçülebilen oranlarda değiştirmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Sanayi kuruluşları ve nüfusun yoğun olduğu bölgelerde su kirliliği ile daha sık karşılaşılmaktadır. Bunun yanı sıra, ulaştırma faaliyetlerinin de su kirliliğine sebep olan unsurlar arasında olduğu belirtilmektedir. Yapılan bir araştırma, Amerika'da ulaşımın sonucunda meydana gelmiş sıvı atıklarının, yaklaşık olarak %46'sının zehirli maddelerden oluştuğunu tespit etmektedir. Söz konusu atıkları, %30-40 oranlarında kullanılmış yağların oluşturduğu belirtilmektedir. Bir galon kullanılmış yağ, bir milyon galon suyun kullanılamaz hale gelmesini sağlamaktadır. Bunlar da, sorunun boyutlarının, daha net ortaya çıkması şeklinde durumu özetlemektedir (Çepel, 1992: 159).

Kent içi taşımacılığın faaliyetleri sonucunda oluşan ve su kirliliğinin nedeni olan kirleticilerin birçok türü bulunmaktadır. Bununla birlikte, kent içi taşımacılık sonucu oluşan bir başka dışsal etki ise hidrolojik bozulmalardır (Banister ve Button, 2015: 83).

Hidrolojik bozulmaların; yüzeyde uzun süre bekleyen suların kalitelerinin düşmesine, sulak alanların kurumalarına, yüzeyde biriken yağmur suyunun yer altı suyunu besleyememesine ve kentsel alanlar içerisinde su taşkınlarına, sebep olduğu belirtilmektedir. Kıyı şeritlerine inşa edilen yolların da, orada yaşamakta olan canlı yaşamına olumsuz etkileri bulunduğu ifade edilmektedir (Güler ve Coşkun, 1988: 4-5).

2.7.2. Atıklar

Kent İçi lojistiğinde kullanılan araçlar yer altı ve üstündeki su kaynaklarının üzerinde iki tür dışsal etkiyi meydana getirmektedir. Bu etkiler; hidrolojik bozulma ve su kirlilikleri biçiminde ifade edilebilir. Şehirler su kirliliklerinin çok yoğun şekilde yaşanıldığı yerleşim alanları olmaktadır. Kirliliğin nedenleri arasında; nüfusun ve sanayi işletmelerinin bu bölgelerde yoğunlaşması ve ulaştırma faaliyetleri önemli paya sahip olmaktadır. Bir galon kullanılan yağ bir milyon galon suyun kullanılamaz hale gelmesine sebep olmaktadır. Bu gerçek dikkate alındığı zaman sorunun boyutu daha açık biçimde ortaya çıkmaktadır. Kent içi taşımacılığın faaliyetleri sonucunda oluşmuş ve büyük oranda su kirliliklerine sebep olan kirleticiler yalnızca motor yağından ibaret olmamaktadır (Rodrigue vd., 2016: 44). Benzer şekilde taşıtların motorunda kullanılmakta olan diğer sıvılar, mekanik kısımlar ve fren balatalarından meydana gelen metal tozlar, yakıt istasyonları ve taşıt deposundan yayılan yanmamış yakıtlar ve yollardaki buzlanmayı önl0emek için kullanan kimyasal madde de suyun kirlenmesine neden olan mühim kirletici türleri olmaktadır. Kent içi taşımacılığının su kirliliğinin dışında da ortaya çıkardığı başka bir dışsal etkiyse ulaşım altyapısıyla oluşan su geçirmeyen yapının suda bulunan hidrolojik özelliği etkilemesiyle meydana gelmektedir (Kılıç ve Turgut, 2019: 143).

Hidrolojik bozulma şeklinde ifade edilen bu olay yüzeyde birikmiş yağmur suyunun yer altı sularını beslememesine, kent içindeki alanlarda su taşkınına, bazı sulak bölümlerin kurumasına ve yüzeyde fazlaca bekleyen suların kalitesini düşürmeye sebep olmaktadır. Kıyı şeritleri boyunca yapılan yollar da alanda yaşayan canlıları olumsuz olarak etkilemektedir. Araç kullanımı hidrolik sıvılar, kullanılmış lastikler, akü, hurda taşıtlar ve yağ gibi pek çok türde ve sayıda atık oluşumuna sebep olmaktadır. Atıklar (antifriz, akü, temizleyici, yapıştırıcı ve boya kimyasallar, kullanılmış yağlar gibi) bünyesinde bulundurduğu kimyasal maddelerden ötürü toprak, hava ve su kirlilikleri gibi çevresel problemlere neden olmaktadır. Atıkları toplama, depolama ve tekrardan ekonomiye kazandırma çalışmaları kamu harcamasına neden olmaktadır (Convention, 1999: 60).

Araç kullanımlarının; hurda, yağ, akü, hidrolojik sıvı ve kullanılmış lastik gibi birçok türde ve sayıda atıkların oluşmasına neden oldukları belirtilmektedir. Atıklar,

bünyesinde bulundurduğu kimyasal maddeler nedeni ile toprak, hava ve su kirliliği gibi çevre sorunlarına sebep olmaktadırlar. Bu atıkları toplamanın, depolamanın ve yeniden ekonomiye kazandırmanın ise, kamu harcamalarını beraberinde getirdiği belirtilmektedir (Convention, 1999: 60).

2.7.3. Gürültü

Gürültü; insanlarda, rahatsız eden duygular uyandırmasına neden olan akustik bir olgu veya istenmeyen ses topluluğu olarak tanımlanmaktadır. Kent yaşamının içerisinde birçok gürültü kaynağının bulunduğu bilinmektedir. Kent içi ulaşımlarda, motorize taşıtların çokluğu ve kentin genelinde kullanılması nedeni ile ulaştırma faaliyetlerinin bu kaynakların başında geldiği söylenmektedir. Bu nedenle; kent nüfusunda büyük bir kısım, ulaşımların ortaya çıkarttığı gürültülerden etkilenmektedir (Zannin vd., 2002: 351).

Kent İçi lojistikte trafikte yoğunluğun artmasıyla birlikte bazı çevre sorunları meydana gelmektedir. Gürültü, bulunulan çevredeki insan sağlığı ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemekte olan önemli bir faktör olmaktadır. Gürültü, hoşlanılmayan istenilmeyen, rahatsız eden düzensiz veya düzenli sesler olarak tanımlanabilir. Ses, ölçülebilen ve varlığının kişilere göre değişmediği nesnel kavrama denilmektedir. Gürültüyse öznel kavram olmaktadır. Seslerin gürültü biçiminde değerlendirilmesi kişilere bağlı olarak değişmektedir. Mesela, klasik müzikler kimisine göre sakinleştirici, dinlendirici olmakta iken kimileri için ise sıkıcı olmaktadır. Lojistiğin bir kolunu oluşturan ulaştırmada gürültünün çıkmasına temel olan etkenler aşağıdaki gibi olmaktadır: (Rodrigue vd., 2016: 44-45);

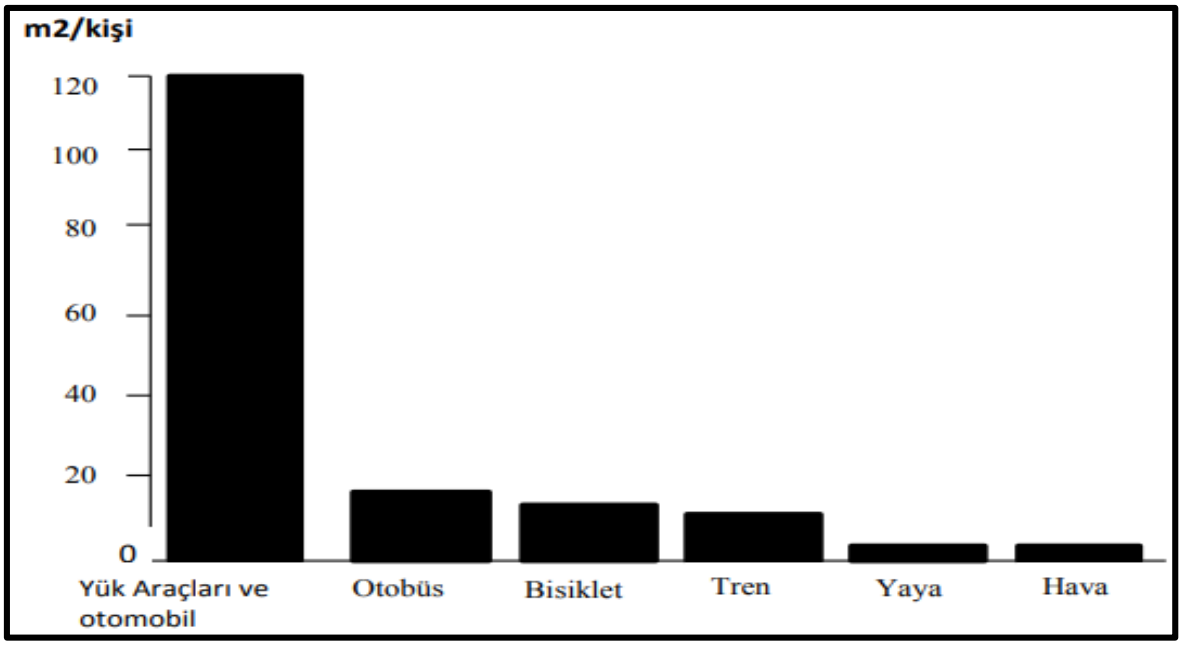
1. Motor sesleri
2. Egzoz sesleri
3. Taşıt üstündeki hareketli olan parçalar
4. Yol kaplamasından kaynaklanan sesler
5. Trafikteki yoğunluk
6. Sürücülerden kaynaklanan sesler (boşuna klakson çalmak)
7. Brandayı veya yükü düzgün bağlamamak
8. Araç üstünde fantezi modifikasyonu yapmak

Kent içi ulaşımların sonucunda meydana gelen gürültülerin iki tip dışsal etkisinin bulunduğu belirtilmektedir. İlkinin; emlak piyasaları üzerinde etkili olduğu ifade edilmektedir. İkincisinin ise; insanın üzerinde oluşan etkiler olduğu ve bu etkileri performans, fiziksel, fizyolojik ve psikolojik olarak dört grupta değerlendirilebileceği ifade edilmektedir (Levinson, 1996: 353);

1. *Fiziksel etkiler;* kalıcı ve geçici işitme bozukluğu,
2. *Psikolojik etkiler;* stres, aşırı sinirli olma ve davranış bozuklukları,
3. *Fizyolojik etkiler;* ani refleksler, kan basıncında artış, kalp atışlarında yavaşlama, dolaşım bozuklukları ve solunumda hızlanmalar,
4. *Performans etkisi;* hareketlerde yavaşlama, iş veriminde düşüş ve konsantrasyon bozuklukları şeklinde tanımlanmaktadırlar.

2.7.4. Alan Kullanımı

Kentsel lojistiğin gerekliliği olan altyapılar, kapladıkları alan nedeni ile önemli bir dışsal maliyet kaynağı olmaktadır. Alan kullanımlarının oluşturduğu etkilerin, ulaşımlar için ayrılan alanların üzerinde meydana gelen etkilerle, doğrudan ilgili olmaktadır. Ulaşım teknolojisinin gelişmesi ile kent içi ulaşımlarının kullandıkları alanların da arttığı ifade edilmektedir. Bu nedenle, ulaşımlar için yapılan kamu harcamaları da artış göstermekte ve kent alanlarının farklı projelerde değerlendirilmesi neredeyse imkansız hale gelmektedir. Şekil 9'da da görüldüğü gibi, kentte yürüyüş için ayrılan alan, toplam alanın %10'undan daha düşük olmaktadır. Otomobil merkezli ulaşımlar için kullanılan alan ise toplam kent alanının %30-50'sini oluşturmaktadır. Bu durumun ise kentleri, yollardan ve binalardan oluşan yapılara dönüştürdüğü gözlemlenmektedir (Renner, 1988: 517).



Şekil 2.9. Ulaşım Türlerine Göre Alan Kullanım Düzeyleri
Kaynak: (Banister, vd., 2011: 182).

Alan kullanımları sonucunda oluşan dolaylı etkiler; ulaşımların neden oldukları diğer dışsal etkiler düzeyinde artması ve ulaşım maliyetlerinin artması şeklinde ifade edilmektedir. Kent içindeki yük araçlarının artışının, yol ve otopark alanlarına duyulan ihtiyacı arttırdığı, çevresel yapılarda bozulmalara neden olduğu belirtilmektedir. Alan kullanımlarında ki bu artış ile sulak araziler azalarak, tarihi önem taşıyan bina ve eserlerin hasar görmesine neden olmaktadır (Banister, vd., 2011: 182).

2.7.5. Ulaşım Altyapı Maliyetleri

Ulaşım altyapı maliyetleri; yönetim, bakım, onarım, kapladığı alan, inşa, ve finansman maliyetleri olarak sıralanabilmektedir. Bakım ve onarım maliyetleri süreklilik gerektirdiği için, toplam altyapı maliyetinin ¼'ünü, yol kapasitelerinin artışı için yapılan harcamalar ise %23 'ünü oluşturmaktadır (Goldberg, 1996: 29).

Altyapı maliyetlerini üç faktörün etkilediği belirtilmektedir (Goldberg, 1996: 28);

1. Taşıt yapıları; dingil ağrılı yüksek olan taşıtların, altyapıların yıpranmasına neden olduğu belirtilmektedir.

2. Alan; geniş ve hızlı taşıtların geniş yollara ihtiyaç duydukları bilinmektedir. Bu nedenle ulaşım altyapılarının, taşıtların gelişimleri ile doğru orantılı olduğu tespit edilmektedir.

3. Altyapı dizaynı; ulaşımların hızlı ve güvenilir olabilmeleri, bunun için tasarlanan altyapılar ile mümkün olmaktadır.

2.7.6. Ulaşım Hizmet Maliyetleri

Kentlerde nüfusun artışı ya da nüfusun aşırı yığılmasıyla artan yapılanma yaşam alanlarındaki genişlemeyi de beraberinde getirmektedir. Mekansal gelişme ve büyüme yerleşim alanlarının birbirinden uzaklaşmasını sağlayarak ulaşım maliyetlerini arttırmakta ve taşıma hizmetlerinin etkinliğini azaltmaktadır. Kentsel ulaşım sisteminin ulaşılabilir hale getirilmemesi trafik ve ulaşım sorunlarına sebep olmaktadır (Akbulut, 2016: 337).

Kentlerde yaşayanlar, ulaşımdaki sorunlar yüzünden, maddi kayıp, gürültü, çevre kirlilikleri, trafikte yoğunluk gibi olumsuzluklar ile karşılaşmaktadırlar. Ulaşım, kentsel yaşamın önemli ögelerinden biri olmaktadır. Kent içi ulaşım hizmeti, kentteki konut ve iş alanlarıyla sosyo-kültürel alan gibi farklılık gösterebilen arazi kullanımının birbirleriyle ilişkileri oranında ele alınmalarını gerektiren çok yönü olan bir konu olmaktadır (Rodrigue vd., 2006: 174).

Kentsel ulaşım planlarının mekansal planlamalardan ayrı düşünülmemesi gerekmektedir. Ulaşım hizmetinin arzı ve arazi kullanımları arasındaki etkileşimler, planlamadaki anlayışın iktisadi, sosyal ve çevresel boyuta sahip olmasının gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Kentsel ulaşım sorunlarını bilimsel temele dayalı yöntemle analiz eden çalışmalarda ulaşım ağını geliştirmekten başka, kentsel alanlarda yayalar için daha geniş alanları ayırmak gerektiği ifade edilmektedir (Tiwari, 2006: 2).

Trafiğe kapalı olup yayaların kullanımına açık olan alanlar, kentsel gelişmelerin mekansal unsuru sayılmaktadır. Yayaların kentin sınırları içerisinde güvenli olarak seyahat etmeleri, kamu alanlarını rahat bir şekilde kullanmaları, mekansal yaşanabilirliğin kalitesinin göstergesi olmaktadır. Bir şehrin içinde ulaşımın gerçekleşmesi için altyapıyla beraber ulaşım hizmetleri içerisinde bulunan planlama, yolları aydınlatmak, polis (güvenlik), ilk yardım ve sinyalizasyon gibi unsurları da değerlendirmek gerekli

olmaktadır. Dış etkiler, altyapının maliyetinde olduğu gibi, sözü edilen unsurlar sonucunda oluşan maliyetin finansmanından ortaya çıkmaktadır (Bayraktutan ve Özbilgin, 2015: 411).

Kent içinde ulaşımların gerçekleşebilmesi için; yol aydınlatmaları, polis, sinyalizasyon, planlama ve ilkyardım gibi unsurlarda değerlendirilmelidir. Bu nedenle dış etkilerin, bu unsurların sonucunda oluşan maliyetlerin, finansmanlarında meydana geldiği belirtilmektedir (Bayraktutan ve Özbilgin, 2015: 411).

2.7.7. Engel Etkisi

Engel etkisi; ulaşım faaliyetleri sırasında büyük yükteki araçlar, motorize olmayan ulaşımlar ve küçük motorlu araçların üzerinde, gecikme ve benzeri etkileri meydana getirmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Hoyle ve Knowles, 1992: 62).

Bisiklet yolunun otobüs seferine tek etkisi, bisikletçilerin otobüs şeridinden uzak tutularak otobüslerin bisikletlerin arkasına takılarak gecikme yaşamasına engel olmaktadır. Otobüs sistemlerinin çalışma hızının veya kapasitesinin, bisiklet yollarının varlığından etkilenmemesi gerekmektedir. Örneğin; yük arabasını ittirmek zorunda kalan insanlar çok zaman kaldırımdaki rampaya çıkmaktansa kaldırım kenarlarındaki otobüs şeridini kullanmayı tercih etmektedirler. Bu durum kısmen bile olsa otobüs şeridinin daha güvenli oluşuna dair algılardan kaynaklanabilir. Zira genellikle öteki şeritlere oranla otobüs şeridinde daha az sayıda araç bulunmaktadır. Sorunu çözmek için koridor kenarındaki kaldırımları iyi duruma getirmek, kaldırımda düzey değişikliği, dik rampa veya rampaya erişimi engelleyecek nesneler bulundurmamak ve kaldırım ölçülerini yaya trafik seviyesine uygun hale getirmek gerekmektedir (Cropper ve Sahin, 2009: 64).

Güvenliği arttırmak için temel yöntem, bisiklet yollarının kavşağın girişindeki sürücünün görüş alanında olmasını sağlamasıdır. Bisiklet yolları boyunca uzanmakta olan çitler gibi fiziksel engellerin kavşaklara birkaç metre kalacak şekilde ortadan kaldırılması bisikletçilerin görünür olmasını sağlamaktadır. Kavşakların girişinde kaldırım yüksekliği gibi daha küçük olan engeller yapılabilir. Köprülerde geniş aracın geçmelerine izin verilecek kadar köprülerin yüksek olmasının gerekliliği göz önüne alındığında rampalar fazla uzun bırakılabilir (Cropper ve Sahin, 2009: 64).

Farklı engeli bulunan kişilere erişmek için asansör de kullanılabilir. Platform kapılar, yolcunun tehlikeli yerde yürüyüşünü engellemek adına yararlı olabilir. Ayrıca insanların otobüsler durağa yaklaşırken güvenli bir uzaklıkta beklemelerini sağlamaktadır. Kapıların yanlışlık ile açılmasına insanların kapıyı zorlayarak açmaları sorunu da eklenebilir. Durağa kaçak girip çıkmak için insanlar kapıyı zorlayıp açarak otobüs şeridinden geçmeye çalışmaktadırlar. Yolcuların otobüsü beklerken kapılarının kapanmasına da mani oldukları gözlemlenmektedir (Rickert, 2007: 55).

2.7.8. Trafik Kazaları

Trafik kazaları; insanlar, yollar, taşıtlar ve çevre şartlarından birinin veya birkaçının etkileşimleri ile oluşan ve birçok farklı sonucu olan olaylar olarak tanımlanmaktadır. Hız ve yoğunluk, trafik kazaları ve yol ilişkisinde bulunan temel iki faktördür. Otoyolda kazaların şiddetini belirleyen en önemli faktörlerden biri hızken; kent içinde ise tıkanıklık faktörü önemli olmaktadır (Schneider, 2002: 34).

Trafik kazalarının oluşmasında ikinci temel faktör ise yolu kullananlar olarak ifade edilmektedir. Bunların, insan merkezli olup, sürücüler, yayalar ve yolcular olmak üzere üç bileşenden oluştukları belirtilmektedir. Bu üç bileşenin, aşağıda sıralanan beşeri faktörlerden bir veya birkaçı ile etkileşiminden meydana gelen kazalar olduğu söylenmektedir (Schneider, 2002: 34-35);

1. Normal fiziksel durumlar,
2. Geçici fiziksel durumlar,
3. Psikolojik durumlar,
4. Sosyal-Kültürel durumlar,
5. Zeka,
6. Kişilik yapısından kaynaklanan durumlar,
7. Kurallara uyma alışkanlıklarından doğan durumlar olarak belirtilmektedir.

Trafik kazalarının oluşmasında ki üçüncü etken, taşıtların özellikleri ile ilgili olmaktadır. Yapılan araştırmalara göre, bir taşıtın sahip olabileceği her 240 kg değerindeki ağırlığın, kaza sırasında taşıt sürücüsünün ölüm düzeyini %10 oranında azalttığı tespit edilmektedir. Kent içerisinde ise, yük araçlarının yaptığı kazaların, kentte ve toplumda büyük travmalar yaşatabileceği belirtilmektedir (Schary, 1998: 156).

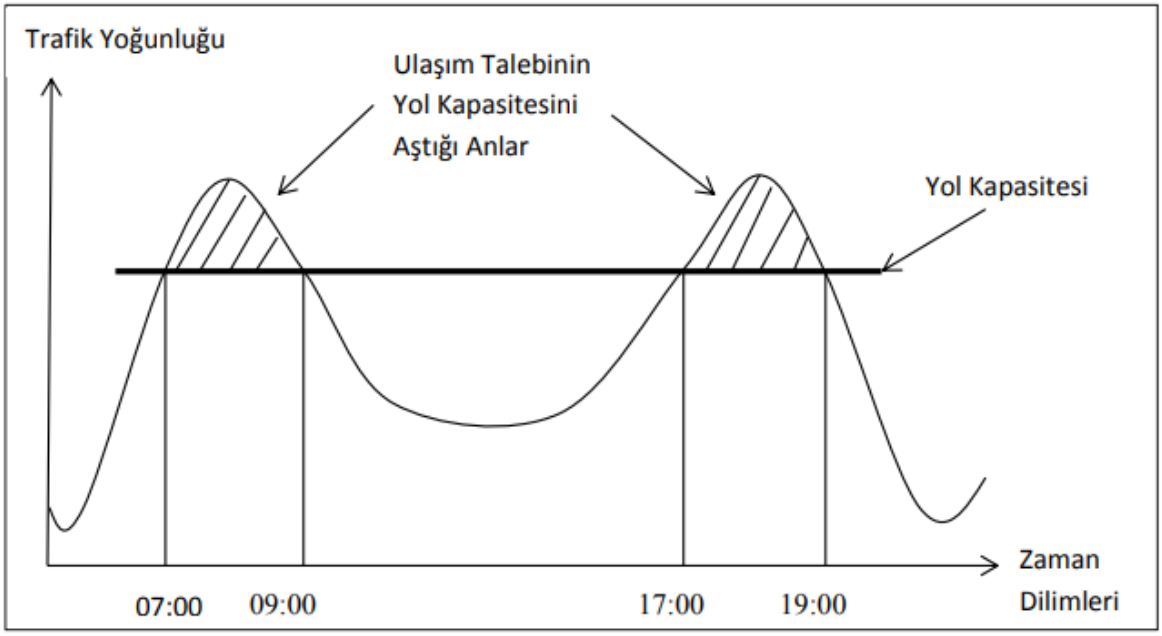
2.7.9. Trafik Tıkanıklığı

Trafik tıkanıklığı, ekonomik açılardan bakıldığında, ulaşımların türemiş talep yapılarına sahip oldukları ve kent içerisinde üretilmekte olan diğer mal ve hizmetlerden doğdukları görülmektedir. Artan ulaşım taleplerinin yol kapasitesini zorlamaya başlaması ile, tıkanıklığın oluştuğu ifade edilmektedir (Schneider, 2002: 35).

Trafikte beklemeleri ve tıkanıklığı azaltmaya yönelik; kara yollarına alternatif olacak ulaşım yöntemlerini kullanmak, yolcu taşımada kapasitesi yetersiz olan toplu taşıma araçlarının şehir merkezlerine girişini sınırlandırmak, alan ve yol kullanımını ücretlendirmek, toplu taşımalarda hizmet kalitesini yükselmek gibi önlemler alınmaktadır (Litman, 2013: 3-7).

Ulaşım faaliyetlerinde olumlu olmayan dışsal etkiler; trafikte tıkanık, stres, gecikme, kaza ve zaman kaybıdır. Trafikteki yoğunluk, kentsel hayattaki hareketi sınırlayan ve insanların ilişkilerini azaltıcı önemli faktörlerden birisi olmaktadır. Motorsuz ulaşım sistemi, güvenli seyahati ve temiz çevreyi temel alarak hizmet verdiğinden dolayı yerel yönetimlerdeki öz kaynaklar ve geri ödemeler gibi finansman ve bütçe sorunları, ulaşımın altyapı yatırımında çevresel etkinin yeteri kadar dikkate alınmayışını peşi sıra getirmektedir (McKnight vd., 2003: 7).

Trafik tıkanıklıklarını, tekrarlanan ve tekrarlanmayan tıkanıklıklar olmak üzere iki farklı şekilde incelendiği görülmektedir. Tekrarlanan trafik tıkanıklıkları, belirli zamanlarda ve kentin belirli bölgelerinde sürekli tekrarlanan tıkanıklık türü olarak tanımlanmaktadır. Trafik tıkanıklığının iki nedeni olduğu söylenmektedir. İlki; gidilen yola olan taleplerin zirveye ulaşması şeklinde ifade edilmektedir. Şekil 2.10, belirli bir yol üzerinde, günlük ulaşım taleplerinin, sabah ve akşam nasıl arttıklarını göstermektedir (Zorlu, 2009: 117).



Şekil 2.10. Ulaşım Talebinde Meydana Gelen Değişmeler

Kaynak: (Council, 2002: 1)

Şekil 2.10'da da görüldüğü gibi yol kapasiteleri genel olarak ulaşım taleplerinin üzerinde kalmaktadır. Ancak, belirli saatlerde, ulaşım taleplerinde ki artışın, yol kapasitesinin belirli noktalarda aşılmasına ve tıkanıklığa neden olduğu görülmektedir. Tekrarlanan tıkanıklığın oluşumundaki ikinci sebep ise, ''darboğaz'' denilen noktalarda, yol kapasitesinde oluşan azalmalar olarak ifade edilmektedir. Tekrarlanmayan tıkanıklıklar ise; genellikle geçici nedenlerden dolayı meydana gelmektedir. Bunlar, önceden planlanan ve yol kapasitelerini geçici olarak düşürmekte olan yol yapım çalışmalarından da kaynaklanabilmektedir (Council, 2002: 1).

BÖLÜM 3 EMİSYON, HAVA KİRLİLİĞİ VE DÜŞÜK EMİSYON BÖLGESİ

3.1. Emisyon Kavramı

Çevre bakımından emisyon; yakıtların yakılmasıyla; ayrışma, buharlaşma, sentez gibi işlemler ile; maddelerin ayrılması, taşınması, yığılması ve öteki mekanik işlemlerin sonucunda tesislerden atmosfere dağılan hava kirleticisi olarak tanımlanmaktadır. Kentsel alanda, dış ortamdaki havada bulunan belli başlı hava kirleticiler şunlardır; kükürt dioksitler (SO2), kurşun (Pb), karbon monoksitler (CO), ozon (O3), azot oksitleri (N0x) ve asılı partiküler maddeler (APM) dir. Ayrıca asit aerosoli ve poliaromatik hidrokarbonları (PAH) gibi hava toksinleri de giderek artan seviyede önem kazanmaktadır. Uygulanan kontrol tedbirlerini ve endüstrileşmeyi, ulaşım tiplerini, topografik ve meteorolojik karakteristikleri de kapsayan pek çok faktör hava kalitesinde problemlere sebep olmaktadır. Bunlara ek olarak; insanların maruziyeti de düşünüldüğü zaman, iç ortamdaki hava kirleticilerin katkılarının dikkate alınması gerekmektedir. İzlenen kirleticilerin seçimleri, enstrümantasyon ve ölçüm yerlerinin seçimi gibi izleme ağında bulunan birçok faktörü etkilemektedir (Yakın ve Behçet, 2019: 1567). Bu kısımda, trafikte bulunan hafif araçların emisyonları, ağır araçların emisyonları ve emisyonları azaltmanın yolları konularına yer verilecektir.

3.1.1. Trafikte Bulunan Hafif Araçların Emisyonları

Trafiğin neden olduğu çevre etkilerinin başında hava kirlilikleri ve gürültü gelmektedir. Trafikte araç kullanımından meydana gelen gürültü genelde araçların motorlarından, egzozundan ve süspansiyonundan kaynaklanmaktadır. Trafikte gürültü, motorun hızına ve gücüne seyreden taşıtın cinsine, yoldaki eğim derecesine ve kaplama özelliklerine bağlanarak değişmektedir. Çeşitli nedenlerle meydana gelen trafik gürültüsünün insanların yaşamlarıyla iç içe olmasından dolayı insan sağlığı ve çevre bakımından önemli etki oluşturmaktadır (Yakın ve Behçet, 2019: 1568).

Trafiğin çevreye olumsuz etkilerinden biri de çevre kirliliklerinin önemli parametresinden birisi olan, canlıların yaşadıkları ortamı meydana getiren hava kirliliği olmaktadır. Hava kirliliklerine sebep olacak kaynakların temelinde dizel ve benzinli motorun egzoz gazı bulunmaktadır. Açığa çıkmış olan emisyonların sebebiyle çevrenin

kalitesi düşerek canlıların sağlığını tehlikeye atmaktadır. Trafikteki yoğunluktan kaynaklanan ve kişilerin üzerinde fizyolojik ve psikolojik bakımdan olumsuz etki yaratan bir diğer unsur da görsel kirlilik olmaktadır (Akbaş ve Akdoğan, 2001: 4).

Şehirlerdeki kirlenmelerin büyük oranı motorlu taşıtlardan kaynaklanmaktadır. Kirleticinin özelliği ve yoğunluğu motorun tipine, motorun ayarına, motoru kullanma tarzına, atmosferik şart ve yakıt bileşimlerine bağlı olmaktadır. Motorlu araçlar çevreyi; yağ-yakıt buharı, kurşun bileşiği, egzoz emisyonları, lastik ve asbest tozları, korozyon paslanma ve aşınma sonucunda oluşan gaz sıvı, katı ve gaz atıklarıyla kirletmektedir. Kirleticinin en yoğun ve zararlı olanları egzozda bulunan NOX, CO, HC ve PM (duman, is gibi) emisyonlarıdır. Çoğunlukla dizel motor kaynaklı olmaktadır. Dizel partikül filtreler, dizel motorun egzoz gazında bulunan kurumların ayrılmasını sağlayan sisteme denilmektedir (Öztürk, 2018: 367).

Katkı bulunmayan dizel partikül filtresi, partikül filtrelerinin motorun yakınlarına yerleştirildiği taşıtlarda kullanılmaktadır. EGR direkt püskürtmeli dizel motorlarda yakıt ekonomisinin kötüleştirilmeden NOx emisyonlarının azaltılmanın en iyi yollarından birisi olmaktadır. Uzun zamandan beri hafif hizmet tipindeki dizellerde başarıyla kullanılmasına karşın, ağır ve orta hizmet tipi dizelde motorun aşınmasını arttırdığı için birtakım sorunları açığa çıkarmaktadır. Hafifçe sıkıştırıldığı zaman, atmosferik sıcaklıkla sıvı duruma ve basıncın kalkmasıyla da tekrar gaz durumuna geçmektedir. Taşıma bakımından özellikler LPG'ler için yarar sağlamaktadır. Dizel motordan dağılan partikül maddeler hafif ve ince parçacıklar olduğundan, bu maddelerin çevre üstündeki etkileri önemli olmaktadır. Parçacıklar yüzey alanı bakımından geniş olduğundan güneş ışıklarını daha çok absorblayarak görünürlüğü azalmaktadır (Kesin ve Sağıroğlu, 2010: 2).

3.1.2. Ağır Araçların Emisyonları

Ağır yük ve yolcu araçlarının kaynaklandığı emisyon değerini sınırlandıran 88/77/EEC sayılı eski AB düzenlemelerine denk gelecek bir yönetmeliği kabul etmiştir. Yönetmeliklerin zorunlu uygulandığı tarih yeni olan araçlara 1 Ocak 2007, öncesinde tip onayı alan araçlara ise 1 Ocak 2008 olarak belirlenmektedir. Öyle ki 88/77/EEC sayılı AB Direktiflerinin yerine geçen 2005/55/EC sayılı yeni AB Direktifleri ve bu düzenlemelerin

uygulanmalarına ilişkin 2005/78/EC sayılı direktifler şimdilik Türk mevzuatına aktarılamamıştır. Euro V ve Euro IV standartlarını meydana getiren önceki AB düzenlemesiyle uyum sağlanmış, öncelikle devamlılık testi ve araç üstündeki teşhis sistemi olarak bazı ek yükümlülük oluşturan yeni AB düzenlemesi henüz Türk mevzuatlarına aktarılamamıştır. 2005 senesinde çıkartılan yeni AB Direktiflerinin uygulanmasıyla ilgili teknik faktörleri belirleyen 2005/7/EC sayılı direktifler, Türkiye'nin Müktesebat Uyum Takvimi'nde, 2007 senesinde uyum sağlanması öngörülen düzenlemelerin arasında yerini almaktadır (Öztürk, 2018: 384).

Ağır vasıtalar için öteki emisyonların da benzer biçimde hesaplanarak, km başı açığa çıkacak emisyon miktarları hesaplanmıştır. Otobüslerin (ağır vasıtalar) Euro V standartlarında, emisyonlarını belirlemek için motordaki gücün en fazla 200kw'yi bulduğu ve ortalama 140kw ile günlük 12 saat işletildikleri kabul edilmektedir. Ulaştırma sektörü, yük ve yolcu taşımacılıklarında kara yolu ağırlıklı olmakta sektörlerde tüketilen enerjilerin büyük çoğunluğu kara yollarında kullanılmaktadır (Öztürk, 2018: 370-371).

Otobüslerde (ağır vasıtalar) bu birim g/kwh olmaktadır. Otobüslerin emisyonlarına etki eden pek çok etken olmaktadır. Bunların başındaysa araçların ağırlıkları bulunmaktadır. Bir binek araçta ağırlık 1000 kg veya 2000 kg arasında değişmekte iken, otobüsler için bu değer 15000 kg veya 25000 kg aralığında olmaktadır. Motor güçleri üstünden emisyon hesapları yapılmaktadır. İstanbul'un genelinde kullanılmakta olan ağır vasıta araçların motor güçleri, otobüslerin markalarına göre 180–210 kw arasında olmaktadır. Araçlar hep tam güç ile çalışmadığı için 140 kw kabul edilmektedir. Ayrıca otobüslerin gün boyunca 12 saat hareket ettiği düşünülmektedir. Otobüslerin ürettiği emisyon daha çok olduğundan, araçlardaki azalma emisyon kazancında fark edilebilir değişimler oluşturmaktadır. İhtiyaç duyulmuş olan enerji miktarının da aynı oranda çok olduğu bu araçlar kaynaklarda en fazla oluşan gazın (CO_2) emisyonunun düşüş miktarını azaltmaktadır. Taksi duraklarına yapılacak uygulamaların benzerleri hatta daha kapsamlı olanı otobüs duraklarına da uygulanabilir (Erdemir vd., 2015: 424).

3.1.3. Emisyonları Azaltmanın Yolları

Trafik sıkışıklığını azaltmak ve düşük emisyon bölgeleri oluşturmak için uygulanılacak yöntemler konusunda üretilen fikirler; genel itibariyle yük ve yolcu hareketleri bakımından ikiye ayrılabilir. Çözüm için önerilerin bazıları iki alanda hizmet etmektedir. Bazılarıysa sadece belli bir alanda çözüm özelliği taşımaktadır. Temel başlıklar; yük ve yolcu hareketleri, parklanma ve alan (sanayi, yaşam ve ticaret gibi) yönetimi, şehir sakinlerindeki etkileri, teknolojiden faydalanmalar, yönetim otoritesi, teşviksel ya da cezai yaklaşımlar biçiminde sıralanabilir. Çin, Amerika, Singapur, Almanya, Kore gibi ülkelerde ve Stockholm, Milan, Palermo, Seul, New York, Londra gibi şehirlerde bu başlıkları kapsayacak çok miktarda örnek üstünde konuşulmuştur. Dünyada en iyi uygulamalara bakıldığı zaman, trafik sıkışıklığı hususunda alınan tedbirlerin başında genelde yük ve yolcu hareketlerinde etkinliğin ve verimliliğin artırılması yönünde alınan tedbirler bulunmaktadır. Yollardan ve parklanma alanlarından daha çok faydalanmak adına öncelikli olarak teşvikler, kaynakların yeterli olmadığı hususlarda da ücret merkezli cezai yaklaşım ön planda olmaktadır (İETT, 2016: 12).

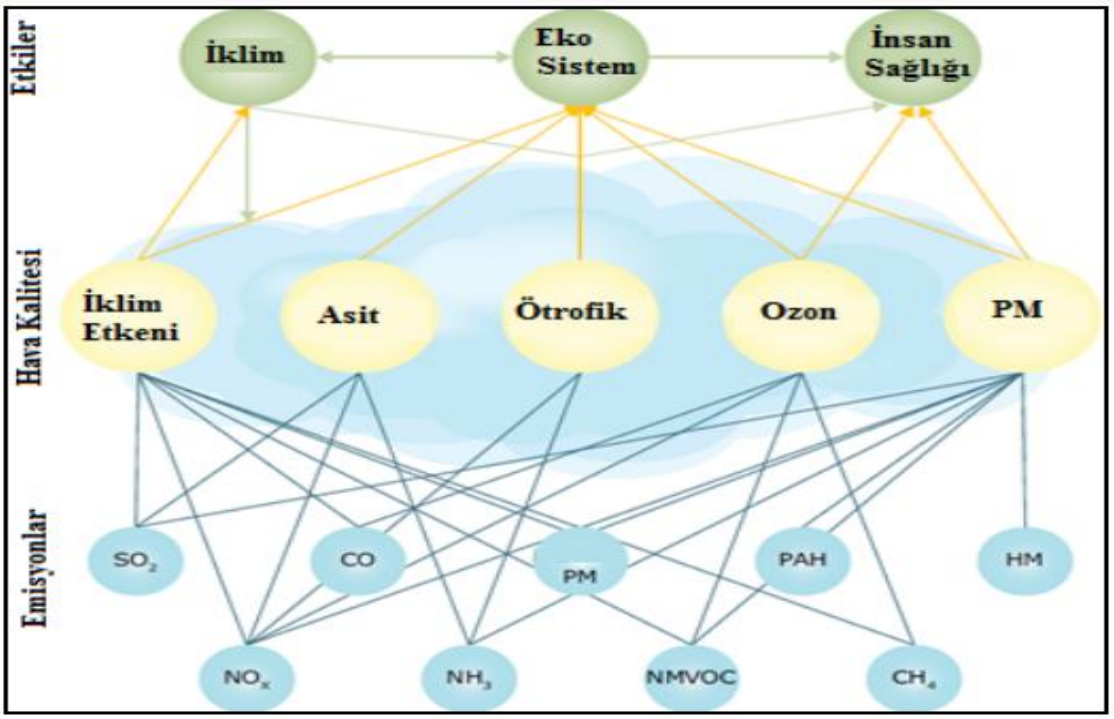
Trafikteki hareketliliği iyileştirmek adına, alt bölgeler ve şehirleri planlanmada düzenleme yapılmaktadır. İş ve yaşam alanlarında hareket ihtiyaçlarını minimum düzeye indirecek biçimde düzenleme yapmak gibi yeni yaklaşımlarda bulunulmaktadır. Hareketlilik (Mobilite) ne kadar şehirlerde gelişmişliği göstermiş olsa da aynı anda lüzumsuz hareketlere duyulacak ihtiyaçları engellemek için bölgesel planlamaların önemli olduklarını işaret etmektedir. Pek çok dünya kentinde hareketlilik ihtiyacı çok merkezli yapı kurularak aşılmaktadır. İnsanların çoğunu işlerinden dolayı şehrin belli noktalarına toplamak yerine uygun sektörleri belli bölgelerden seyrelterek farklı noktaya dağıtmak hareketlere olan ihtiyacı azaltmaktadır. Toplu taşıma araçlarında entegrasyonu artırmak ve insani taşıma koşullarını oluşturmakla özel araca olan ihtiyaçların azaltılması pek çok şehirde uygulanılan çözümler olmaktadır. Sıfır emisyonu olan taşıma araçlarından bisikletin kullanımı için gelişmiş şehirler özendirilmektedir. Bölgesel planda bunlara dikkat edilmektedir. Bisiklet kullanım politikasını uygulamanın zor olacağı coğrafi bölgelerde insanlar araç paylaşmaya zorlanmaktadır. Bu zorlamaların uygulanabilmesini sağlamak için bilgi teknolojisi tabanlı uygulamadan yardım alınmaktadır (İETT, 2016: 12-13)

Işıklı işaretler (sinyaller) yol üstünde özellikle kavşakta güvenli ve düzenli bir trafik akışı sağlamak amacıyla yararlanılan trafik kontrol gereçleri olmaktadır. Trafik akışını düzenlenmeye ve sinyallerin belirli zamanda periyodik şekilde yakılışına sinyalizasyon denmektedir. Trafik akışının düzenlenmesi ve stabil olması için akıllı trafik ışığı ve kavşaklar kullanılmakta, yollar radyo dalgalarıyla ve kameralarla izlenilmekte ve bunlardan edinilen veriler kullanılıp günün saatine göre değişiklik gösteren dinamik uygulamalar ve denetlemeler yapılmaktadır. Birçok şehre katı kurallar getirilmektedir. Özel araçlar da olsa yalnızca belirli güzergahta hareket edebilmeleri şeklinde kısıtlamak, bilhassa yük araçlarında (aracın yaşı, doluluk oranları gibi) belli şartları yerine getirmeyenleri belli alanlara sokmamak veya trafikten tamamıyla men etmek gibi uygulamalar olmaktadır. Şehrin içinde belli alanları düşük emisyon bölgesi olarak seçmek ve buralara yalnızca hibrit veya elektrikli araçların girmesini sağlamak ve çevreci araçlar teşvik edilerek diğer ağaçların verdikleri zarar oranlarında bedel ödemelerine mecbur bırakmak gibi düzenlemeleri getirmek dikkatleri çekmektedir. Bütün yaklaşımları uygulayabilmek için, yerel yönetimdeki otoritelerin iş birliği yapmaları gerekmektedir. Ayrıca otoritenin tek yerden yönetilmesi gerekli olmaktadır. Sorunlar bütünsel perspektifle ele alınmayıp bölgesel olarak ele alındığında hedefler çakışmaktadır (Çakır vd., 2009:101).

3.1.4. Emisyonların Etkileri

Dünya günümüzde yeni bir zamana sahne olmaktadır. ‘’İnsan Çağı’’ anlamına da gelen bu çağa "Antroposen" denilmektedir. Bu dönemde, artan nüfusla birlikte sanayileşme ve şehirleşme artmış, doğal bitki örtüleri ve ormanlar yok edilmiştir. Küresel ısınma ile beraber okyanustaki su sıcaklığı artmakta, hayvan ve bitki çeşitleri azalmaktadır. Gaz salınımları (İnsan kaynaklı emisyon) önemli hava kirliliklerine yol açmakta, insan sağlığında ve çevre üstünde tehlikeli boyutta olumsuz etkileri ortaya çıkarmaktadır. Havada gaz, katı ve sıvı halde olan kirletici maddenin canlıların hayatına ve çevreye zarar vermesi hava kirliliği olarak tanımlanmaktadır. Kirletici maddeler, havadaki doğal bileşimi bozan ve sağlık ve çevre bakımından olumsuz etkisi bulunan kimyasal maddelere denilmektedir. Eski dönemlerde hava kirlenmesinin etkileri bilinmediği için bilim şeklinde ele alınmayıp yalnızca bu konuya bazı kurallar ve kısıtlamalar getirilmiştir. Bu konu Roma dönemi ve eski Yunan şehirlerine kadar uzanmaktadır. Roma zamanında yakılan odunun binayı kararttığından bahsedilmektedir. Başka bir hava kirliliğinin kaynağı da para basma

amacı ile Roma döneminde Akdeniz kıyısında bakırın eritilmesinin sonucunda havada bulunan bakır konsantrasyonunun artması olarak belirtilmektedir. 1228 yılı itibariyle İngiltere' de kireç ve demir ocaklarında odunun yerine keşfettikleri deniz kömürünü kullanmaları ciddi boyutta hava kirliliklerini ortaya çıkarmıştır. Havanın temiz olması, insanların refah seviyeleri için belirtilen temel gerekliliğinden biri olduğu halde, hava kirlilikleri gelişmiş ülkelerin dahi başta gelen sağlık sorunlarını oluşturmaktadır (Kılıç vd., 2016:27).



Şekil 3.11. Emisyonların Etkileri

Kaynak: (Kılıç vd., 2016: 28).

Hava kirliliği insan sağlığını etkileyen en önemli faktörlerin başında geldiği belirtilmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018: 14-15). Hava kirliliğinin sebepleri aşağıdaki şeklide sıralanabilir;

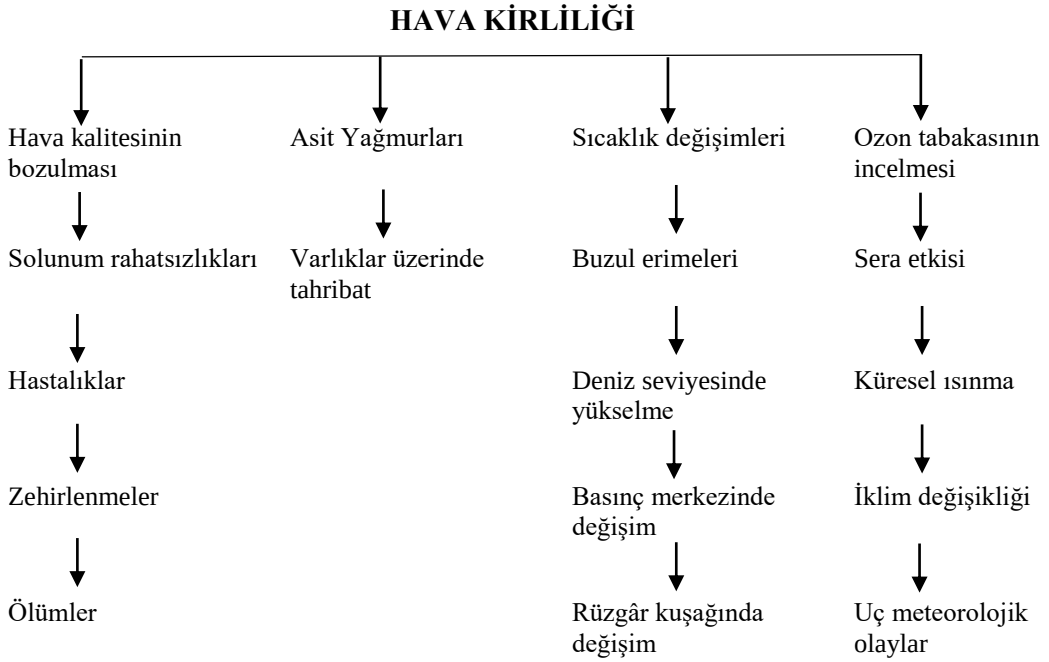
Kükürtdioksit ve Etkileri; kömür veya petrol gibi yakıtları, ısınma, elektrik santralleri ve endüstri tesislerinde yakılmaları sonucunda oluşmaktadır. Kükürt dioksitin %95'i solunum yollarında absorbe olmakta ve anfizem, bronşit ve diğer akciğer hastalıklarının oluşmasına sebep olmaktadır. Global etkileri ise; asit yağmurlarını oluşturması şeklinde belirtilmektedir.

Partikül Maddeler ve Etkileri; çapı 10 μm 'den küçük partiküllerin bazı sağlık problemlerini oluşturması ya da mevcut sağlık problemlerini arttırması şeklinde belirtilmektedir. Bu partiküllerin, kalp ve solunum rahatsızlıkları kaynaklı ölümlere neden olduğu düşünülmektedir.

Azot Oksitler ve Etkileri; azot dioksitlerin bulunduğu yerlerde, diğer kirleticiler ve ozonunda bulunması durumunda, aralarında oluşan reaksiyonların neden olduğu, biyokimyasal değişimler ve akciğerlerde bakteriyel enfeksiyonlara karşı hassasiyetin düşmesine neden olmaktadır.

Karbonmonoksit ve Etkileri; karbon monoksitler, oksijen taşıma kapasitelerini azalttıkları için, solunuma karıştıklarında, kanın oksijen taşımasını büyük ölçülerde engelleyerek, kan damarlarındaki çeperlerde, kalp ve beyin gibi hassas doku ve organlarda fonksiyon bozukluklarını meydan getirmektedir.

Ozon ve Etkileri; trafik kaynaklı oluşan azot oksitlerin, solunum sistemi problemlerine, göz ve burun iritasyonuna, astıma ve vücut direncinde azalmalara neden olduğu belirtilmektedir.



Şekil 3.12. Hava Kirliliği

Kaynak: (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018: 6).

3.2. Hava Kirliliği Kavramı

Hava kirliliği; havadaki gaz, katı ve sıvı halde bulunan yabancı maddenin insanların sağlığına, ekolojik denge ve canlıların hayatlarına zarar verecek miktarda, yoğunlukta ve uzun zaman atmosferde bulunması olarak tanımlanmaktadır. İnsanların sağlıklarını tehdit edecek boyutlara ulaşan hava kirliliğini tanıtarak ve bunlara etki eden fiziksel çevrenin faktörlerini belirterek elemanların hangisinin ne kadar etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu kirlilik, havanın kirletilmesi ile ortaya çıktığı için temel neden ve kaynak kirleticiler olmaktadır. Kirleticileri de insan çeşitli faaliyetlerinin (ulaşım, ısınma ve sanayileşme v.b.) sonucunda havaya bırakmaktadır. Hava kirliliğinde baş sorumlu insanlar olmaktadır. Çevrenin doğal elemanları, bazen kirliliğin kolay dağılarak yok olmasına yardım ederken bazı şartlarda ise kirliliğin kalıcı olmasına neden olup ve kirliliklerin insanlara ve çevrelerine verdiği zararların miktarını arttırmaktadır. Kurulu doğal dengenin vasıtasıyla atmosfer ve tabiat kendi kendine temizlenmektedir (Şahin, 1989: 194).

Doğal yollar ile ortaya çıkmakta olan kirlilik tekrardan doğal yollar ile ortadan kalkmaktadır. İnsanlar doğadaki dengeyi menfi faaliyetleri sonucunda bozdukları için kendilerine çözülmesi zor bazı büyük problemler çıkarmaktadırlar. Geniş manasıyla düşünüldüğünde hava kirliliği, havada bulunan esas maddelerin miktarlarındaki değişme ve dışardan yabancı ve yeni maddenin havaya girmesine denilmektir. Tüm tabiatta bulunduğu gibi tabiatın parçası atmosferinde hassas bir dengesi bulunmaktadır. Bu denge, insanlardaki olumsuz faaliyetler sonucunda atmosferde bozularak hava kirliliği sorununu ortaya çıkarmaktadır. Ciddi bir sorun olan hava kirliliklerini meydana getiren kirleticiler, yapay ve doğal yoldan atmosfere salınmaktadır. Doğal yoldan salınmakta olan kirleticiler bir sistem ve denge içinde tekrardan doğal yolla giderilerek ve atmosferde, canlıların yaşamasına uygun bir hale gelmektedir. Yapay kirletici ise, içinde canlının da bulunduğu atmosferdeki en alt bölüme ve özellikle kentlerin üstündeki hava tabakasına etki ettiği için çok tehlikeli ve önemli olmaktadır. Atmosferdeki dengeyi bozacak düzeyde olmayan kirletici, en altta dengeyi kolaylıkla bozmaktadır (Blüthgen, 2019: 333).

Meydana gelen kirliliğin derecesini belirlemek ve kirliliğe sebep olan yakıtın kirletme gücünü belirlemek için kimyacılar konuyla ilgili çalışmalarda bulunmaktadır.

Kirliliğe etki eden ve atmosferde geçen bazı reaksiyon konuları da kimyacıların konusu olmaktadır. Atmosferdeki türlü fiziksel olaylarla kirleticiler ve hava kirliliği arasındaki ilişki söz konusu olduğunda ve kirletici partikülün ölçülmesinde ve tayininde de fizikçiler konuyla ilgili bulunmaktadır. Ana caddeleri hakim olan rüzgarın yönüne göre düzenlemek ve binadaki kat sayılarını rüzgarın akımını engellemeden ayarlamak bakımından hava kirlilikleri şehir planlayıcılarını da ilgilendirmektedir. Binalardaki ısı yalıtımları, pencere yüzeyinin genişliği ve pencerelerin özelliği (çift veya tek camlı oluşu) gibi konular, binaların tükettiği yakıt miktarlarını doğrudan etkilediğinden mimarlar da hava kirliliğiyle ilgilenmektedir. Hava kirliliklerini etkileyen unsurların birçoğu inceleme konularına girdiğinden meteorologlar ve klimatologlar da söz sahipliği yapan kişilerin başında bulunmaktadırlar. Hava kirliliğinin etkisinde kalan canlılar ile uğraşan biyologlar ve tıpçılar da ellerinde olmadan konuyla ilgilenmek durumunda kalmaktadırlar (Şahin, 1989: 195). Bu kısımda, hava kirliliğinin tarihsel gelişimi, hava kirliliğine etki eden faktörler, hava kirliliğini azaltma yolları, hava kirliliğinin kaynakları, ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği, sanayiden kaynaklanan hava kirliliği ve trafikten kaynaklanan hava kirliliği konularına yer verilecektir.

3.2.1. Hava Kirliliğinin Tarihsel Gelişimi

11 Aralık 1997 tarihinde imzalanan ancak 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe giren Kyoto Protokolü, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik uluslararası tek anlaşmadır. Bu protokolü imzalayan ülkeler karbondioksit ve sera etkisine sebep olan diğer 5 gazın salınımını azaltmaya veya karbon ticareti yoluyla haklarını arttırmaya söz vermişlerdir. Protokol, ülkelerin atmosfere saldıkları karbon miktarını 1990 yılındaki düzeylere düşürmelerini gerekli kılmaktadır. Türkiye'de Kyoto Protokolü 17 Şubat 2009'da yasal olarak yürürlüğe girmiştir. Günümüzde enerjisinin %20'sini yenilenebilir enerjiden elde eden Türkiye 2023'te bu oranı %30'a çıkartmayı hedeflemektedir. Türkiye ayrıca 2010 – 2020 yıllarını kapsayacak Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesini de kabul etmiştir (T.C. Orman Bakanlığı, 1998).

Türkiye'de çevre sorunu ilk defa 1982 Anayasasıyla ele alınarak toplumdaki güncel sorunlar olarak tanımlanmaktadır. Buna bağlanarak 9 Ağustos 1983 senesinde 2872 sayılı Çevre Kanunu yürürlüğe girerek yasal tanım da yapılmış olmaktadır. Mevzu bahis Çevre

Kanunu çerçeve kanun özelliğindedir. 6 bölümden ve 34 maddeden oluşmuş kanunla türlü alanlardaki uygulamalar yönetmeliklere bırakılmaktadır. Yönetmeliklerden biri olan "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği" 2 Kasım 1986'da Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmektedir. Yönetmelik hava kirliliğini çözümlemeye emisyon denetimiyle yaklaşmaktadır. Böylelikle tesislerin kendi büyüklüğü ve üretim türüyle ilişkili olup kirletici özelliğini beyan etmeleri esastır. İdareyse bu bilgileri arşivleyerek zaman içinde bunların değişimlerini ve doğruluk derecelerini izlemektedir (Toroslu, 1987: 105).

3.2.2. Hava Kirliliğine Etki Eden Faktörler

Hava kirliliği teknolojiyle beraber gelen tüketim toplumlarının (modern hayat) yan ürününden biri olmaktadır. Motorlu araç, ısı ve elektrik enerjisi üretimleri, şehirlere yapılan yoğun yerleşim ve sanayi tesisi gibi başlıca nedenler hava kirliliğini etkilemektedir. Hava kirliliğine sebep olan önemli kaynaklardan birini de yanma oluşturmaktadır. Kuramsal olarak yanmanın gerçekleşmesiyle yakıt içinde bulunan karbon ve hidrojen havanın oksijeniyle birleşerek karbondioksit (CO2) su buharını ısı ve ışığı açığa çıkarmaktadır. Bununla birlikte yakıttaki safsızlık, uygun olmayan yakıt (hava) oranı ya da çok düşük veya yüksek yanma sıcaklığı; yanmayan hidrokarbon, 188 karbonmonoksit (CO), kükürt oksiti, azot oksiti ve uçucu küller gibi havayı kirletecek maddelerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kükürt oksit gibi maddelerde zararlı etki oluşurken hidrokarbon bileşiklerinde kanserojen etkiler de tespit edilmektedir. Hava kirliliği için yapılan çeşitli tanımlardan biri olan ve çok benimsenen; "atmosferde olan kirleticilerin bitki, insan sağlığında, malzemelerde ve yapılarda, zararlı etkiler ortaya çıkaracak süre ve konsantrasyonda (miktar) temasta bulunmak" biçimindeki tanımdır (Taniguchi ve Heijden, 2000: 65-66).

3.2.3. Hava Kirliliğini Azaltma Yolları

Kirletici emisyon türüne göre farklı biçimlerde oluşmakta ve oluşan emisyonların oluşmalarından önce ya da oluşmalarından sonra azaltılması için değişik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Emisyonları azaltmak için kullanılacak en mühim yöntem olarak miktarın sonsuz şekilde kabul edildiği yenilenebilen enerji kaynakları kullanılmaktadır. En çok önemi olan yenilenebilir enerji kaynağı olarak; jeotermal, güneş, rüzgâr, dalga ve

hidroelektrik enerjisi ve biyokütle kullanımı tabiatın sunduğu enerjilerden sayılmaktadır. Doğal enerjinin yaygınlaştırılması ve kullanımı öncelikle küresel ısınmaya sebep olan CO2 ve pek çok zararlı emisyonun dağılımını azaltmaktadır. Hava kirliliklerini önlemenin başka bir yolu da, enerjiden tasarruf yapmaktır. Bilhassa ısıl süreçte yeni uygulamalar olarak kojenerasyon uygulaması gelmektedir. Sanayi sektörlerinde kojenerasyon uygulamalarıyla 2020 senesine kadar %11 oranda enerjide tasarruf sağlanabilir. Denizcilik sektöründe ise yalnızca gemiler değil, enerji kullanımı ve limanda kullanan ekipman da önemli emisyon kaynağı olmaktadır (Atikol ve Güven, 2003: 1261).

Limanda kullanılan ekipmanın türleri ve sayılarıyla operasyonların optimizasyonu önemli derecede enerji tüketimi ve enerji kullanımını azaltmaktadır. Gemilerin neden olduğu emisyonu azaltmak adına her emisyonun türü ve gemi için türlü yöntemler bulunmaktadır. Oluşan emisyonların miktarı, özellikle CO2'deki emisyon miktarını direkt olarak yakıt tüketimlerine bağlamaktadır. Bundan dolayı gemilerdeki yakıt ekonomisini sağlamak adına; gemilerin tekne tasarımları, makine tasarımları, pervane sistemleri ve diğer teknolojik tasarımlarla gemi işletme yöntemlerinde iyileştirme yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağının önemli çeşitlerinden bir tanesi olarak görünen biyokütle enerji kaynağı; kaynağa yönelik çevrim ve üretim teknolojilerini iyi bilmek, her ölçekte enerjinin verimine uygun olmak, çevreyle dost olmak, sürdürülebilen enerji üretmek, çevre yönetimi sağlamak ve kalkınmayı hedeflemek gibi özellikleriyle bütün dünyada yaygın bir uygulama alanını bulmaktadır (Atikol ve Güven, 2003: 1261).

3.2.4. Hava Kirliliğinin Kaynakları

Geçen asırdan itibaren artmakta olan dünya nüfusuyla kentleşme, sanayileşme, atık tipleri ve kirleticilerin türü de artmaktadır. Kirliliklerin ana kaynağından biri, sanayide yaygın şekilde kullanılan fosillerdir. Sanayi şirketinin şehre yakın yerlerde kurulması ve bu şirketlerin ilgili işletmeler tarafından kontrol edilememesinden dolayı bu şirketler pek çok kirlilik ihlali meydana getirmektedir. Kirlilikler atmosfere yerleşecek hava kirliliklerine sebep olmaktadır. Atmosfer bileşenleri fosil yakıtta değişikliklere sebep olarak havanın kalitesini azaltmaktadır. Bir başka önemli etkense motorlu taşıtların kullanımınım artması ve onunla birlikte nüfusun artmasıdır (Morcalı ve Akan, 2017: 105);

Doğal kaynaklara*;* yanardağların volkan faaliyeti, orman yangınları, doğanın ve bitki örtüsünü tahrip etmek örnek gösterilebilir.

Yapay kaynaklar ise; insan faaliyetlerinin sonucunda oluşan kaynaklara denilmektedir. Bu kaynaklara da konutlarda ısınmak amacıyla yapılan yakıt kullanımları, sanayi faaliyetlerinin sonucundaki kullanımlar ve trafiğin neden olduğu kirlilikler örnek olarak verilebilir.

Hava kirleticilerinin havaya atıldıkları faaliyete veya yere kirletici kaynak denilmektedir. Kirliliğin kaynakları; volkanın püskürmesi, orman yangınları gibi doğal kaynaklardan ya da evsel ısınma araçları, sanayi işletmeleri ve taşıtlar gibi yapay kaynaklardan oluşabilir. Hava kirleticileri atmosfere ulaşarak, önce duman bulutu veya hüzmesi biçiminde taşınırken, diğer taraftan da çökelerek, seyrelerek ya da atmosferde reaksiyonlara uğrayarak uzaklaşıp kaybolmaktadırlar. Mekanizma kaynağın kirletinin üretme fonksiyonlarına zıt tüketim alanları oluşturduğu için sink (rezervuar) olarak tanımlanmaktadır. Sink olarak bitki örtüleri, toprak, atmosferde bulunan fotokimyasal reaksiyon, suların yüzeyselliği, yağışla yıkanıp ya da depozisyon (faydasız olarak çökelerek toprağa inmek) sayılabilir. Kirletici bir maddenin kaynağından yayılmasından havada kaybolmasına kadar geçen zamanın iyi ölçüsü kirleticilerin yarılanma ömrü olmaktadır. En çok rastlanılan hava kirleticinin gün ya da saat derecesinde yarılanma ömrü olduğu bilinmektedir. Maddenin atmosferde olabildiğince etkin ve hızlı uzaklaştırma mekanizmasına sahip olduğunu göstermektedir (Müezzinoğlu, 2000: 109).

3.2.5. Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği

Kentlerde ısınma sonucunda oluşan hava kirlilikleri bilhassa kış dönemlerinin başlamasıyla artmaktadır. Kış mevsiminde ısınmanın sonucunda oluşan hava kirliliklerinin temel nedenleri: ısınma işleminde kalitesiz yakıtları (nem oranları yüksek kalori değerleri düşük olan kömürler, kükürt ve kül) iyileştirme işlemi yapmadan kullanmak, yanlış yakma tekniklerini uygulamak ve kullanılan kazanın bakımını düzenli şekilde yapmamak biçiminde sıralanabilir. Bu nedenlerin dışında; nüfusun hızlı artması ve nüfusun kentlerde yoğunlaşması, meteorolojik ve topoğrafik şartlara rağmen şehirlerde yanlış yerleşimin ve bundan dolayı çarpık kentleşmenin olması şehirlerde görülen hava kirliliklerini

arttırmaktadır. Kış mevsiminde ısınmak amacıyla kaloriferler ve sobalarda genellikle fuel-oil, doğal gaz, odun ve kömür yakılmaktadır. Sobalardan ya da kaloriferlerin kazan bacasından çıkan gaz için genel kirleticiler ifadesi kullanılmaktadır. Bunlar; kükürtdioksit (SO2), karbonmonoksit (CO), partikül maddeler (kurum, toz ve is) ve azotdioksitler (NOx) dir (Morcalı ve Akan, 2017: 106).

3.2.6. Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği

Hava kirliliklerinin yaygınlaşarak, halkta sağlık sorunları haline gelmesindeki önemli nedenler ulaşım, sanayileşme ve kentleşmedir. Üç neden kısır döngünün içinde birbirlerine etki etmektedir. Sanayileşmeyle beraber endüstriyel tarım uygulamasına geçmek kırsal işsizlikleri arttırarak kırdan kentlere göçü hızlandırmaktadır. Bunların sonucunda da kentlerin büyümesiyle yaşayan insanların sayıları artmakta, kentlerin konuşlandığı alanlar genişlemekte, ısınmadan kaynaklanan kirletici miktarları artmaktadır. Kentler büyüdükçe, bunun sonucu olarak ulaşım ağları genişlemekte, araçların sayısında artış olmakta ve trafik yoğunlaşıp bazenleri çok yavaşlayarak durmakta, kullanılan egzoz emisyonu ve yakıt miktarları artmaktadır. Bunların birlikte artması hava kirliliğinin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Genel bir ifadeyle hava kirliliği; insanların faaliyetleri ve doğal olayların sonucunda meydana gelen atmosferdeki doğal bileşimi değiştiren, yoğunluğuna ve atmosferde kaldığı zamana bağlı şekilde, bitkilerin, hayvanların ve insanların hayatlarına zararı bulunan tanecikler ve gazlar olarak tanımlanmaktadır (Yücedağ ve Kaya, 2016: 67-68).

Meteorolojik ve topografik özelliklere dikkat edilmeden yapılan yanlış kentleşmeler, yersiz ve uygunsuz yakma tekniği, yeşil alanın azaltılması, motorlu araçların sayısının artması, atığın yetersiz atılması hava kirliliklerini daha da arttırmaktadır. Hava kirleticiler atmosfere erişme yoluna bağlı şekilde ikincil ve birincil kirleticiler biçiminde tasnif edilmektedir. Fabrikaların bacasından çıkan kimyasal tozlar, dumanlar ve gazlar havanın kirletmesine sebep olmaktadır. Fabrikalardaki enerji ihtiyacını karşılamak için yakılan yakıt ve fabrikalarda yapılan işlemlerden sonra ortaya çıkan kirleticiler bacayla havaya atılıp kirliliğe sebep olmaktadır. Günlük ihtiyaçları karşılamak, yurdun kalkınmasını sağlamak ve yeni iş sahaları açarak işsizliği önlemek için fabrikaların kesinlikle üretimi sürdürmesi ve çalışması gerekmektedir. Kalkınmayı sürdürebilmek ve

çevreyi korumak önemli olmaktadır. Fabrikalar ve iş yerlerinin çevrenin kirletilmemesi adına gerekli tedbirleri alması gerekmektedir. Örneğin; yeşillendirme çalışması yapılmalı, temiz enerji kaynağı kullanılmalı, filtre sistemi kurulmalı, geri dönüşümün mümkün olduğu hammadde kullanılmalı, personeller çevre hususunda eğitilmeli, teknolojik yenilikler takip edilerek ve uygulanılmalıdır. Sanayileşmede yer seçimleri önemli olmaktadır. Önemli olanı yetkili işletmelerden gerekli izinlerin, kesinlikle alınmasıdır (Yücedağ ve Kaya, 2016: 68).

3.2.7. Trafikten Kaynaklanan Hava Kirliliği

Ulaşımda kullanılan araçlar günlük yaşantının bir parçası olmaktadır. Her gün farklı şekillerde yararlanılan motorlu kara yolu taşıtlarının havaya verdiği kirletici tanecikler ve gazlar çevrenin ve solunan havanın kirlenmesine sebep olmaktadır. Hava kirliliklerinin yarısını motorlu taşıtlar oluşturmaktadır. Büyük şehirlerin kavşaklarında ve ana caddelerinde, kara yolları çevrelerinde havayı kirletici madde emisyonu (atmosfere atılan toz, is, gaz gibi) önemli boyutlarda olmaktadır. Bir kişinin günlük ihtiyacını karşılayan 15 m3 temiz havayı tek bir taşıtın yalnızca 10 dakika gibi bir sürede tehlikeli duruma getirmesi şehirlerdeki yüz binlerce aracın sebep olacağı hava kirliliklerinin boyutları hakkında bize yeterli ölçüde bir fikir vermektedir. Kent trafiğindeki araçların; teknik bakımları yeterince yapılmadığı, bilinçsiz kullanıldığı ve bazıları çok eski olduğu için kirletme özellikleri daha da artmaktadır. Bundan dolayı araçlar önemli bir kirletici kaynağı durumunda olmaktadır. Araçlarda hava kirliliğini oluşturan kirletici kaynak, motorun cinsine bağlı olarak değişmektedir (Mutlu, 2019: 152).

3.3. Çeşitli Hava Kirleticiler

Bu kısımda, partikül maddeler, kükürt oksitler, azot oksitler, karbon monoksit ve diğer kirleticiler konularına yer verilecektir.

3.3.1. Partikül Maddeler

Katı ya da sıvı taneciklerin gaz ortamında askıda durması ile oluşan maddeler toz/partikül olarak adlandırılmaktadır. Partiküllerin, doğal veya yapay nedenlerden dolayı, iklimsel ve hijyenik etkilerle önem kazandığı belirtilmektedir. Çok ince olan ve havada

koloidal süspansiyon oluşturan partiküller ‘’aerosol’’ olarak tanımlanmaktadır. Doğal sislerde ve kirlenme ile oluşan yapay sis olaylarında aerosollerin etkili olduğu ifade edilmektedir. Havada asılı durmakta olan partiküller, irilik ve yoğunluk durumlarına bağlı olarak bir süre sonra yere çökerek atmosferden uzaklaşmaktadırlar. Havada asılı duran bu taneciklerin, irilik ve kimyasal yapıları temel alınarak, sprey, toz, duman, sis gibi birçok ismi bulunmaktadır. Toz maddeler, katıdır ve doğrudan endüstrinin veya ısınma tesislerinin atık gazları ile havada asılı durmaktadırlar. Buharlar; fiziksel ya da kimyasal reaksiyon sonucunda havaya bırakılan metal veya organik madde buharı ile süblime olunması sonucu oluşan ince sıvı zerreleri olarak tanımlanmaktadır. Sis; yoğuşan maddelerin oluşturduğu ince sıvı damlalarından meydana gelmektedir. Su buharının etkisiyle, doğal sislerin, diğer buharların etkisiyle de smog şeklinde görüldüğü ifade edilmektedir. Dumanlar; karbonlu maddelerin tam olarak yanmamaları sonucunda havaya bırakılan zengin atık gazları olarak adlandırılmaktadır. Spreylerin ise; bir sıvının basıncı olan bir taşıyıcı gaz ile beraber havaya püskürtülmesi ile oluşan atomize şeklindeki sıvı taneciklerden meydana geldiği ifade edilmektedir (Müezzinoğlu, 2000: 109).

Partikül maddelerin kimyasal yapıları yönünden organik ve inorganik yapıda olabilmekte ve özellikleri çok değişken olabilmektedir. Hava kirliliğinin önemli unsurlarından inorganik bileşenler; vanadyum, sülfat, çinko, kurşun, mangan ve demir olarak sıralanmaktadır. Organik bileşenleri ise; alkoller, çeşitli hidrokarbonlar, organik asitler ve fenoller olarak sıralamak mümkün olmaktadır. Partikül maddelerinin bir kısmı, biyolojik partiküller yani mikroorganizmalardan oluşmaktadır. Ortalama gaz molekül büyüklüğüne sahip, 0.0002-0.0003 µm çapından iri ve havada askıda kalabilen sıvı ya da katı olan tüm maddeler partiküller sınıfına girmektedir. Havada toz olması, yani yapay ya da doğal partikül maddeler ile dolu olması (Caudill, M. 1987: 46);

1. Görüş mesafesinin kısalmasına,
2. Güneş ışınlarının, dalga boyundan etkili bir şekilde gelen enerji akışlarını değiştirmesine,
3. Yaşayan tüm canlıların sağlığına olumsuz etkiler yapmasına sebep olmaktadır.

3.3.2. Kükürt Oksitler

SO_2'nin, havadayken, gazların, katı partiküllerin veya su damlacıklarının üzerinde karmaşık reaksiyonlar ile oksitlendikleri ve SO_3'e dönüştükleri gözlemlenmektedir. Bu dönüşümün, ıslak ya da kuru çökelmelerle atmosferden ayrılan sülfatı oluşturduğu belirtilmektedir. SO_x gazlarını, SO_2 gazı ile eşdeğer oldukları şeklinde ifade edilmektedir. Havada bulunan kükürt oksitlerin içerisinde ki en önemli payın, kükürt dioksit gazlarına ait olduğu belirtilmektedir. Kükürt dioksitler renksiz gazlardır. Havada 0.3-1 ppm seviyelerinde ağızda karakteristik tatlar bırakırken, 3 ppm'in üzerinde olduğu zaman ise boğucu hislere yol açtığı tespit edilmiştir. Atmosferde, çok hızlı bir oksitlenmeye maruz kalarak, kükürt trioksit (SO_3) ve sülfata dönüşmektedir. Kükürt trioksitlerin, sülfürik asitlerin anhidriti olduğu bilinmektedir. Bunlar; yağmur ya da yoğuşan nem (sis) damlaları ile birleşerek havada bu asitlerin damlacıklarının oluşmalarını sağlamaktadır. Sülfatların ise; çoğunluğunun 0.2-0.9 μm çapında katı tanecikler şeklinde oldukları bilinmektedir. Sülfatlar, görünür ışıkların, 0.4-0.7 μm olan dalga boylarıyla giriş yaparak, görüş mesafesinin azalmasına ve güneş radyasyonlarını engelleyerek yerel iklimde soğumalara yol açmaktadır. Bu nedenlerle, kent atmosferinde, SO_2'nin karakteristik seviyelerde, bağıl nemin ise %50'den fazla olduğu zamanlarda, önemli görüş kayıplarının ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. SO_2 gazlarının, solunum sistemi ve akciğer yetmezliği bulunan hastalar için hayati tehlikeler taşıdığı düşünülmektedir. SO_x grubu gazların, teknolojik malzemelere ve bitkilere verdikleri zararlar ile tanındıkları belirtilmektedir (Müezzinoğlu, 2000: 109-110).

Metal yüzeylerde korozyonla aşınmalara sebep olmakta, boyaların ömrünü azaltmakta, kireçler, mermerler ve sıvalar gibi yapı malzemelerini kısa sürede tahrip etmekte ve asit yağışları ile birlikte bitki örtüsü ve ormanları tahrip etmektedir. Havada bulunan kirleticiler, SO_x ve NO_x atmosferde, sıvı damlacıkları aracılığı ile adsorplanarak ve oksitlenerek sülfürik ve nitrik asit damlacıklarına dönüşür ve asit yağmurlarına neden olmaktadır. Asit yağışının bilinen iki zararlı etkisi bulunmaktadır. İlki; yere düşmekte olan asitli yağış suları, yüzeysel akış sonlarında, karıştıkları alıcı su ortamında, doğal dengeyi bozmaktadırlar. İkincisi ise toprak ve bitkilerde oluşmaktadır. Asidik yağışların etkisiyle yıkanan topraklarda biriken besin maddelerinin, suda daha çok çözünmesi ile birlikte, suyla, topraktan gitmektedirler. Asit yağışlarının, mermere verdiği zararlar nedeni ile

mermerden yapılan tarihi eser veya antik yapılarının da zarar görmesine neden olduğu belirtilmektedir (Boznar vd., 1993: 221).

3.3.3. Azot Oksitler

Azot oksitlerin (NO_x) havada bulunan en önemli kirletici gazlardan olduğu belirtilmiştir. Yanma esnasında yüksek sıcaklık bölgelerinde oluşan NO ile NO_2 gazlarının toplamlarından oluşmaktadır. Fotokimyasal sislerin oluşumunda da başlıca unsurlardan sayılmaktadırlar. Yanma kaynaklı oluşan NO_2 gazı, hem insan sağlığı hem de bitki örtülerini doğrudan zehirleyen bir gaz olarak ifade edilmektedir. NO gazı, NO_2 gazının hammaddesi olarak önem taşımaktadır. Her iki gazın da, doğal azot çevrimlerinin bir parçası olduğu ifade edilmektedir. Atmosfer ömürlerinin kısa olduğu belirtilmektedir. Fakat, kentsel atmosferde 300-1400 ppb değerlere kadar yükseldiği tespit edilmektedir (Boznar ve Mlakar, 1995: 259).

3.3.4. Karbon Monoksit

Karbon monoksitler (CO); kokusuz, havanın ortalama mol ağırlığına yakın ve renksiz gazlar olarak tanımlanmaktadır. Atmosferdeki yarılanma ömürlerinin oldukça uzun olduğu bilinmektedir. İnsan sağlığı açısından, kanın alyuvarlarında bulunan hemoglobinin, karbon monoksit ile kompleks yaparak, dokulara oksijen iletimlerini engellemesi ile zararlı etkileri bulunmaktadır (Boznar, 1997: 340).

3.3.5. Diğer Kirleticiler

Gaz halindeki hidrokarbonlar (HC); doğrudan sağlık etkilerinin olmasının yanı sıra, atmosferde, fotokimyasal reaksiyonlar sonucunda bazı ürünler oluşturmaktadırlar. Atmosferde, güneş ışıklarının etkisiyle ortaya çıkmakta olan fotokimyasal reaksiyon ürünleri, bazen, organik maddelerden bile daha etkili ve zararlı olmaktadırlar. Metanile ile başlayan grubun, organik maddelerinin metan ile eşdeğer olduğu ifade edilmektedir. Metanın, güneş radyasyonlarını yutarak ısıya dönüştürme özelliği olduğu için sera gazı etkisi ile tanındığı bilinmektedir. Havada bulunan hidrokarbon gazları ve buharları, uçucu organik karbon (VOC) bileşikleri olarak tanınmaktadırlar. VOC bileşikleri, metan dışındaki tüm organik buharları ve gazları kapsamaktadırlar. Daha büyük moleküllerden

oluşan hidrokarbonlar ise katran, zift gibi sıvı ve katı fazlarda olabildikleri için kanser yapıcı etkileri üzerine birçok araştırma yapılan hava kirleticilerdendir (Comrie, 1997: 653).

Kömür ya da petrolden kaynaklanan ve çok sayıda benzen halkası içeren, polinükleer aromatik hidrokarbon (PAH) bileşikleri, havada çok az miktarda bulunmalarına rağmen kanserojen etkileri bulunmaktadır. Fotokimyasal süreçlerin sonunda havada meydana gelen peroksiasetil nitrat (PAN), peroksibenzoil nitrat (PBzN) ve bazı radikallere "fotokimyasal oksitleyiciler" denilmektedir. Hepsi zararlı olan ve kanserojen etkileri bulunan bu maddelerin kent havası içerisinde oluşan fotokimyasal sislerde önemi büyük olmaktadır. Havada buhar veya partiküller halinde bulunan iz elementlerinin çoğu zehirli maddelerden oluşmaktadır. Çok uzun süre maruz kalındığında kronik zararlar oluşturdukları belirtilmektedir. Havada en çok incelenen ve üzerinde çok araştırma yapılan element, kurşun olarak ifade edilmektedir. Toksik etkileri bulunması nedeni ile uzun süre vücutta kaldığı zaman, eklenik etkiler meydana getirmektedir (Gardner ve Dorling, 1998: 2627).

3.3.6. Hava Kirlenmesinin Ölçekleri

Hava kirlilikleri, kirletici maddelerin ulaşabildiği mesafelere ve etkili olma sürelerine göre sınıflandırılmaktadır (Müezzinoğlu, 2000: 110-111);

1. Makro Ölçekler; ekvatorda yükselen ve ısınan havaların yerini kutuplardan gelen soğuk hava kütleleri almaktadır. Ilıman iklim kuşağında, yere yakın olan katmanlarda kutuplardan ekvatora doğru esmekte olan makro ölçekli rüzgarları oluşturdukları belirtilmektedir.
2. *Sinoptik Ölçekler;* kıtalararası hava hareketlerine ait bir ölçektir.
3. *Mezo Ölçekler;* bölgesel boyutlarda olan kara-deniz esintilerinin, dağ-vadi akımlarının hareketleri ile taşınan kirleticilerin oluşturduğu kirliliklerdir.
4. *Mikro Ölçekler;* yere yakın olan hava tabakasında oluşan hava hareketleri ile ilgili kirlenmelerin taşınma ölçeği olarak tanımlanmaktadırlar.

3.4. Düşük Emisyon Bölgesi

Bu kısımda, düşük emisyon bölgesi kavramı, düşük emisyon bölgelerinin tarihsel gelişimi, Avrupa'da ve dünyada düşük emisyon bölgeleri ve düşük emisyon bölgelerinin kentsel lojistik açısından değerlendirilmesi konularına yer verilecektir.

3.4.1. Düşük Emisyon Bölgesi Kavramı

Düşük Emisyon Bölgesi (DEB), belirlenen emisyon standartlarını karşılamayan araçların girişinin sınırlandırıldığı alanlardır. Emisyon standartlarını karşılayamayan araçlar, belirlenen alana girerlerse büyük cezalara maruz kalırlar. DEB, partikül madde (PM) ve nitrojen oksit (NOx) içeren araçlardan salınan kirleticileri azaltmayı amaçlar. Bu kirleticiler insan sağlığına ciddi zararlıdır ve bu kirleticileri azaltmak oldukça önemlidir (Ellison vd., 2013).

DEB, hava kirliliğine sebep olan araçların düzenlendiği alanlar olarak tanımlanmaktadır. Avrupa Komisyonu 2016'da, düşük emisyonlu ulaşımlar için bir strateji yayımlamıştır. Stratejinin hedefleri; ulaşım sektöründe, enerji verimliliğini arttırarak düşük emisyonlu olan alternatif yakıtların yaygınlaşması ve tamamen sıfır emisyonlu araçlara geçişin sağlanması olarak belirtilmektedir (T. C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016: 1).

Elektrikli araçların kullandıkları elektrik, tamamen yenilenebilir enerjiden karşılanmadığı zaman, bu araçlar için ''sıfır emisyon'' tanımı tartışmaya açık bir konu olmaktadır. Elektrikli araçların, emisyon gücünü önemli oranda azaltacak şekilde yaygınlaşabilmesi için, yenilebilir enerjinin elektrik üretimindeki payının arttırılması gerekmektedir. Türkiye'nin, otomotiv ihracatındaki büyük payı dikkate alındığında, bu dönüşümlere yetişmesi gerekmektedir. Yerli aracın sadece elektrikli olarak üretileceği duyurusu da, bu dönüşüm ile ilgili farkındalığı özetlemektedir (Çelik vd., 2006: 46).

3.4.2. Düşük Emisyon Bölgelerinin Kentsel Lojistiğe Etkileri

Lojistik alanının gün geçtikçe önem kazandığı ifade edilmektedir. Bir kentin dünya kenti haline gelebilmesi için birçok alanın yanında, lojistik alanında da gelişmiş olması gerekmektedir. Bunun örneklerinden olan Gaziantep ili; sanayi, çevresel ve kültürel

alanlar, ulaşım alt yapısındaki düzenlemeler, değişimler gibi birçok alanda ön planda olmasıyla, kentsel lojistik anlamında önem kazanmaktadır. Emisyonlar ile ilgili; yük taşıtlarının kullanım ömürleri, kentlerde sunulmakta olan alternatif yakıtların dikkate alınması ve düşük emisyon bölgelerinin oluşturulması da ön plana çıkarılmalıdır. Düşük emisyon bölgelerinin sağlanması, kentsel lojistiğin geliştirilmesinde büyük önem kazanmaktadır (Karaduman, 2019: 405).

Düşük karbon ekonomisi ve sanayide temiz üretim süreçlerine geçişlerin, destekleneceği ve bilgilendirme faaliyetlerine ağırlık verileceği belirtilmektedir. Sanayilerin düzenli altyapı olanakları sayesinde; sera gazı emisyonlarının kontrolü sağlanacak, raporlanacak, izlenecek ve üretim bölgelerine göçler teşvik edilecek, hibrit sisteminin kullanımı arttırılacaktır. Yol yapımları ve kentsel dönüşümlerin sebep olduğu emisyonları da dikkate almak gerektiği ifade edilmektedir. Düşük emisyon bölgelerini yaratırken, belirli bölgeler belirlenerek, 'düşük emisyon', 'belirli emisyon' ve ' 0 emisyon' olarak ayırarak başlangıç yapılması gerektiği belirtilmektedir (Görür, 2014: 35-36).

3.4.3. Avrupa'da ve Dünyada Düşük Emisyon Bölgeleri

Düşük emisyon bölgeleri, eski araçlardan ortaya çıkan kirleticilerin negatif çevresel etkilerini azaltmak için Avrupa'da yaklaşık 200 şehirde uygulanmıştır. Son araştırmalar DEB'nin, CO_2, NO_x, ve diğer parçacıklara dayalı emisyonları minimize etmede başarılı olduğunu göstermektedir (Awasthi, 2016).

8 Nisan 2019'da Londra Metropolitan Belediyesi, hava kirliliklerinin neden olduğu olumsuzlukları azaltabilmek için bir karar alarak ''Zone1'' olarak adlandırılan şehir merkezini Düşük Emisyon Bölgesi olarak belirlemiştir. Düşük emisyon bölgeleri, şehirdeki araçların, hava kirliliği bakımından kısıtlandığı ve sert emisyon standartlarının uygulandığı bölgeler olarak adlandırılmaktadır. Avrupa'da birçok düşük emisyon bölgesi bulunmaktadır. En çok kısıtlanan araçlar, en tehlikelileri olmaları yüzünden, dizel araçlar olarak belirtilmektedir. Düşük emisyon bölgelerinin de, sıfır emisyon bölgelerine oranla artacağı tahmin edilmektedir (Görür, 2014: 35).

Yaşları büyük ve fazla kirliliğe neden olan araçların geçişlerine izin verilmeyen veya giriş için belirli şartlar ve bedellerin bulunduğu bölgeler; düşük emisyon bölgeleri olarak adlandırılmaktadır. Dünya'da bulunan metropollerde, düşük emisyon bölgelerinin, bir çok örneğini görmek mümkün olmaktadır. Çevresel kirliliklerin azaltılabilmesi ve yük/yolcu taşımalarının sürdürülebilir yaklaşımlar ile gerçekleştirilebilmesi için de, düşük emisyon bölgeleri oluşturularak tedbir alınması gerekmektedir (İETT, 6).

Partikül madde (PM), metal toprak, toz ve bunların kombinasyonlarından oluşan bir karışımdır. En önemlileri PM_{10} ve $PM_{2.5}$'tir. PM, petrol, gaz, odun gibi yanan yakıtların doğrudan sonucu olarak oluşur. PM_{10}, ciddi kardiyovasküler hastalıklar, akut solunum enfeksiyonları, gırtlak, bronş ve akciğer kanseri ile ilişkilidir. Yan etkiler en çok çocuklar ve yaşlılar arasında yaygındır. AB, 1980'den beri PM seviyesini düzenlemektedir PM'nin, AB'nde yıllık 348.000 erken ölüme sebep olduğu tahmin edilmektedir. Oysa AB ülkeleri arasında en ölümcül hava kirliliğinin ikinci sebebi olan ozonun, yılda sadece 21.000 ölüme sebep olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenlerden ötürü AB Komisyonu bu sağlık etkilerini çok ciddi olarak ele almıştır ve 2005'te Temiz Hava Yönetmeliği yürürlüğe koymuştur (Wolff ve Perry, 2010)

Hava kirlilikleri; kalp ve akciğer rahatsızlıkları olanları, yaşlı ve gençleri daha çok etkilemekte ve astım hastalarının sağlık sorunlarını tetiklemektedir. Bu tehlikeler nedeni ile, birçok dünya ülkesi ve Avrupa Birliği (AB), hava kalitesi standartlarını belirlemiştir. AB hava kalitesi standartları, hava kalitesini arttırabilmek için, düşük emisyon bölgelerinde uygulanmaya başlamıştır (Stern ve Stern, 2007: 8).

3.4.4. Düşük Emisyon Bölgelerinin Kentsel Lojistik Açısından Değerlendirilmesi

Düşük emisyon bölgeleri oluşturmak, şehirlerdeki hava kirliliklerini iyileştirebilmek için alınabilecek en etkili önlemlerden biri olduğu belirtilmektedir. Bu bölgelerin, ozon, ince partikül ve azot dioksit emisyonlarını azalttığı tespit edilmektedir. Kentsel alanlardaki nüfus artışları, talep artışlarını da beraberinde getirmekte ve kent içi taşımacılığı da arttırdığı ifade edilmektedir. Bu nedenlerle, maliyet, trafik yoğunluğu, zaman kaybı ve hava kirliliği gibi çevresel etkenlerde de artmakta ve kentsel lojistik sorunlarını ortaya çıkarmaktadır (Zengin ve Akunal, 2017: 120).

Lojistik alandaki gelişmeler, ülkelerin ekonomik alanda ilerleyebilmeleri için önemli olmaktadır. Lojistiğin kentlerdeki gelişimi ile küresel piyasalarda ki güvenilirliğin artması, ekonominin büyümesi ve kalkınmaların sürdürülebilir olması sağlanmaktadır. Bu nedenle, kentsel lojistiğin iyi biliniyor ve doğru şekillerde kullanılıyor olması gerekmektedir. Kentlerin nüfus artışları temel alınarak; çevre, ekonomi, lojistik, ticari ve benzer konulardaki gelişimler dünya genelini etkilemektedir. İyi planlanmadan büyüyen kentlerde ise; trafik sıkışıklığı, olumsuz çevre koşulları gibi birçok konuda sorun ile karşılaşılmaktadır. Bu nedenle, kentlerdeki lojistik planlamalar yapılırken, kentin lojistik alanındaki zayıf ve güçlü yönleri belirlenmeli, bunlara bağlı olarak da karşılaşılabilecek sorunlar dikkate alınmalıdır. İyi planlanan kentsel lojistik çalışmaları, etkili ve hızlı şekillerde, kentte yaşayanların yaşam şartlarını kolaylaştıracak, yaşam kalitesinin artmasını sağlayacak ve çevre koşullarının belirli standartlarda olmasını sağlayacaktır (Akben ve Bahçeci, 2018: 211).

Çevresel etkiler, maliyet ve zaman gibi sorunların azaltılması yönünde çözümler üretilmeye başlanmış ve kentsel lojistik çalışmalarına önem artmıştır. Dünya'da en fazla kullanılan yeşil lojistik uygulamaları; düşük emisyon bölgelerinin belirlenmesi, yenilenebilir enerji kullanımları, tersine lojistik uygulamaları, enerji tüketimlerini azaltmaya yönelik önlemler, ISO 14001 sertifikasının olması, emisyon oranlarının azaltılmasına yönelik önlemler, yeşil tasarım uygulamaları ve karbon ayak izlerini azaltmaya yönelik önlemler şeklinde sıralanmaktadır (Awasthi ve Chauhan, 2012: 573).

BÖLÜM 4. YÖNTEM

4.1. Araştırma Modeli

Çalışmanın bu bölümünde İstanbul ilinde düşük emisyon bölgesi belirleme problemine çözüm bulunması amaçlanmaktadır. Düşük emisyon bölgesi belirlemek amacıyla oluşturulan kriterlerimizi kentsel lojistik kavramını dikkate alarak ve düşük emisyon bölgesi ile alakalı çalışmalara bakarak oluşturduk. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi için AHP yöntemini uyguladık. İstanbul ilinin 39 ilçesi bulunmaktadır. Bu ilçeler çalışmamızın alternatiflerini oluşturmaktadır. 39 ilçe, TOPSIS yöntemi kullanılarak sıralanacaktır. AHP–TOPSIS yöntemlerinin birleşmesi ile oluşturulan bu yaklaşımın işlem adımları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 4.13. AHP-TOPSIS uygulama adımları

4.2. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKVV)

Karar verme, rekabetin çok önemli olduğu günümüzde işletmeler açısından oldukça önemli olan bir süreçtir. Sezgisel yolla ya da tecrübe yoluyla karar verilebileceği gibi, analitik sistemlerle desteklenerek de karar verilebilmektedir. Karar verme, seçenekler arasında en uygununu seçme olarak tanımlanabilir. Karar sürecinde, ilk olarak problem belirlenir. Belirlenen probleme ilişkin karar unsurları ortaya konularak amaç ve kısıtlar

saptanır. Son olarak model kurularak alternatif çözümler belirlenir. Karar verme problemlerinde, birden fazla nitelik ve nicelik ihtiva eden kriter ve amaç bulunduğunda, çok kriterli karar verme yöntemleri problemin çözümünde etkili olabilmektedir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, ölçülebilen ve ölçülemeyen faktörleri birlikte değerlendirme olanağı tanıyan ve birçok kişiyi de bu sürece müdahil eden analitik yöntemlerdir. Bu yöntemler, birbiriyle bağlantılı ya da bağlantısız birçok hedef, kriter amaç arasından en iyiyi seçmeyi amaç edinirler. ÇKKV yöntemleri, Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) şeklinde iki alt bölüme ayrılırlar. AHP ve TOPSIS yöntemi ÇNKV yöntemlerinin içerisinde yer alan ve en yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir (Timör, 2011).

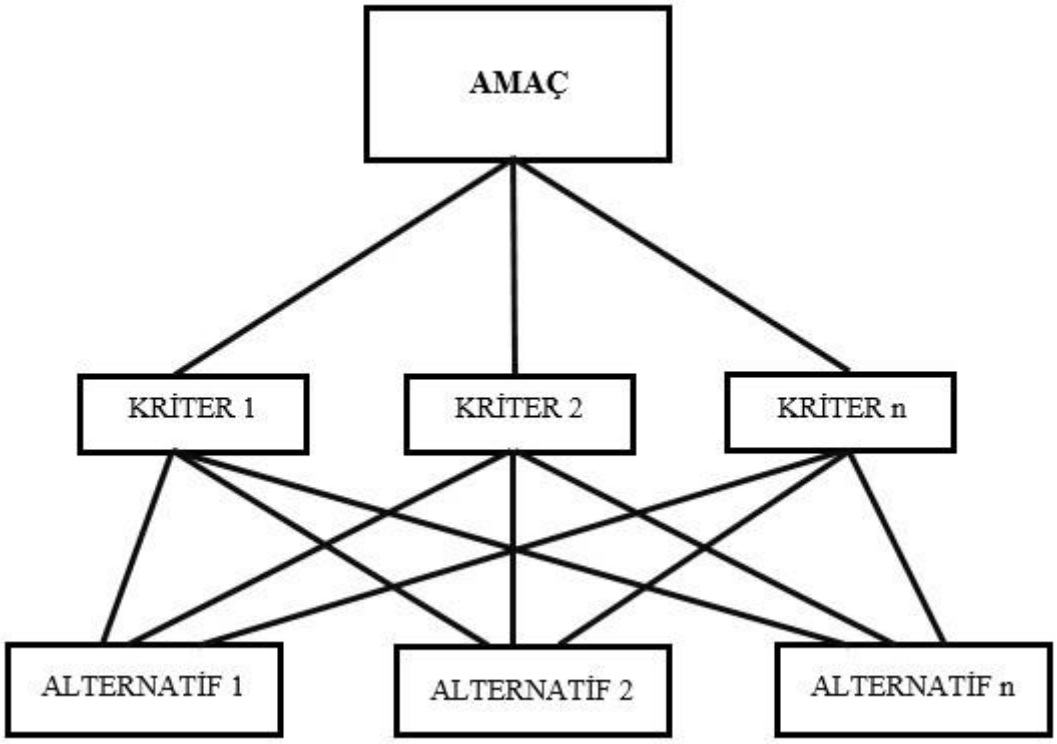
4.2.1. AHP Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), her sorun için amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanır. Karmaşık ve anlaşılması güç karar problemleri için kullanılan bir yöntemdir. AHP modelinde hiyerarşinin en üstünde bir amaç (en ekonomik teklifin seçimi); bu amacın altında sırasıyla kriterler ve seçenekler vardır. Çok amaçlı karar verilirken en temel sorun, değerlendirilen seçenekler için birçok kriter göz önünde bulundurularak ağırlık, göreli önem veya üstünlük belirlemektir. AHP; eğitim, çevre, sağlık alanı gibi sosyal problemlerde; veri tabanı seçimi, finans, makro ekonomik tahminler, pazarlama, portföy seçimi, taşımacılık gibi ekonomi ve yönetim problemlerinde; siyasi aday seçimi, savaş oyunları gibi politik problemlerde kullanılmaktadır (Timör, 2011).

AHP yönteminin uygulama adımları şu şekildedir (Saaty, 1987);

a. Hiyerarşik yapının tesis edilmesi,
b. İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması,
c. Üstünlüklerin belirlenmesi,
d. Öncelikler vektörünün ve uyum oranının (tutarlılığın) hesaplanması,
e. Bütünleştirme (sentez) yapılmasıdır.

Hiyerarşik yapının tesis edilmesi; karar probleminde öncelikler belirlenerek hiyerarşik bir yapı oluşturulur. Yapının en üstünde amaç (hedef), en alt seviyede ise alternatifler sıralanır. Ortada ise kriterler ve alt kriterler (varsa) bulunur.



Şekil 4.214. AHP yönteminin hiyerarşik görünümü

Kaynak: (Timör, 2011:30)

İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması; İkili karşılaştırma matrisi pozitif değerlerden oluşan bir kare matristir. Tablo 4.1'de örnek karşılaştırma matrisi gösterilmektedir.

Tablo 4.1. İkili karşılaştırma matrisi

X	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter n
Kriter 1	1	X_{12}	X_{13}	X_{1n}
Kriter 2	$X_{21} = 1/X_{12}$	1	X_{21}	X_{2n}
Kriter 3	$X_{31} = 1/ X_{13}$	…	1	X_{3n}
Kriter n	$X_{n1} = 1/X_{1n}$	$X_{n2} = 1/ {}_{2n}$	$X_{n3} = 1/ X_{3n}$	1

Kaynak: (Saaty, 1982).

Üstünlüklerin belirlenmesi; ikili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra önem dereceleri kullanılarak kriterlerin birbirlerine olan üstünlükleri belirlenir. Önem derecelerini gösteren Tablo 4.2 aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 4.2. Önem Dereceleri

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklaması
1	Eşit Öneme Sahip	Her iki kriter aynı öneme sahiptir.
3	Orta Derece Öneme Sahip	Bir kriter diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Öneme Sahip	Bir kriter diğerine göre çok daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Öneme Sahip	Bir kriter diğerine göre kuvvetli derecede daha önemlidir.
9	Oldukça Fazla Öneme Sahip	Bir kriter diğerine göre çok kuvvetli mutlak derecede daha önemlidir.
2,4,6,8	Ara Değerler	İki kriter arasında ufak farklar olduğunda tercih edilirler

Kaynak: (Saaty, 1982).

Öncelikler vektörünün (ağırlıkların) ve uyum oranının (tutarlılığın) hesaplanması; Öncelikler vektörünün hesaplanabilmesi için öncelikle ikili karşılaştırma matrisi normalize edilir. İkili karşılaştırma matrisindeki her kriter kendi sütunundaki kriterlerin toplamına bölünerek normalizasyon işlemi tamamlanır. Normalizasyon işlemi sonucunda her kriterin sütun toplamı 1'e eşit olur. Öncelikler vektörünün hesaplanması için normalize edilmiş matrisin satırdaki kriterlerinin ortalaması hesap edilir.

Öncelikler vektörü ile başlangıçtaki ikili karşılaştırma matrisi çarpılarak "tüm öncelikler matrisi" hesaplanır. Bulunan matristeki değerler, öncelikler vektöründe bulunan değerlere bölünür. Ortaya çıkan değerlerin ortalaması λ_{maks}'ın bulunmasını sağlar.

Uyum İndeksinin formülü: $CI = (\lambda_{maks} - n) / (n-1)$

Uyum oranının hesaplanabilmesi için "Rastgele Değer İndeksi" seçilmelidir. Karar alternatif sayısına karşılık gelen değer indeksten seçilir. Rastgele değer indeksi Tablo 4,3'te gösterilmektedir.

Tablo 4.3. Rastgele Değer İndeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57

Kaynak: (Saaty, 1982).

Uyum Oranı formülü: CR = CI (uyum indeksi) / RI (rastgele indeks)

Tutarlılık (uyum) oranı 0,10'dan küçük olmalıdır. Çıkan sonuç daha büyükse uzman kararlarının gözden geçirilmesi gerekmektedir.

4.2.2. TOPSIS Yöntemi

Çok nitelikli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemi, 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir. Çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafe düşüncesine göre oluşturulan bu yöntemde, alternatiflerin belirli kriterler açısından değerlendirilerek sıralaması yapılmaktadır. TOPSIS yöntemi, karmaşık sistemler ve ağır matematiksel denklemler içermeyen basit ve kullanışlı bir yöntemdir. Sonuçlarının yorumlanmasının zor olmaması nedeniyle de birçok alanda kullanılmaktadır. TOPSIS yöntemi, risk değerlendirmeleri, çok amaçlı envanter planlama, tesis yeri seçim problemleri, otomotiv firmalarının performans ölçümleri, gıda şirketlerinin finansal performans değerlendirmeleri ve otel işletmelerinin hizmet kalitelerinin değerlendirilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. TOPSIS yönteminde aşağıdaki adımlar izlemektedir;

a. Karar matrisinin oluşturulması; ilk olarak karar matrisi oluşturulur. Matrisin satırlarında tercihler, sütunlarında ise kriterler bulunmaktadır. Karar matrisi aşağıda gösterilmektedir.

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & y_{2m} \\ & \dots\dots & \\ & \dots\dots & \\ y_{n1} & y_{n2} & y_{nm} \end{bmatrix} \qquad \mathbf{1}$$

Matristeki m seçenek sayısını, n ise kriter sayısını ifade etmektedir.

b. Standart Karar Matrisinin (Normalize Matris) Oluşturulması; Karar matrisindeki kritere ait değerlerin karelerinin toplamı alınır. Çıkan sonucun karekökü alınır. Sütundaki ilgili kriterin çıkan değere bölünmesi ile sonuç elde edilir. Yeni oluşan bu matris standart karar matrisidir. Normalize edilmiş matris aşağıdaki gibi görülmektedir.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & r_{2m} \\ & \dots\dots & \\ & \dots\dots & \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{nm} \end{bmatrix} \qquad \mathbf{2}$$

Standart karar matrisi aşağıdaki 3 numaralı formül ile hesaplanmaktadır.

$$rij = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n} d^2{}_{kj}}} \qquad \mathbf{3}$$

c. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması; Kriterlere ait ağırlık değerleri belirlenir. TOPSIS yönteminin sübjektif yönünü oluşturan bir süreçtir. Çünkü ağırlıklandırma işlemi kriterlerin önem derecelerine göre yapılmaktadır. $\sum_{i=1}^{m} W_i$ = 1 eşitliği bulunmaktadır. R matrisinin ögeleri ile belirlenen ağırlık değerleri çarpılarak ağırlıklı standart karar matrisi (V) oluşturulur.

$$V = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & w_m r_{1m} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & w_m r_{2m} \\ & \dots\dots & \\ & \dots\dots & \\ w_1 r_{n1} & w_2 r_{n2} & w_3 r_{nm} \end{bmatrix} \qquad \mathbf{4}$$

d. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Oluşturulması; ideal çözüm kümesinin oluşturulması V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlerle yapılır. Değerlendirme kriterlerinin sütunlarındaki en büyük değer pozitif ideal çözüm değeridir. Değerlendirme kriterlerinin sütunlarındaki en küçük değer ise negatif ideal çözüm değeridir. Pozitif ideal çözüm kümesi $V^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_m^*\}$ ve negatif ideal çözüm kümesi

$V^{-} = \{v_1^{-}, v_2^{-}, \ldots., v_m^{-}\}$ şeklinde tanımlıdır.

e. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerine Uzaklığın Ölçülmesi; her karar alternatifine karşılık gelen değerlendirme kriterlerinin pozitif ve negatif ideal çözüm değerlerinden uzaklıklarının ölçülmesi Öklid yaklaşımıyla olmaktadır. Uzaklık değerlerinin ölçülebilmesi için uygulanacak formül aşağıda gösterilmektedir.

$$Si^{*} = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \left(v_{ij} - v_j^{*}\right)^2} \quad , i = 1, 2, \ldots., n \qquad \textbf{5}$$

$$S_i^{-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \left(v_{ij} - v_j^{-}\right)^2} \quad , i = 1, 2, \ldots., n \qquad \textbf{6}$$

f. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması; Her bir alternatif seçeneğinin ideal çözüme göreli yakınlık katsayılarının hesaplanmasında pozitif ve negatif ideal çözüm değerlerinden uzaklıklar hesaplanır. Çözümün formülü 7 numaralı eşitlikte gösterilmektedir.

$$C_i^{*} = \frac{S_i^{-}}{S_i^{*} + S_i^{-}} \quad , \text{i} = 1, 2, \ldots., \text{n} \qquad \textbf{7}$$

C_i^{*} değeri, ideal çözüme göreli olarak yakınlığı göstermektedir. C_i^{*} değeri, $0 \leq C_i^{*} \leq 1$ aralığında bulunmaktadır. İ = 1, 2, …, n'dir. C_i^{*} değerinin 0 sayısına yakınlığı negatif ideal çözümü, 1 değerine yakınlığı ise pozitif ideal çözümü gösterir.

BÖLÜM 5. UYGULAMA

5.1. İstanbul İli Düşük Emisyon Bölge Belirleme Çalışması

5.1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Kentsel lojistik gün geçtikçe önemi artan ve mega kentlerdeki önemli problemlere çözüm bulmayı amaçlayan bir alandır. Kentsel lojistik konusunda son yıllarda önemli gelişmeler üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda kentsel lojistiğin ilkelerini kapsayan düşük emisyon bölgeleri son derece önemli bir konu haline gelmiştir.

Hava kirliliği dünyada son yıllarda çözülmesi gereken en önemli problemlerden biri haline gelmiştir. Ayrıca trafikten kaynaklı emisyon artışı ve büyük şehirlerdeki araç sahipliğinin artışı trafik sıkışıklığını ve emisyonu arttırmaktadır. Hava kirliliğini ve emisyonu azaltmak için çeşitli yollar denenmektedir.

Düşük emisyon bölgeleri (DEB) son yıllarda ortaya çıkan ve dünyada uygulanan bir yaklaşımdır. Dünyada düşük emisyon bölgelerinin nasıl ilan edildiği incelendiğinde, bir alanın DEB olarak ilan edilmesinin hükümet ya da yerel yönetim kararıyla olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmada, kentsel lojistik açısından düşük emisyon bölgelerinin belirlenmesi için kriterler oluşturulmuştur. Çalışmada, bir alanın DEB ilan edilmesinin sistematize edilmesi ve çeşitli kriterlere bakılarak önceliklendirilmesi amaçlanmıştır.

Türkiye'nin nüfus yoğunluğu, trafik sıkışıklığı, ticari hacim ve yük hareketleri açısından en yoğun şehri İstanbul'dur. Çalışmada kentsel lojistiğin parametreleri dikkate alınarak belirlenen kriterler İstanbul iline uygulanmıştır. Çıkan sonuç ile de olası bir DEB ilanında öncelikli ilçelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

5.1.2. Çalışmanın Sınırlıkları

Düşük emisyon bölgesi ile alakalı yapılmış olan çalışmaların konumuz ile ilgili olan kısımlar karşılaştırılmış diğer kısımlar analiz edilmemiştir.

Çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemler objektif ve sübjektif yargıları içinde barındıran karar problemlerinde kullanılmaktadır. Kriterlerin birbiriyle mukayesesi ve ağırlıkların ortaya çıkması uzman görüşleriyle oluşmuştur. Bu nedenle de farklı karar verme araçları kullanıldığında çözüm değişebilir.

İstanbul bölgesi ilçe bazında analiz edilmiş olup, mahalle bazında veri kısıtlılığı sebebiyle analiz edilememiştir.

Kriterler değerlendirilirken karayolu uzunluğu ve trafik sıkışıklığı kriterinde ana arterler çalışmaya dahil edilmiş olup ara yollar kapsam dışı bırakılmıştır. Trafik sıkışıklığı verisi günün en yoğun saatlerinde ölçülmüş olup 24 saat boyunca tespit edilememiştir. Demiryolu uzunluğu tespit edilirken Marmaray dikkate alınmış olup metro ve tramvay hatları sadece yolcu taşımacılığında kullanıldığı için ve çok az emisyon ortaya çıkardığı için dikkate alınmamıştır. Hava kirliliği kriterlerinin verileri İstanbul Büyükşehir Belediyesi Hava Kalitesi İzleme biriminden ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birimlerinden alınmış olup bazı ilçelerde istasyonların olmaması nedeniyle yakın ilçelerin verileri kullanılmıştır.

5.2. Düşük Emisyon Bölge Belirleme Aşamaları

Bu kısımda, kriterlerin belirlenmesi ve alternatiflerin belirlenmesi konularına yer verilecektir.

5.2.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Düşük emisyon bölgesi belirleme çalışması amacıyla literatür taranmış olup, literatürde DEB belirleme amaçlı kriter belirleme ile alakalı bir çalışma bulunmamıştır. DEB, kentsel lojistik, emisyon ve hava kirliliği ile alakalı literatür taraması yapılarak konu ile ilgili önemli parametreler değerlendirilerek kriterler belirlenmiştir. Düşük emisyon bölgesi seçiminde ana kriterler olarak hareketlilik, hava kirliliği ve kentsel alan özellikleri belirlenmiştir. Alt kriter olarak ise trafik sıkışıklığı, karayolu uzunluğu, deniz ulaşımı, Havaalanı – havalimanı ver demiryolu uzunluğu; hareketlilik ana kriterinin altında, PM, NO_x, SO_2, CO ve CO_2; hava kirliliği ana kriterinin altında, meskun alan, sanayi alanı,

merkezi iş alanı, tarihi ve turistik alan ve nüfus yoğunluğu; kentsel alan özellikleri ana kriterinin altında konumlandırılmış olup hiyerarşik yapı şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.15. Düşük Emisyon Bölgesi Seçiminde Kullanılan Kriterler ve Alt Kriterler

Düşük emisyon bölgesi belirlenmesi için kullanılacak kriterlerin açıklaması aşağıdadır;

1. Hareketlilik; yolcu ve yüklerin kent içinde hareket ettirilmesi seviyesidir. Hareketliliğin artırılabilmesi için sosyo-ekonomik gelişmenin hızlandırılması, yolcu ve ürünlerin her yöne güvenli ve kolay bir şekilde taşınması için tüm taşımacılık ağında ulaşılabilirliğin artırılması, taşıma süreleri ve maliyetlerinin azaltılması gerekir.

a. Trafik sıkışıklığı; yol ağının kullanımının artması sonucu, daha yavaş hızlarla ilerlemek, daha uzun süre yolculuk etmek ve sıra beklemek olarak tanımlanabilmektedir.

b. Karayolu uzunluğu

c. Demiryolu uzunluğu

d. Havaalanı – havalimanı

e. Deniz ulaşımı

2. Hava Kirliliği; hava bileşimini değiştiren katı, sıvı ve gaz halde bulunabilen kirleticilerin, insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zarar verecek ya da yaşamdan maddi nesnelerden yararlanılmasını engelleyecek miktar veya sürede atmosferde bulunmasıdır.

a. Partiküler Madde (PM2.5 ve PM10); atmosferde veya bir gaz kütlesinde, molekülden büyük (>0,0002µm) ve 500µm.den küçük katı ve sıvı halde bulunan maddelerdir. 10 mikrondan küçük olan partiküllere PM10, 2.5 mikrondan küçük partiküllere PM2.5 denir.

b. NOx (Azot oksitler); birçok azot oksit bileşiği vardır. Genel olanı ise azot monoksit (NO) ve azot dioksittir (NO2). Araba motorları ve elektrik santralleri tarafından üretilen azot oksit, gelişmekte olan ülkelerde sanayi gelişimi ve taşıt sayısının artmasına bağlı olarak artmaktadır.

c. SO2 (Kükürt dioksit); kükürt dioksit, renksiz, yanmaz ve patlamaz bir gazdır. Keskin kokulu reaktif bir gaz olan kükürt dioksit; kömür, fueloil gibi kükürt içeren yakıtların yanması sırasında, metal eritme işlemleri ve diğer endüstriyel prosesler sonucu oluşur. Atmosferde kalış süresi 2 ya da 4 gün arasında değiştiğinden uzun mesafelere taşınabilmektedir.

d. CO (Karbon monoksit); renksiz, kokusuz, havadan biraz daha hafif bir gazdır. CO, doymamış bir karbon bileşiğidir. Karbon içeren maddelerin tam olmayan yanması sonucu ortaya çıkar.

3. Kentsel Alan Özellikleri; yüksek nüfus yoğunluğuna ve yapılı bir altyapıya sahip yerleşim alanlarına kentsel alan denir. Kentsel alanlar kentleşmeyle oluşturulur ve kent morfolojisi tarafından şehir, kasaba veya banliyöler olarak kategorize edilir.

a. Meskun alan; imar planı ile belirlenmiş ve iskan edilmiş alanlara denilmektedir.

b. Sanayi bölgesi; imar planlarında her türlü sanayi tesisleri için ayrılmış alanlardır. Bu alanlarda sanayi bölgesine hizmet verecek diğer yapı ve tesisler de olabilir.

c. Merkezi iş alanı; imar planlarında yönetim, turizm, sosyal kültürel ve ticari amaçlı yapılar için ayrılmış kentin merkezinde kalan bölgedir.

d. Tarihi ve turistik alan; mevzuatlarla belirlenen tarihi, arkeolojik ve doğal sit alanlarını ihtiva etmektedir.

e. Nüfus Yoğunluğu; birim alanda yaşayan kişi sayısıdır. Bir bölgedeki toplam nüfusun o bölgenin yüzölçümüne bölünmesi ile o bölgenin ortalama nüfus yoğunluğu elde edilir.

5.2.2. Alternatiflerin Belirlenmesi

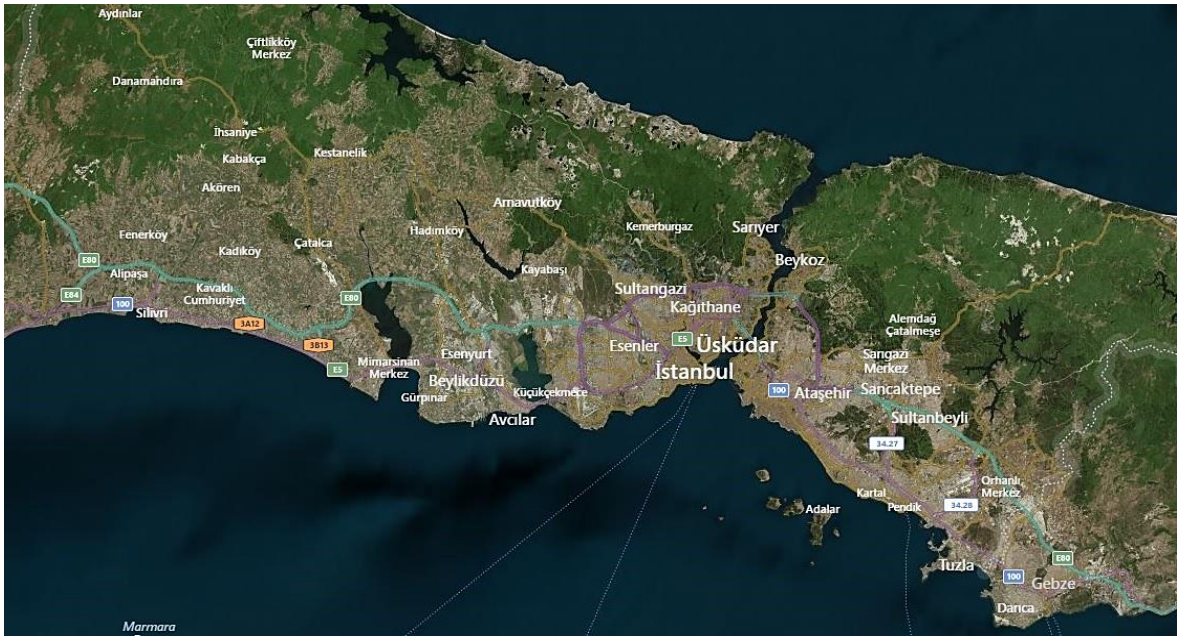
Düşük emisyon bölgesi seçiminde kriterler ve ağırlıkları belirlendikten sonra alternatiflerin belirlenmesi gerekmektedir. Alternatifler, ülkedeki bazı iller olabileceği gibi bir ilin belli bölümleri de olabilir. Biz çalışmamızda alternatif kümesi olarak İstanbul ilinin 39 ilçesini belirledik. Belirlenen alternatifler aşağıdaki Tablo 5.1'de gösterilmektedir. Belirlenen 39 alternatifin sıralanması TOPSIS yöntemi ile yapılacaktır.

Tablo 5.1. İstanbul'un İlçeleri

İSTANBUL'UN İLÇELERİ			
ADALAR (A1)	ARNAVUTKÖY (A2)	ATAŞEHİR (A3)	AVCILAR (A4)
BAĞCILAR (B1)	BAHÇELİEVLER (B2)	BAKIRKÖY (B3)	BAŞAKŞEHİR (B4)
BAYRAMPAŞA (B5)	BEYKOZ (B6)	BEŞİKTAŞ (B7)	BEYLİKDÜZÜ (B8)
BEYOĞLU (B9)	BÜYÜKÇEKMECE (B10)	ÇATALCA (Ç1)	ÇEKMEKÖY (Ç2)
ESENLER (E1)	ESENYURT (E2)	EYÜPSULTAN (E3)	FATİH (F1)
GAZİOSMANPAŞA (G1)	GÜNGÖREN (G2)	KADIKÖY (K1)	KAĞITHANE (K2)
KARTAL (K3)	KÜÇÜKÇEKMECE (K4)	MALTEPE (M1)	PENDİK (P1)
SANCAKTEPE (S1)	SARIYER (S2)	SİLİVRİ (S3)	SULTANBEYLİ (S4)
SULTANGAZİ (S5)	ŞİLE (Ş1)	ŞİŞLİ (Ş2)	TUZLA (T1)
ÜMRANİYE (Ü1)	ÜSKÜDAR (Ü2)	ZEYTİNBURNU (Z1)	

5.3. İstanbul İlinin Çeşitli Açılardan Değerlendirilmesi

İstanbul tarihi, kültürel ve coğrafi konumu itibariyle her zaman önemli bir şehir olma özelliğine sahip olmuştur. Türkiye ekonomisinde çok önemli bir yere sahip olan İstanbul, hem üretim ve tüketim merkezi hem de lojistik açıdan transit geçişlerin kalbi durumundadır. Anadolu ve Avrupa yakasını içinde barındıran şehir, ulusal ve uluslararası doğal lojistik üs konumundadır. Kentsel alan kullanımı olarak, konut alanı, ticari alan, tarım alanı, sanayi alanı ve turizm alanını içinde barındırmaktadır. 15 milyonu aşkın nüfusu 4 milyonu aşkın araç sahipliği ile de nüfus ve trafik yoğunluğu oldukça fazladır. İstanbul dünyanın en kalabalık 20 şehri içerisindedir. Yoğun kentleşme sonucu trafik sıkışıklığı ve buna bağlı olarak emisyon oranı artmıştır.



Şekil 5.216. İstanbul İlinin Uydudan Görünümü

5.3.1. İstanbul İli Demografik Verileri

İstanbul, 15 milyonu aşkın nüfusu ile Türkiye'nin en fazla nüfusuna sahip şehridir. 39 ilçesi bulunan şehrin bazı ilçelerinin nüfusu birçok il nüfusundan fazladır. 2019 yılı nüfus sayımına göre İstanbul'un toplam nüfusu 15.519.267 kişidir. İstanbul'un yüzölçümü 5313 km^2'dir. Nüfus yoğunluğu ise 2921/km^2'dir. En kalabalık ilçesi Esenyurt'tur. Nüfusun artış oranı özellikle kentin dış merkezlerine kaymaktadır. Başakşehir, Esenyurt, Beylikdüzü, Sancaktepe, Çekmeköy gibi şehir merkezine uzak olan yerleşim yerleri hızla kalabalıklaşmaktadır. İstanbul ili ve ilçelerinin 2019 yılı nüfusları ve artış oranları Tablo

5.2'de gösterilmektedir. Yıllık nüfus artış oranları hesaplanırken son yıl idari bölünüş yapısı dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır.

Tablo 5.2. İstanbul İli ve İlçeleri Nüfusu ve Yıllık Artış Oranı

İL – İLÇE	NÜFUS	YILLIK NÜFUS ARTIŞ ORANI (%)
İstanbul	**15 519 267**	**29,5**
Adalar	**15 238**	-56,2
Arnavutköy	**282 488**	43,2
Ataşehir	**425 094**	20,9
Avcılar	**448 882**	30,0
Bağcılar	**745 125**	14,5
Bahçelievler	**611 059**	28,2
Bakırköy	**229 239**	29,1
Başakşehir	**460 259**	73,1
Bayrampaşa	**274 735**	13,4
Beşiktaş	**182 649**	8,7
Beykoz	**248 260**	6,3
Beylikdüzü	**352 412**	61,1
Beyoğlu	**233 323**	12,1
Büyükçekmece	**254 103**	25,4
Çatalca	**73 718**	10,3
Çekmeköy	**264 508**	48,7
Esenler	**450 344**	12,9
Esenyurt	**954 579**	68,8
Eyüpsultan	**400 513**	42,3
Fatih	**443 090**	14,9
Gaziosmanpaşa	**491 962**	10,0
Güngören	**289 441**	0,4
Kadıköy	**482 713**	51,2
Kağıthane	**448 025**	24,9
Kartal	**470 676**	20,4
Küçükçekmece	**792 821**	28,8
Maltepe	**513 316**	32,2
Pendik	**711 894**	26,0
Sancaktepe	**436 733**	53,1
Sarıyer	**347 214**	13,7
Silivri	**193 680**	31,8
Sultanbeyli	**336 021**	24,8
Sultangazi	**534 565**	20,4
Şile	**37 692**	31,7
Şişli	**279 817**	20,0
Tuzla	**267 400**	45,6
Ümraniye	**710 280**	28,7
Üsküdar	**531 825**	5,1
Zeytinburnu	**293 574**	29,9

Kaynak: (TÜİK, 2020).

5.3.2. İstanbul İlindeki Araçların Analizi

Türkiye'de motorlu kara taşıt sayısı 2019 yılı itibariyle 23 milyonu aşmıştır. Türkiye'nin nüfusu 2019 yılına göre 83.154,997 kişidir. Araç sahipliği oranı oldukça fazladır. Türkiye'de son yıllarda elektrikli araçların ve hibrit araçların da sahipliği artmaktadır. 2020 yılı ocak ayı verisine göre 16.373 elektrikli/hibrit araç trafiğe çıkmıştır. Türkiye'de 2010-2019 yılları arasındaki motorlu kara taşıtları sayısı Tablo 5.3.'te gösterilmektedir.

Tablo 5.3. Türkiye'de Motorlu Kara Taşıt Sayısı

Yıl	Toplam	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet
2010	**15 095 603**	7 544 871	386 973	208 510	2 399 038	726 359	2 389 488
2011	**16 089 528**	8 113 111	389 435	219 906	2 611 104	728 458	2 527 190
2012	**17 033 413**	8 648 875	396 119	235 949	2 794 606	751 650	2 657 722
2013	**17 939 447**	9 283 923	421 848	219 885	2 933 050	755 950	2 722 826
2014	**18 828 721**	9 857 915	427 264	211 200	3 062 479	773 728	2 828 466
2015	**19 994 472**	10 589 337	449 213	217 056	3 255 299	804 319	2 938 364
2016	**21 090 424**	11 317 998	463 933	220 361	3 442 483	825 334	3 003 733
2017	**22 218 945**	12 035 978	478 618	221 885	3 642 625	838 718	3 102 800
2018	**22 865 921**	12 398 190	487 527	218 523	3 755 580	845 462	3 211 328
2019	**23 156 975**	12 503 049	493 373	213 358	3 796 919	844 481	3 331 326

Kaynak: (TÜİK, 2020).

Türkiye'deki motorlu kara taşıtlarının çoğunluğunu benzinli otomobiller oluşturmaktadır. Yakıt fiyatlarındaki artış sebebiyle son yıllarda gazlı araçlar da piyasada artmaktadır. Dizel araçların oranı ise %50.7 ile oldukça fazladır. Dizel araçlardan, PM ve NOx gibi partikül maddelerin salınımı oldukça fazladır. Gerekli tedbirler alınarak önümüzdeki 10 yıllık süreçte elektrikli ve hibrit araçların oranı arttırılmalı ve emisyonu düşük daha çevreci araçların sahipliği arttırılmalıdır.

Tablo 5.4. Türkiye'deki Motorlu Kara Taşıtlarının Yakıt Türlerine Göre Dağılımı

Yıl	Toplam	Benzin		Dizel		LPG	
2010	**15 095 603**	5 762 156	38,2	6 195 898	41,0	2 973 832	19,7
2011	**16 089 528**	5 709 606	35,5	6 899 420	42,9	3 335 566	20,7
2012	**17 033 413**	5 722 940	33,6	7 549 806	44,3	3 649 739	21,4
2013	**17 939 447**	5 733 725	32,0	8 169 410	45,5	3 934 753	21,9
2014	**18 828 721**	5 788 505	30,7	8 782 462	46,6	4 161 003	22,1
2015	**19 994 472**	5 977 352	29,9	9 576 896	47,9	4 358 751	21,8
2016	**21 090 424**	6 142 806	29,1	10 337 907	49,0	4 527 674	21,5
2017	**22 218 945**	6 321 658	28,5	11 102 943	50,0	4 705 599	21,2
2018	**22 865 921**	6 390 297	27,9	11 592 878	50,7	4 785 035	20,9

Kaynak: (TÜİK, 2020).

Türkiye'deki araç sayısı 2019 yılı itibariyle 23.156.975 adettir. İstanbul'daki motorlu kara taşıt sayısı ise 4.187.776'dır. Türkiye'deki kamyon ve kamyonet sayısının toplamı 4.601.042 adettir. İstanbul'daki kamyon ve kamyonet sayısı toplamı ise 806.077'dir. İstatistiki verilere baktığımızda Türkiye'deki toplam araç sayısı ve ağır yük araç sayısının yaklaşık beşte biri İstanbul'dadır.

Tablo 5.5. İstanbul'da Motorlu Kara Taşıt Sayısı

Yıl	Toplam	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet
2010	**2 794 236**	1 821 694	58 982	53 444	530 105	125 197	175 089
2011	**2 927 650**	1 907 782	57 022	57 716	559 219	126 535	190 905
2012	**3 065 465**	2 009 777	56 034	62 475	575 846	126 745	206 631
2013	**3 230 908**	2 146 257	68 692	52 667	585 783	126 046	223 307
2014	**3 383 812**	2 274 368	73 482	46 203	593 533	127 395	240 297
2015	**3 624 403**	2 463 995	83 017	46 413	612 444	131 746	258 773
2016	**3 845 349**	2 644 411	85 979	45 208	632 869	133 654	274 059
2017	**4 061 725**	2 813 027	90 121	44 351	657 572	134 318	291 791
2018	**4 173 312**	2 887 581	94 873	42 614	669 994	136 083	309 991
2019	**4 187 776**	2 876 156	97 468	40 902	673 015	133 904	333 409

Kaynak: (TÜİK, 2020).

5.3.3. İstanbul İli Emisyon ve Hava Kirliliği Değerleri

İstanbul nüfusunun hızlı artması, trafiğin çoğalması ve kalitesiz yakıt kullanımı gibi nedenlerden dolayı 1985'li yıllardan itibaren hava kirliliği artmaya başlamıştır. Özellikle 1990 yılından sonra hava kirliliği ciddi boyutlara ulaşmış, hava kirliliği standartlarının birkaç katına çıkan kirletici maddeler yaşamı olumsuz etkilemiştir. İlk hava kalitesi ölçümleri manuel olarak SO2 ve TSP kirleticileri için 1985 yılında 7 yerde, 1989 yılından sonra da 10 farklı yerde daha Hıfzıssıhha Enstitüsü aracılığıyla yapılmıştır. 1995 yılında ise büyükşehir belediyesi tarafından otomatik olarak hava kalitesi ölçümlerine başlanılmış olup bulunan değerler çevrimiçi olarak ortaya konmuştur. 2 mobil istasyon ile başlanan süreç 2020 yılı itibariyle 37 istasyona ulaşmıştır. Bu istasyonlardan PM, SO2, NO2, CO ve O3 partiküllerinin ölçümü yapılmaktadır. İstanbul ili 2019 yılı hava kirliliği verileri Tablo 5.6'da gösterilmektedir.

Tablo 5.6. İstanbul Hava Kalitesi Verileri

Aylar	PM (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	CO (µg/m3)
Ocak	28,1	5,3	46,0	461,3
Şubat	33,1	5,0	45,8	535,4
Mart	35,9	6,0	53,5	572,5
Nisan	31,6	4,3	49,6	485,5
Mayıs	31,8	4,9	49,1	493,2
Haziran	27,8	3,2	35,6	476,7
Temmuz	23,1	3,5	34,9	456,1
Ağustos	22,7	3,5	30,0	470,4
Eylül	26,6	3,7	38,9	516,8
Ekim	30,0	3,7	42,5	561,9
Kasım	42,0	6,0	54,7	797,7
Aralık	32,6	7,2	49,2	717,3
Ortalama	**30,4**	**4,7**	**44,2**	**545,4**

Kaynak: (Hava Kalitesi.ibb.gov.tr).

5.3.4. İstanbul İlinin Kentsel Lojistik Açısından Değerlendirilmesi

İstanbul ili 15 milyonu aşkın nüfusu ile dev bir kentsel alandır. Birçok Avrupa ülkesinden daha fazla nüfusa ve nüfus yoğunluğuna sahiptir. Dünyadaki en kalabalık mega şehirlerden bir tanesidir. Asya ve Avrupa gibi iki kıtayı birbirine bağlayan doğal bir köprü olması ile de lojistik bir üs konumundadır. Bu iki kıta birbirine çeşitli açılardan

bağımlıdırlar ve bu nedenle transit lojistik faaliyetler açısından da İstanbul şehri oldukça fazla öneme sahiptir. Şehirde lojistik faaliyet olarak üretim, tüketim, dağıtım ve transit geçiş faaliyetleri bulunmaktadır ve bu özelliği ile de kent, birçok ilden ayrışmaktadır. Ülkenin yaklaşık olarak 1/6'sının yaşadığı İstanbul'da ticari, sanayi, lojistik ve taşımacılık faaliyetleri ülkenin ana kolonu konumundadır. Kentsel lojistik planlamanın oldukça önemli olduğu bu kentte özellikle trafik yoğun saatlerde trafik sıkışıklığını azaltmak oldukça önemlidir. Zira yük taşımacılığında karayollarının payı oldukça yüksek olup yük araçlarının dur-kalk yapması ve ortalama hızda gidememesi hem yakıt tasarrufu açısından hem de hava kirliliği açısından oldukça önemlidir. Kuzey Marmara Otoyolunun ve Yavuz Sultan Selim Köprüsü'nün açılmasıyla birlikte özellikle transit geçiş yapan yük araçlarının kent içerisine girmemesi sağlanmıştır.

BÖLÜM 6. BULGULAR VE YORUMLAR

Seçim kriterlerinin ağırlıklarının elde edilmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yönteminin uygulanması için MS Excel programı kullanılmış olup tüm kriterlere ait ağırlıkların belirlenmesi için ilgili alanlarda uzman kişilerle görüşülmüştür. Uzmanlara ikili karşılaştırma soruları sorularak belirlenen kriterlerin değerlendirilmesi istenmiştir. Uzman kişiler tarafından kriterlerin değerlendirildiği anket çalışması EK'te sunulmuştur. Anket çalışmasında 3 ana kriter ve 14 alt kriter bulunmaktadır. Çalışma, 4 karar verici uzman tarafından cevaplanmıştır. AHP yönteminde karar verici sayısında herhangi bir kısıt bulunmamaktadır (Saaty, 1982). Yapılan çalışmada farklı alanlarda yer alan 4 uzman kişiden yararlanılmıştır. 4 uzman belirlenirken kentsel lojistikteki taraflar dikkate alınmıştır. Kentsel lojistikte taraflar; üreticiler, tüketiciler, taşıyıcılar (lojistik hizmet sağlayıcıları) ve yerel yönetimlerdir. Çalışmamızda yer alan uzmanlar; bir firmanın üretim kısmında çalışan bir kişi, bir belediye çalışanı, bir lojistik firma çalışanı ve kent sakini bir vatandaştır. AHP yönteminde birden fazla karar verici bulunduğunda, kararların değerlendirilmesi uzmanların değerlendirmelerinin geometrik ortalaması alınarak elde edilir. Bizim çalışmamızda da 4 karar verici bulunmaktadır. 1. Karar verici, akademisyen olup uluslararası ticaret ve lojistik anabilim dalında doktora yapmıştır. Halen devlet üniversitesinde lojistik, ticaret, iktisat dallarında dersler vermektedir. 2. Karar verici, uluslararası lojistik firmasında yönetici pozisyonda çalışmakta olup İstanbul ilinde ikamet etmektedir. Firması bünyesinde ağır nakliyat ve endüstriyel taşımacılık yapılmakta olup yurtiçi ve yurtdışı operasyonlar sürdürülmektedir. 3. Karar verici, uluslararası lojistik bir şirketin üretim departmanında müdür olarak çalışmaktadır. 4 karar verici, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Hava Kalite İzleme merkezinde görev yapmaktadır. Bu birimde, İstanbul ilindeki hava ölçüm istasyonlarından gelen veriler işlenmekte, hava kalitesiyle ilgili çalışmalar ve yayınlar yapılmaktadır.

Çalışmada hiyerarşik model kurulduktan sonra değerlendirme yapılırken 4 karar verici uzmanın görüşleri ikili matrise yansıtılmış ve geometrik ortalamaları alınarak ağırlıklandırma yapılmıştır. Tablo 6.1'de uzmanların görüşlerinin geometrik ortalamaları alınarak oluşturulan ana kriterlerin yer aldığı başlangıç matrisi gösterilmektedir.

Tablo 6.2. Ana kriterlerin karşılaştırma matrisi

	Hareketlilik	Hava kirliliği	Kentsel alan özellikleri
Hareketlilik	1,00	0,34	1,97
Hava kirliliği	2,94	1,00	5,92
Kentsel alan özellikleri	0,51	0,17	1,00
Sütun toplamı	4,45	1,51	8,88

Bir sonraki aşamada her bir sütun değeri ilgili sütunun toplamına bölünerek normalize matris elde edilir. Tablo 6.2'de normalize edilmiş matris gösterilmektedir.

Tablo 6.2. Ana kriterlerin normalize edilmiş matrisi

	Hareketlilik	Hava kirliliği	Kentsel alan özellikleri
Hareketlilik	0,22	0,23	0,22
Hava kirliliği	0,66	0,66	0,67
Kentsel alan özellikleri	0,11	0,11	0,11

Normalizasyon işlemi sonucunda her bir kriterin sütun toplamı 1'e eşit olmaktadır. Normalize edilmiş matrisin satırdaki kriter değerlerinin ortalaması alınarak "öncelikler vektörü" elde edilir. Öncelikler vektörü ile başlangıçtaki ikili karşılaştırma matrisi çarpılarak "tüm öncelikleri matrisi" oluşturulur. Bulunan matristeki değerler öncelikler vektöründe bulunan değerlere bölünür ve ortaya çıkan değerlerin ortalaması λ_{maks}'ın bulunmasını sağlar. Bu değer bulunduktan sonra uyum indeksi hesaplanır. Ana kriterlerin uyum indeksi;

$CI = (\lambda_{maks} - n) / (n-1)$

$CI = (3,00005 - 3) / (3-1)$

$CI = 0,00003$

Uyum indeksi belirlendikten sonra uyum oranı hesaplanır. Hesaplama için "Rastgele değer indeksi" içerisinden kriter sayısına denk gelen değer seçilir ve formül uygulanır. 3 kritere karşılık gelen değer 0,58'dir.

Uyum oranı (CR) = CI / RI

CR = 0,00003 / 0,58

CR = 0,00004

Tutarlılık (uyum) oranı 0,10'dan küçük olmalıdır. Çıkan sonuç 0,00004 < 0,10 olduğu için karşılaştırmalardaki tutarsızlık kabul edilebilir sınırlardadır.

Değerlendirmeler neticesinde ana kriterlere ait ağırlıkların sonuçları Tablo 6.3'te gösterilmektedir.

Tablo 6.3. Ana kriterlerin ağırlıkları

Ana Kriterler	**Ana Kriterlerin Ağırlıkları**
Hareketlilik	**0,223800**
Hava Kirliliği	**0,663282**
Kentsel Alan Özellikleri	**0,112916**

Hiyerarşik yapıda ana kriter olarak belirlenen hareketlilik kriteri, kentsel lojistik ilkelerinden birisi olan hareketlilik (mobilite) ile ilintili, hava kirliliği kriteri, kentsel lojistik ilkelerinden sürdürülebilirlik ve yaşanabilirlik ile ilintilidir. Kentsel alan özellikleri ise kent ile alakalıdır. Ana kriterlerin mukayeselerinde hava kirliliğinin ağırlığı 0,66 olarak belirlenmiştir. Hareketlilik kriterinin ağırlığı 0,22 ve kentsel alan özelliklerinin ağırlığı ise 0,11 olarak belirlenmiştir. Kriterlerin birbirleriyle mukayeselerinde hava kirliliği fark edilir derecede daha önemli olarak görülmektedir. Hava kirliliğinin ağırlığının göreli olarak daha önemli çıkması 21. Yüzyılda yükselen çevre eğilimlerinin ve sürdürülebilirliğin doğal bir sonucudur. Ayrıca modern dünyada kent alanları artmakta ve buna bağlı olarak hava kirliliği de artmaktadır. Tüm dünyada hava kirliliği kaynaklı sağlık sorunlarını ortadan kaldırmak önemli bir durumdur.

14 alt kriterin birbirlerine karşı üstünlüklerinin yer aldığı başlangıç karar matrisleri Tablo 6.4, Tablo 6.5 ve Tablo 6.6'da gösterilmektedir.

Tablo 6.4. Hareketlilik kriterinin alt kriterlerinin başlangıç matrisi

	Trafik sıkışıklığı	Karayolu uzunluğu	Denizyolu ulaşımı	Havaalanı	Demiryolu uzunluğu
Trafik sıkışıklığı	1,00	4,79	2,76	3,87	2,76
Karayolu uzunluğu	0,21	1,00	0,88	1,24	1,97
Denizyolu ulaşımı	0,36	1,14	1,00	1,14	1,50
Havaalanı	0,26	0,81	0,88	1,00	1,00
Demiryolu uzunluğu	0,36	0,51	0,67	1,00	1,00
Sütun toplamı	2,19	8,24	6,19	8,25	8,23

Karşılaştırmalardaki tutarlılık oranı 0,02466'dır. Çıkan sonuç 0,02466 < 0,10 olduğu için karşılaştırmalardaki tutarsızlık kabul edilebilir sınırlardadır.

Tablo 6.5. Hava kirliliği kriterinin alt kriterlerinin başlangıç matrisi

	PM	NOx	SO2	CO
PM	1,00	1,09	1,52	1,06
NOx	0,92	1,00	2,82	1,43
SO2	0,70	0,35	1,00	0,67
CO	0,94	0,70	1,50	1,00
Sütun toplamı	3,56	3,14	6,84	4,17

Karşılaştırmalardaki tutarlılık oranı 0,02378'dir. Çıkan sonuç 0,02378 < 0,10 olduğu için karşılaştırmalardaki tutarsızlık kabul edilebilir sınırlardadır.

Tablo 6.6. Kentsel alan özellikleri kriterinin alt kriterlerinin başlangıç matrisi

	Meskûn alan	Sanayi alanı	Merkezi iş alanı	Tarihi ve turizm alanı	Nüfus yoğunluğu
Meskun alan	1,00	3,20	1,85	1,50	1,00
Sanayi alanı	0,31	1,00	0,88	0,51	0,47
Merkezi iş alanı	0,54	1,14	1,00	0,45	0,47
Tarihi ve turizm alanı	0,67	1,97	2,24	1,00	0,76
Nüfus yoğunluğu	1,00	2,14	2,14	1,32	1,00
Sütun toplamı	3,52	9,45	8,11	4,77	3,69

Karşılaştırmalardaki tutarlılık oranı 0,00857'dir. Çıkan sonuç 0,00857 < 0,10 olduğu için karşılaştırmalardaki tutarsızlık kabul edilebilir sınırlardadır.

AHP yönteminin aşamaları kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen alt kriterlere ait ağırlıklar Tablo 6.7'de gösterilmektedir.

Tablo 6.7. Alt kriterlerin ağırlıkları

Ana Kriterler	**Alt Kriterler**	**Alt Kriterlerin Ağırlıkları**
Hareketlilik	Trafik sıkışıklığı	0,457857
	Karayolu uzunluğu	0,149589
	Demiryolu uzunluğu	0,115531
	Havaalanı – havalimanı	0,120200
	Deniz ulaşımı	0,156820
Hava Kirliliği	PM	0,276509
	NOx	0,333142
	SO2	0,154049
	CO	0,236298
Kentsel Alan Özellikleri	Meskun alan	0,287044
	Sanayi alanı	0,107239
	Merkezi iş alanı	0,123511
	Tarihi ve turizm alanı	0,217913
	Nüfus yoğunluğu	0,264290

3 ana kriterin altında 14 alt kriter bulunmaktadır. Alt kriterlerin ağırlıkları hesaplandığında hareketlilik ana kriteri içinde en yüksek ağırlığa 0,46 ile trafik sıkışıklığı kriteri ulaşmıştır. Trafik sıkışıklığı kriterinden sonra 0,16 ile deniz ulaşımı gelmektedir. Haraketlilik kriteri içinde trafik sıkışıklığı kriterinin ağırlığı göreli olarak diğer alt kriterlere göre oldukça fazladır. Kentsel alanlarda trafik sıkışıklığı ve buna bağlı olarak emisyon artışı ve diğer çeşitli maliyetler (zaman, altyapı, yakıt israfı vs.) oldukça önemlidir. Karar vericilerin değerlendirme yaparken bu konuya dikkati çektikleri görülmüştür. Hava kirliliği ana kriterinin içerisinde NOx kriteri 0,33 ile en yüksek ağırlığa ulaşmıştır. Bu kriteri 0,27 ağırlığa sahip PM takip etmektedir. Hava kirliliğine sebep olan kirleticilerde trafik kaynaklı en önemli kirleticiler NOx ve PM'dir. Kentsel alan özelliklerinde ise en yüksek ağırlığa 0,29 ile meskun alan ulaşmıştır. Bu kriteri 0,22 ağırlık ile tarihi ve turizm alanı kriteri takip etmektedir. Kentsel alan özellikleri ana kriteri içerisindeki alt kriterler karşılaştırıldığında karar vericiler meskun alanın ve tarihi ve turizm alanının diğer alt kriterler göre göreli olarak daha önemli değerlendirmişlerdir. Bu

alanlar çevre kirliliğinin, trafiğin daha az olması gereken ve sosyal sürdürülebilir yaşamın daha iyi olması gereken alanlardır.

AHP yönteminde ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra, ana kriter ağırlıkları ile ilgili alt kriterlerinin ağırlıkları çarpılarak alt kriterlerin ağırlıklarının dağılımı bulunmaktadır. Gerekli işlemler sonucu ortaya çıkan ağırlık dağılımları Tablo 6.8'de gösterilmektedir.

Tablo 6.8. Alt kriterlerin ağırlıklarının dağılımı

DÜŞÜK EMİSYON BÖLGE SEÇİMİ		
TÜM KRİTERLER	**AĞIRLIK KATSAYISI**	**AĞIRLIĞIN DAĞILIMI**
HAREKETLİLİK	**0,223800**	
Trafik sıkışıklığı	0,457857	0,102468
Karayolu uzunluğu	0,149589	0,033478
Demiryolu uzunluğu	0,115531	0,025855
Havaalanı	0,120200	0,026901
Deniz ulaşımı	0,156820	0,035096
HAVA KİRLİLİĞİ	**0,663282**	
PM	0,276509	0,183404
NOx	0,333142	0,220967
SO2	0,154049	0,102178
CO	0,236298	0,156732
KENTSEL ALAN ÖZELLİKLERİ	**0,112916**	
Meskun alan	0,287044	0,032412
Sanayi alanı	0,107239	0,012109
Merkezi iş alanı	0,123511	0,013946
Tarihi ve turizm alanı	0,217913	0,024606
Nüfus yoğunluğu	0,264290	0,029842

Bu dağılım neticesinde en fazla ağırlığa sahip kriterler sırasıyla NOx, PM, CO ve trafik sıkışıklığı olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda, AHP yöntemiyle bulunan ağırlık değerleri, TOPSIS yönteminin içerisinde ağırlıklı karar matrisi oluşturulurken kullanılmıştır.

TOPSIS yönteminde alternatiflerin sıralanması 6 aşamada yapılmaktadır. Birinci aşamada karar matrisi belirlenmektedir. Çalışmamızda belirlenen 14 değerlendirme kriteri

ve 39 alternatifin yer aldığı karar matrisi Tablo 6.9'da gösterilmektedir. Karar matrisindeki kriterlerin alternatiflere göre değerleri şu şekilde tespit edilmiştir.

TŞ (Trafik sıkışıklığı); ilçelerde bulunan ana yolların uzunluğu bulunmuş olup sabah 07.00 – 09.00 saatleri arası ve akşam 16.30 – 19.00 saatleri arası yoğun trafiğin olduğu zaman aralıklarında bir aracın o ilçedeki karayolunu ortalama hızda kaç dakikada kat edeceği hesaplanarak değerlendirilmiştir. Trafik sıkışıklığı kriteri, alternatiflerin değerlendirilmesinde maksimum yönlü ele alınmıştır.

KU (Karayolu uzunluğu); ilçelerde bulunan ana yolların km. cinsinden uzunluklarıdır. Karayolu uzunluğu kriteri, alternatiflerin değerlendirilmesinde maksimum yönlü ele alınmıştır.

DYU (Demiryolu uzunluğu); İlçelerin, Gebze-Halkalı banliyö hattına olan uzaklıkları km. cinsinden ölçeklendirilerek puanlandırma yapılmıştır. Demiryolu uzunluğu kriteri, alternatiflerin değerlendirilmesinde minimum yönlü ele alınmıştır.

HA (Havaalanı-havalimanı); Avrupa yakasındaki ilçelerin İstanbul Havalimanı'na, Anadolu yakasındaki ilçelerin Sabiha Gökçen Havalimanı'na uzaklıkları km. cinsinden ölçeklendirilerek puanlandırma yapılmıştır. Havaalanı kriteri, alternatiflerin değerlendirilmesinde minimum yönlü ele alınmıştır.

DU (Deniz ulaşımı); denize kıyısı olmayan ilçelerin denize olan uzaklıkları km. cinsinden ölçeklendirilerek puanlandırma yapılmıştır. Deniz ulaşımı kriteri, alternatiflerin değerlendirilmesinde minimum yönlü ele alınmıştır.

PM (Partiküler madde), NO (Nitrojen oksit), SO (Kükürt dioksit), CO (Karbonmonoksit); ilçelerin hava kirliliği değerleri İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın hava kirliliği ölçüm istasyonlarından alınmıştır. Hava kirliliği kriterleri, alternatiflerin değerlendirilmesinde maksimum yönlü ele alınmıştır.

MA (Meskun alan), SA (Sanayi alanı), MİA (Merkezi iş alanı), TA (Tarihi ve turizm alanı); ilçelerdeki bu alanların kapladığı alan ilçelerin toplam alanına bölünerek

sonuç ortaya konulmuştur. Bu alanların ölçümü belediyeye dair yapılan bir çalışmadan alınmıştır. Kentsel alan özellikleri kriterleri, alternatiflerin değerlendirilmesinde maksimum yönlü ele alınmıştır.

NY (Nüfus yoğunluğu); ilçelerdeki nüfusun ilçenin yüzölçümüne bölünmesiyle ortaya çıkan değerdir. Nüfus yoğunluğu kriteri, alternatiflerin değerlendirilmesinde maksimum yönlü ele alınmıştır.

İkinci aşama, standart karar matrisinin oluşturulmasıdır. Bir diğer adı normalize edilmiş matris de olan standart karar matrisinin oluşturulması için karar matrisindeki kritere ait değerlerin karelerinin toplamının karekökü alınır. İlgili kriterdeki değer, çıkan sonuca bölünerek matris elde edilir. Gerekli hesaplamalar yapılarak oluşturulan standart karar matrisi Tablo 6.10'da gösterilmektedir.

Üçüncü aşama, ağırlıklı standart karar matrisinin oluşturulmasıdır. Bu matris oluşturulurken kriterlere ait ağırlık değerleri ile ilgili kriter değeri çarpılır. Çalışmamızda standart karar matrisi belirlendikten sonra AHP yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan ağırlıklı standart karar matrisi Tablo 6.11'de gösterilmektedir.

TOPSIS yönteminin dördüncü aşaması, pozitif ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesidir. Karar matrisindeki kriterlerin yer aldığı sütundaki en büyük değer pozitif ideal değeri, en küçük değer ise negatif ideal değeri göstermektedir.

Beşinci aşamada her alternatife karşılık gelen kriterin pozitif ve negatif ideal çözüm değerine uzaklığı tespit edilmektedir. Buradan elde edilecek sonuç ideal çözüme yakınlığın bulunmasında kullanılmaktadır.

TOPSIS yönteminin altıncı ve son aşamasında ise ideal çözüme göreli yakınlık hesaplanır. Son üç aşama ile hesaplanan değerler Tablo 6.12'de gösterilmektedir.

Tablo 6.93. Karar matrisi

K. M.	TŞ	KU	DYU	HA	DU	PM	NO	SO	CO	MA	SA	MİA	TA	NY
A-1	0,0	1,1	0,7	0,3	1,0	17,8	19,90	7,90	429,00	0,3	0,0	0,0	0,0	1343,70
A-2	0,0	0,1	0,3	1,0	1,0	24,8	32,10	5,50	270,10	0,0	0,0	0,0	0,0	627,400
A-3	0,0	0,7	0,7	0,5	0,7	15,2	108,7	8,00	1536,8	0,5	0,0	0,3	0,0	16349,8
A-4	0,1	0,3	0,7	0,1	1,0	24,9	52,30	3,00	4338,4	0,4	0,0	0,1	0,0	10687,7
B-1	0,0	0,5	0,7	0,3	0,5	33,2	104,0	4,10	618,00	0,5	0,0	0,3	0,0	33869,3
B-2	0,0	0,6	0,7	0,3	0,7	20,4	114,5	14,7	2108,7	0,3	0,0	0,5	0,0	36590,4
B-3	0,0	0,4	1,0	0,3	1,0	20,4	114,5	14,7	2108,7	0,5	0,0	0,2	0,0	7845,30
B-4	0,0	0,1	0,5	0,3	0,5	21,9	39,40	18,6	2748,6	0,3	0,0	0,0	0,0	4411,60
B-5	0,0	1,4	0,7	0,3	0,7	30,7	113,3	3,30	1485,9	0,2	0,0	0,7	0,0	39360,3
B-6	0,0	0,2	0,3	0,1	1,0	16,8	72,90	17,5	895,60	0,1	0,0	0,0	0,0	1038,70
B-7	0,0	0,3	0,7	0,1	1,0	28,9	156,0	4,90	467,70	0,5	0,0	0,2	0,0	8563,00
B-8	0,0	0,4	0,5	0,1	1,0	27,8	82,80	3,20	2912,2	0,7	0,1	0,1	0,0	9274,00
B-9	0,0	0,2	0,7	0,3	1,0	33,1	190,8	4,30	483,40	0,3	0,0	0,4	0,1	25924,8
B-10	0,0	0,1	0,5	0,3	1,0	31,0	51,50	22,3	730,90	0,2	0,0	0,0	0,0	1578,30
Ç-1	0,0	0,1	0,1	0,3	0,5	22,8	43,40	10,3	730,90	0,0	0,0	0,0	0,0	54,9000
Ç-2	0,0	0,4	0,1	0,3	1,0	27,0	72,40	2,90	805,20	0,1	0,0	0,0	0,0	1740,20
E-1	0,0	0,2	0,5	0,3	0,5	30,7	113,3	3,30	1485,9	0,3	0,0	0,5	0,0	25019,1
E-2	0,0	0,3	0,5	0,3	0,5	30,2	59,50	34,2	4338,4	0,6	0,2	0,1	0,0	22199,5
E-3	0,0	0,3	0,7	0,3	1,0	47,4	106,6	2,80	669,50	0,1	0,0	0,0	0,0	1741,40
F-1	0,0	1,5	1,0	0,1	1,0	37,4	225,5	3,70	499,10	0,3	0,0	0,4	0,1	26064,1
G-1	0,1	0,4	0,5	0,3	0,7	39,1	110,0	3,50	1077,7	0,4	0,0	0,5	0,0	40996,8
G-2	0,0	0,2	0,7	0,3	0,7	33,2	104,0	4,10	618,00	0,4	0,1	0,4	0,0	39649,5
K-1	0,1	0,4	1,0	0,3	1,0	30,3	338,1	4,00	574,10	0,4	0,0	0,5	0,0	19308,5
K-2	0,0	0,5	0,7	0,3	0,7	48,8	100,0	7,70	564,20	0,4	0,0	0,4	0,0	28001,6
K-3	0,0	0,3	1,0	0,7	1,0	36,3	108,8	3,50	656,20	0,5	0,0	0,1	0,0	12386,2
K-4	0,0	0,3	1,0	0,3	1,0	24,9	52,30	3,00	4338,4	0,5	0,0	0,2	0,0	17618,2
M-1	0,0	0,2	1,0	0,5	1,0	36,3	108,8	3,50	656,20	0,3	0,0	0,1	0,0	9505,90
P-1	0,0	0,2	1,0	1,0	1,0	31,6	80,70	6,10	459,80	0,2	0,0	0,0	0,0	3727,20
S-1	0,0	0,4	0,3	0,5	0,1	19,5	108,4	6,10	594,00	0,3	0,0	0,1	0,0	6824,00
S-2	0,0	0,1	0,3	0,3	1,0	17,8	65,80	2,10	1215,7	0,2	0,0	0,0	0,0	1995,50
S-3	0,0	0,1	0,1	0,1	1,0	22,8	43,40	10,3	730,90	0,0	0,0	0,0	0,0	222,400
S-4	0,0	0,2	0,5	0,5	0,3	17,0	35,40	32,6	594,00	0,6	0,0	0,1	0,0	11586,9
S-5	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3	37,0	63,20	17,1	1430,0	0,2	0,0	0,2	0,0	14447,7
Ş-1	0,0	0,1	0,1	0,1	1,0	19,0	16,10	7,90	429,00	0,0	0,0	0,0	0,0	48,2000
Ş-2	0,0	0,5	0,7	0,3	0,7	31,8	142,2	4,90	2888,6	0,1	0,0	0,2	0,0	25437,9
T-1	0,0	0,2	1,0	0,7	1,0	31,6	80,70	6,10	459,80	0,2	0,1	0,0	0,0	2139,20
Ü-1	0,1	0,6	0,5	0,5	0,5	25,0	108,2	16,9	805,20	0,6	0,0	0,3	0,0	15784,0
Ü-2	0,1	0,5	1,0	0,3	1,0	23,4	98,40	2,70	2727,7	0,7	0,0	0,1	0,0	15195,0
Z-1	0,0	0,7	1,0	0,3	1,0	26,6	133,7	3,00	716,60	0,1	0,0	0,6	0,0	26688,5

Tablo 6.4. Standart karar matrisi

	TŞ	KU	DYU	HA	DU	PM	NO	SO	CO	MA	SA	MİA	TA	NY
A-1	0,000000	0,335723	0,163322	0,118864	0,188579	0,097832	0,028191	0,109053	0,039518	0,145047	0,000000	0,008858	0,153352	0,011216
A-2	0,052039	0,033820	0,069995	0,396214	0,188579	0,136305	0,045474	0,075923	0,024881	0,021008	0,090878	0,002388	0,000267	0,005236
A-3	0,206233	0,224521	0,163322	0,198107	0,132005	0,083542	0,153987	0,110434	0,141565	0,221995	0,132663	0,188148	0,026077	0,136464
A-4	0,301671	0,086868	0,163322	0,039621	0,188579	0,136855	0,074089	0,041413	0,399640	0,184285	0,037465	0,066858	0,009074	0,089205
B-1	0,081135	0,144208	0,163322	0,118864	0,094289	0,182198	0,147329	0,056597	0,056928	0,237653	0,186406	0,188960	0,028810	0,282691
B-2	0,163683	0,199474	0,163322	0,118864	0,132005	0,112122	0,162203	0,202922	0,194247	0,113706	0,156406	0,303415	0,086027	0,305403
B-3	0,170653	0,135720	0,233316	0,118864	0,188579	0,112122	0,162203	0,202922	0,194247	0,215843	0,053252	0,108741	0,130441	0,065481
B-4	0,052328	0,046526	0,116658	0,118864	0,094289	0,120366	0,055815	0,256758	0,253193	0,136671	0,044712	0,027382	0,003391	0,036821
B-5	0,179286	0,454525	0,163322	0,118864	0,132005	0,168733	0,160503	0,045554	0,136877	0,078217	0,106481	0,370316	0,000559	0,328522
B-6	0,062693	0,048584	0,069995	0,039621	0,188579	0,092336	0,103272	0,241573	0,082500	0,042106	0,003716	0,004301	0,014706	0,008670
B-7	0,100258	0,081806	0,163322	0,039621	0,188579	0,158565	0,220993	0,067641	0,043083	0,207188	0,005032	0,099970	0,353665	0,071471
B-8	0,146495	0,133582	0,116658	0,039621	0,188579	0,152794	0,117296	0,044173	0,268263	0,299514	0,224314	0,054610	0,007801	0,077406
B-9	0,220405	0,056401	0,163322	0,118864	0,188579	0,181923	0,270291	0,059358	0,044529	0,146600	0,018508	0,233266	0,621914	0,216382
B-10	0,084127	0,037440	0,116658	0,118864	0,188579	0,170381	0,072956	0,307833	0,067328	0,108122	0,065049	0,012160	0,005633	0,013173
Ç-1	0,066512	0,021969	0,023332	0,118864	0,094289	0,125038	0,061481	0,142183	0,067328	0,002644	0,003071	0,000299	0,000602	0,000458
Ç-2	0,055662	0,131495	0,023332	0,118864	0,188579	0,148122	0,102563	0,040032	0,074173	0,047233	0,040754	0,007161	0,002097	0,014524
E-1	0,084694	0,070502	0,116658	0,118864	0,094289	0,168733	0,160503	0,045554	0,136877	0,116717	0,007594	0,294590	0,050080	0,208823
E-2	0,071452	0,095915	0,116658	0,118864	0,094289	0,165985	0,084289	0,472103	0,399640	0,246880	0,790090	0,081902	0,023677	0,185289
E-3	0,138290	0,086901	0,163322	0,118864	0,188579	0,260244	0,151012	0,038652	0,061672	0,030083	0,037738	0,010966	0,010320	0,014534
F-1	0,211754	0,472155	0,233316	0,039621	0,188579	0,205282	0,319448	0,051076	0,045976	0,143608	0,000089	0,212005	0,539553	0,217545
G-1	0,368492	0,118972	0,116658	0,118864	0,132005	0,214626	0,155828	0,048315	0,099275	0,167251	0,154488	0,282311	0,008815	0,342181
G-2	0,109365	0,065190	0,163322	0,118864	0,132005	0,182198	0,147329	0,056597	0,056928	0,183002	0,262249	0,223281	0,009804	0,330935
K-1	0,270962	0,139594	0,233316	0,118864	0,188579	0,166259	0,478960	0,055217	0,052884	0,162755	0,005967	0,284423	0,051595	0,161159
K-2	0,212231	0,158629	0,163322	0,118864	0,132005	0,267939	0,141662	0,106292	0,051972	0,172633	0,057732	0,226920	0,021896	0,233716
K-3	0,089980	0,100187	0,233316	0,277350	0,188579	0,199511	0,154128	0,048315	0,060447	0,200730	0,028414	0,072164	0,013124	0,103382
K-4	0,100090	0,109278	0,233316	0,118864	0,188579	0,136855	0,074089	0,041413	0,399640	0,201692	0,181521	0,141438	0,024305	0,147051
M-1	0,146126	0,064627	0,233316	0,198107	0,188579	0,199511	0,154128	0,048315	0,060447	0,123331	0,023900	0,059127	0,006250	0,079341
P-1	0,078713	0,068933	0,233316	0,396214	0,188579	0,173679	0,114321	0,084206	0,042355	0,071693	0,086816	0,019731	0,008432	0,031109
S-1	0,054414	0,123929	0,069995	0,198107	0,018858	0,107175	0,153562	0,084206	0,054718	0,142744	0,113159	0,033451	0,009180	0,056956
S-2	0,079017	0,037378	0,069995	0,118864	0,188579	0,097832	0,093214	0,028989	0,111987	0,078000	0,002186	0,004468	0,022330	0,016655
S-3	0,052215	0,041160	0,023332	0,039621	0,188579	0,125038	0,061481	0,142183	0,067328	0,014752	0,016274	0,002861	0,023696	0,001856
S-4	0,116208	0,060170	0,116658	0,198107	0,056574	0,093435	0,050148	0,450017	0,054718	0,261573	0,052006	0,072055	0,014520	0,096711
S-5	0,210896	0,025724	0,069995	0,118864	0,056574	0,203359	0,089530	0,236052	0,131727	0,090168	0,055759	0,121651	0,003691	0,120588
Ş-1	0,075610	0,029210	0,023332	0,039621	0,188579	0,104427	0,022808	0,109053	0,039518	0,003984	0,001489	0,000235	0,008222	0,000402
Ş-2	0,219706	0,144208	0,163322	0,118864	0,132005	0,174778	0,201444	0,067641	0,266089	0,061527	0,033046	0,106876	0,135310	0,212318
T-1	0,112969	0,053299	0,233316	0,277350	0,188579	0,173679	0,114321	0,084206	0,042355	0,069041	0,235213	0,018687	0,013825	0,017855
Ü-1	0,249694	0,176255	0,116658	0,198107	0,094289	0,137130	0,153278	0,233291	0,074173	0,240868	0,013286	0,158214	0,011080	0,131742
Ü-2	0,228750	0,145032	0,233316	0,118864	0,188579	0,128336	0,139396	0,037271	0,251268	0,313724	0,000000	0,047427	0,050217	0,126826
Z-1	0,168241	0,230733	0,233316	0,118864	0,188579	0,146198	0,189402	0,041413	0,066011	0,035237	0,040895	0,353802	0,342391	0,222757

Tablo 6.5. Ağırlıklı standart karar matrisi

	TŞ	KU	DYU	HA	DU	PM	NO	SO	CO	MA	SA	MİA	TA	NY
A-1	0,000000	0,011239	0,004223	0,003198	0,006618	0,017943	0,006229	0,011143	0,006194	0,004701	0,000000	0,000124	0,003773	0,000335
A-2	0,005332	0,001132	0,001810	0,010659	0,006618	0,024999	0,010048	0,007758	0,003900	0,000681	0,001100	0,000033	0,000007	0,000156
A-3	0,021132	0,007517	0,004223	0,005329	0,004633	0,015322	0,034026	0,011284	0,022188	0,007195	0,001606	0,002624	0,000642	0,004072
A-4	0,030912	0,002908	0,004223	0,001066	0,006618	0,025100	0,016371	0,004231	0,062637	0,005973	0,000454	0,000932	0,000223	0,002662
B-1	0,008314	0,004828	0,004223	0,003198	0,003309	0,033416	0,032555	0,005783	0,008923	0,007703	0,002257	0,002635	0,000709	0,008436
B-2	0,016772	0,006678	0,004223	0,003198	0,004633	0,020564	0,035842	0,020734	0,030445	0,003685	0,001894	0,004232	0,002117	0,009114
B-3	0,017487	0,004544	0,006033	0,003198	0,006618	0,020564	0,035842	0,020734	0,030445	0,006996	0,000645	0,001517	0,003210	0,001954
B-4	0,005362	0,001558	0,003016	0,003198	0,003309	0,022076	0,012333	0,026235	0,039684	0,004430	0,000541	0,000382	0,000083	0,001099
B-5	0,018371	0,015217	0,004223	0,003198	0,004633	0,030946	0,035466	0,004655	0,021453	0,002535	0,001289	0,005165	0,000014	0,009804
B-6	0,006424	0,001627	0,001810	0,001066	0,006618	0,016935	0,022820	0,024684	0,012930	0,001365	0,000045	0,000060	0,000362	0,000259
B-7	0,010273	0,002739	0,004223	0,001066	0,006618	0,029081	0,048832	0,006911	0,006753	0,006715	0,000061	0,001394	0,008702	0,002133
B-8	0,015011	0,004472	0,003016	0,001066	0,006618	0,028023	0,025919	0,004514	0,042046	0,009708	0,002716	0,000762	0,000192	0,002310
B-9	0,022585	0,001888	0,004223	0,003198	0,006618	0,033365	0,059726	0,006065	0,006979	0,004752	0,000224	0,003253	0,015303	0,006457
B-10	0,008620	0,001253	0,003016	0,003198	0,006618	0,031249	0,016121	0,031454	0,010553	0,003504	0,000788	0,000170	0,000139	0,000393
Ç-1	0,006815	0,000735	0,000603	0,003198	0,003309	0,022932	0,013585	0,014528	0,010553	0,000086	0,000037	0,000004	0,000015	0,000014
Ç-2	0,005704	0,004402	0,000603	0,003198	0,006618	0,027166	0,022663	0,004090	0,011625	0,001531	0,000493	0,000100	0,000052	0,000433
E-1	0,008679	0,002360	0,003016	0,003198	0,003309	0,030946	0,035466	0,004655	0,021453	0,003783	0,000092	0,004109	0,001232	0,006232
E-2	0,007322	0,003211	0,003016	0,003198	0,003309	0,030442	0,018625	0,048239	0,062637	0,008002	0,009567	0,001142	0,000583	0,005530
E-3	0,014170	0,002909	0,004223	0,003198	0,006618	0,047730	0,033369	0,003949	0,009666	0,000975	0,000457	0,000153	0,000254	0,000434
F-1	0,021698	0,015807	0,006033	0,001066	0,006618	0,037650	0,070588	0,005219	0,007206	0,004655	0,000001	0,002957	0,013276	0,006492
G-1	0,037759	0,003983	0,003016	0,003198	0,004633	0,039363	0,034433	0,004937	0,015560	0,005421	0,001871	0,003937	0,000217	0,010212
G-2	0,011206	0,002182	0,004223	0,003198	0,004633	0,033416	0,032555	0,005783	0,008923	0,005931	0,003176	0,003114	0,000241	0,009876
K-1	0,027765	0,004673	0,006033	0,003198	0,006618	0,030493	0,105835	0,005642	0,008289	0,005275	0,000072	0,003967	0,001270	0,004809
K-2	0,021747	0,005311	0,004223	0,003198	0,004633	0,049141	0,031303	0,010861	0,008146	0,005595	0,000699	0,003165	0,000539	0,006975
K-3	0,009220	0,003354	0,006033	0,007461	0,006618	0,036591	0,034057	0,004937	0,009474	0,006506	0,000344	0,001006	0,000323	0,003085
K-4	0,010256	0,003658	0,006033	0,003198	0,006618	0,025100	0,016371	0,004231	0,062637	0,006537	0,002198	0,001973	0,000598	0,004388
M-1	0,014973	0,002164	0,006033	0,005329	0,006618	0,036591	0,034057	0,004937	0,009474	0,003997	0,000289	0,000825	0,000154	0,002368
P-1	0,008066	0,002308	0,006033	0,010659	0,006618	0,031853	0,025261	0,008604	0,006638	0,002324	0,001051	0,000275	0,000207	0,000928
S-1	0,005576	0,004149	0,001810	0,005329	0,000662	0,019656	0,033932	0,008604	0,008576	0,004627	0,001370	0,000467	0,000226	0,001700
S-2	0,008097	0,001251	0,001810	0,003198	0,006618	0,017943	0,020597	0,002962	0,017552	0,002528	0,000026	0,000062	0,000549	0,000497
S-3	0,005350	0,001378	0,000603	0,001066	0,006618	0,022932	0,013585	0,014528	0,010553	0,000478	0,000197	0,000040	0,000583	0,000055
S-4	0,011908	0,002014	0,003016	0,005329	0,001986	0,017136	0,011081	0,045982	0,008576	0,008478	0,000630	0,001005	0,000357	0,002886
S-5	0,021610	0,000861	0,001810	0,003198	0,001986	0,037297	0,019783	0,024119	0,020646	0,002923	0,000675	0,001697	0,000091	0,003599
Ş-1	0,007748	0,000978	0,000603	0,001066	0,006618	0,019152	0,005040	0,011143	0,006194	0,000129	0,000018	0,000003	0,000202	0,000012
Ş-2	0,022513	0,004828	0,004223	0,003198	0,004633	0,032055	0,044512	0,006911	0,041705	0,001994	0,000400	0,001491	0,003329	0,006336
T-1	0,011576	0,001784	0,006033	0,007461	0,006618	0,031853	0,025261	0,008604	0,006638	0,002238	0,002848	0,000261	0,000340	0,000533
Ü-1	0,025586	0,005901	0,003016	0,005329	0,003309	0,025150	0,033870	0,023837	0,011625	0,007807	0,000161	0,002207	0,000273	0,003932
Ü-2	0,023440	0,004855	0,006033	0,003198	0,006618	0,023537	0,030802	0,003808	0,039382	0,010168	0,000000	0,000661	0,001236	0,003785
Z-1	0,017239	0,007725	0,006033	0,003198	0,006618	0,026813	0,041852	0,004231	0,010346	0,001142	0,000495	0,004934	0,008425	0,006648

Tablo 6.6. TOPSIS yöntemi sonuç değerleri

	*** değerler**		**¯değerler**		**SONUÇ**
S*A1	0,131678808	S¯A1	0,016719555	C*A1	0,112666710
S*A2	0,129051952	S¯A2	0,017345397	C*A2	0,118481634
S*A3	0,100070225	S¯A3	0,043132594	C*A3	0,301199334
S*A4	0,105970794	S¯A4	0,068755430	C*A4	0,393503780
S*B1	0,107909201	S¯B1	0,037009272	C*B1	0,255379946
S*B2	0,091498634	S¯B2	0,049683992	C*B2	0,351912935
S*B3	0,091757290	S¯B3	0,049507641	C*B3	0,350459526
S*B4	0,110753292	S¯B4	0,044589620	C*B4	0,287039938
S*B5	0,098378265	S¯B5	0,046815290	C*B5	0,322433665
S*B6	0,112976121	S¯B6	0,030869695	C*B6	0,214602661
S*B7	0,098638312	S¯B7	0,049142511	C*B7	0,332536455
S*B8	0,101354694	S¯B8	0,049408743	C*B8	0,327723645
S*B9	0,088705085	S¯B9	0,064866426	C*B9	0,422385804
S*B10	0,113848944	S¯B10	0,036951728	C*B10	0,245036892
S*Ç1	0,121998156	S¯Ç1	0,019156886	C*Ç1	0,135715211
S*Ç2	0,117069087	S¯Ç2	0,024502109	C*Ç2	0,173072698
S*E1	0,101617634	S¯E1	0,040582214	C*E1	0,285388590
S*E2	0,096826661	S¯E2	0,078591350	C*E2	0,448023266
S*E3	0,106382073	S¯E3	0,046335102	C*E3	0,303404656
S*F1	0,082415963	S¯F1	0,076299869	C*F1	0,480732565
S*G1	0,099017647	S¯G1	0,056530820	C*G1	0,363428976
S*G2	0,107463564	S¯G2	0,037815892	C*G2	0,260297590
S*K1	0,075743713	S¯K1	0,106486389	C*K1	0,584351255
S*K2	0,103357717	S¯K2	0,050306840	C*K2	0,327380895
S*K3	0,106684168	S¯K3	0,039736540	C*K3	0,271386065
S*K4	0,108654373	S¯K4	0,062679614	C*K4	0,365832928
S*M1	0,105728617	S¯M1	0,040747804	C*M1	0,278186778
S*P1	0,114164611	S¯P1	0,030872489	C*P1	0,212859256
S*S1	0,110480284	S¯S1	0,031547447	C*S1	0,222121739
S*S2	0,118211791	S¯S2	0,023432771	C*S2	0,165433608
S*S3	0,122285555	S¯S3	0,019339909	C*S3	0,136556723
S*S4	0,119267361	S¯S4	0,046494915	C*S4	0,280491535
S*S5	0,104345177	S¯S5	0,043901654	C*S5	0,296138902
S*Ş1	0,131960467	S¯Ş1	0,013508083	C*Ş1	0,092859131
S*Ş2	0,083288763	S¯Ş2	0,062425760	C*Ş2	0,428411382
S*T1	0,113312346	S¯T1	0,031235955	C*T1	0,216093548
S*Ü1	0,098056315	S¯Ü1	0,047068794	C*Ü1	0,324332532
S*Ü2	0,097631702	S¯Ü2	0,052389120	C*Ü2	0,349212324
S*Z1	0,100145662	S¯Z1	0,045677898	C*Z1	0,313240866

TOPSIS yönteminin tüm işlem adımları yukarıda verilen tablolarda gösterilmiştir. Bu işlem adımları sonucunda ortaya çıkan 39 alternatifin sıralaması Tablo 6.13'te gösterilmektedir.

Tablo 6.7. Alternatiflerin sıralanması

1	KADIKÖY (K1)	**14**	KAĞITHANE (K2)	**27**	BAĞCILAR (B1)
2	FATİH (F1)	**15**	ÜMRANİYE (Ü1)	**28**	BÜYÜKÇEKMECE (B10)
3	ESENYURT (E2)	**16**	BAYRAMPAŞA (B5)	**29**	SANCAKTEPE (S1)
4	ŞİŞLİ (Ş2)	**17**	ZEYTİNBURNU (Z1)	**30**	TUZLA (T1)
5	BEYOĞLU (B9)	**18**	EYÜPSULTAN (E3)	**31**	BEYKOZ (B6)
6	AVCILAR (A4)	**19**	ATAŞEHİR (A3)	**32**	PENDİK (P1)
7	KÜÇÜKÇEKMECE (K4)	**20**	SULTANGAZİ (S5)	**33**	ÇEKMEKÖY (Ç2)
8	GAZİOSMANPAŞA (G1)	**21**	BAŞAKŞEHİR (B4)	**34**	SARIYER (S2)
9	BAHÇELİEVLER (B2)	**22**	ESENLER (E1)	**35**	SİLİVRİ (S3)
10	BAKIRKÖY (B3)	**23**	SULTANBEYLİ (S4)	**36**	ÇATALCA (Ç1)
11	ÜSKÜDAR (Ü2)	**24**	MALTEPE (M1)	**37**	ARNAVUTKÖY (A2)
12	BEŞİKTAŞ (B7)	**25**	KARTAL (K3)	**38**	ADALAR (A1)
13	BEYLİKDÜZÜ (B8)	**26**	GÜNGÖREN (G2)	**39**	ŞİLE (Ş1)

Yaptığımız çalışma neticesinde düşük emisyon bölge belirlemenin metodolojisini ortaya koyularak çeşitli kriterler belirlenmiştir. İki farklı istatistiki yöntem kullanılarak belirlenen kriterler değerlendirilmiş ve sonuç ortaya konulmuştur. Ortaya çıkan sonuçta Kadıköy ilçesi ve tarihi yarımadayı da içine alan Fatih ilçesi öncelikli ilan edilmesi gereken alanlardandır. 3. Sırada yer alan Esenyurt ilçesi ise İstanbul'un en kalabalık ilçesidir ve bu ilçede son yıllarda nüfus yoğunluğu hızlı bir şekilde artmaktadır. Nüfus yoğunluğunun artmasının en önemli nedeni yoğun göç alan bir ilçe olmasıdır.

Çalışmamızda ortaya çıkan alternatiflerin sıralamasında en son sıraları Şile, Adalar, Arnavutköy, Çatalca ve Silivri ilçeleri almıştır. Bu ilçeler trafik ve nüfus yoğunluğunun diğer ilçelere oranla daha az olduğu, daha fazla tarımsal alanın ve ormanlık alanın bulunduğu, havanın daha temiz olduğu şehir merkezlerine daha uzak yerlerdir.

Çalışmamızda ortaya çıkan sıralama kriterlerimizin ve yöntemlerimizin tutarlılığını göstermesi açısından da önemlidir. Çalışmamızın sonucuna göre İstanbul'da

düşük emisyon bölgesi ilanı yapılmak istendiğinde Anadolu yakasında Kadıköy ve Avrupa yakasında Fatih öncelikli alanlardır.

İstanbul ilinde düşük emisyon bölgesi ile alakalı yapılan diğer yüksek lisans tezi çalışmasında, İstanbul'da düşük emisyon aday bölgeleri olarak Kadıköy, Tarihi Yarımada ve Maslak belirlenmiş olup bu belirleme metodolojik bir yaklaşımla yapılmamıştır. Yüksek derecede gündüz nüfusunu barındırmaları, trafik sıkışıklığının fazla olması ve işyerleri açısından merkez olmaları nedeniyle tercih edilmişlerdir. İstanbul şehri 15 milyonu aşan nüfusu ve 4 milyonu aşkın motorlu araç kapasitesi ile oldukça yoğun ve trafikten kaynaklı emisyonun fazla olduğu bir şehirdir. Her ilçesinde meskun alan ve ticaret alanı olması, çoğu ilçede turizm alanı ve sanayi alanı bulunması, ilçeler arası araç ve insan geçişinin günlük ve yoğun olması sebebiyle sübjektif yargılarla herhangi bir ilçenin diğerine üstünlüğünün tespit edilmesi mümkün olmamaktadır. Çalışmamızda DEB ilan etmenin belirli bir sistematik yapıya kavuşturulması amaçlanmıştır.

BÖLÜM 7. SONUÇ

Kentsel alanların ve mega şehirlerin artışı ile birlikte özel araç sahipliğinin de fazla olması trafik sıkışıklığını, emisyon artışını ve hava kirliliğini beraberinde getirmiştir. Çevresel duyarlılığın son yıllarda tüm dünyada artan bir olgu olması da toplumu ve yerel yönetimleri yeni arayışlara itmiştir.

Kentsel lojistik, lojistiğin özel bir alanı olup kent içi taşımacılığı ve buna bağlı hizmetleri kapsamaktadır. Son yıllarda kentsel lojistiğin uygulama alanları da gelişmekte olup yeni trendler gündemdedir. Kent içinde trafik sıkışıklığını azaltarak hareketliliği arttırmayı, hava kalitesini arttırarak kentleri daha yaşanabilir kılmayı amaçlayan bu alandaki en yeni gelişmelerden biri düşük emisyon bölgeleri oluşturmaktır.

Bu tez çalışmasında, düşük emisyon bölgeleri oluşturmanın metodolojisi ortaya konularak ilgili literatürün incelenmesi ile birlikte çeşitli kriterler belirlenmiştir. Kriterler, üç ana başlık altında toplamış olup bu ana başlıklar; hareketlilik, hava kirliliği ve kentsel alan özellikleridir. Kriterler hem kentsel lojistik hem de düşük emisyon bölgeleri ile ilintilidir. Kriterlerin belirlenmesinden sonra kriterlerin değerlendirilmesi ve birbirleriyle mukayese edilerek görece önemlerinin ortaya konulması gerekmektedir. Bu değerlendirme aşamasında ilk olarak AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi nesnel ve öznel yorumlamaları içeren karar verme problemlerinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu yöntem kullanılarak tüm kriterler yorumlanmış olup önem dereceleri belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonraki süreç alternatiflerin ortaya konulması ve kriterlerin alternatiflere göre değerlendirilerek alternatiflerin sıralanmasıdır. Öncelikle alternatifler belirlenmiştir. Alternatifler İstanbul ili özelinde 39 ilçe olarak kabul edilmiştir. Bu ilçelerin kriterler açısından değerlendirilmesi TOPSIS yöntemi ile yapılmıştır. Kriterler değerlendirildikten sonra gerekli hesaplamalar yapılarak alternatif alanların sıralaması yapılmıştır.

Alternatif alanların sıralaması; ilk sırada Kadıköy, ikinci sırada Fatih, üçüncü sırada ise Esenyurt olarak belirlenmiştir. Kadıköy ilçesi, günlük yaya ve araç trafiği açısından oldukça yoğun bir ilçedir. Anadolu yakasında en yoğun lokasyonlardan birisi

olarak trafik sıkışıklığı ve hava kirliliğinin fazla olduğu bir bölgedir. Hem meskun alan olarak hem de merkezi iş alanı olarak yoğun bir bölgedir. İkinci sıradaki Fatih ilçesi Avrupa yakasının en önemli ilçelerinden birisidir. Valilik, büyükşehir belediye başkanlığı, emniyet müdürlüğü gibi şehrin önemli kamu kurumlarının yer aldığı ilçe, tarihi yarımadayı da kapsaması nedeniyle stratejiktir. Tarihi yarımadadaki birçok cadde ve sokakta trafiğe kısıtlı erişim olmakla birlikte turizm açısından ve ticari açıdan oldukça hareketli bir ilçedir. Üçüncü sırada çıkan Esenyurt ilçesi ise şehir merkezine uzak ve son yıllarda gelişen ve göç alan bir ilçedir. Nüfus yoğunluğunun, meskun alanın hızla arttığı kentte hava kirliliği problemi de gün geçtikçe ciddi boyutlara ulaşmaktadır.

Çalışmamızda kullanılan istatistiki yöntemler, AHP ve TOPSIS yöntemidir. Belirlenen kriterler farklı istatistiki yöntemler kullanılarak değerlendirildiğinde sonuç değişebilecektir. Ayrıca kriterler de düşük emisyon bölgesi ilan edilecek alan açısından farklılık gösterebilecektir.

Çalışmamızda 39 ilçenin sıralamasında 0,40 değerinin eşik olarak aldığımızda bu değerin üstünde 5 ilçe kalmaktadır. Bu ilçeler sırasıyla; Kadıköy, Fatih, Esenyurt, Şişli, Beyoğlu'dur. 5 ilçeyi ana kriterler üzerinden kendi arasında değerlendirecek olursak; hareketlilik ana kriterinde sıralama, Fatih, Kadıköy, Şişli, Beyoğlu ve Esenyurt olmaktadır. Hava kirliliği ana kriterinde sıralama; Esenyurt, Kadıköy, Şişli, Fatih ve Beyoğlu olmaktadır. Kentsel alan özellikleri ana kriteri dikkate alındığındaki sıralama; Beyoğlu, Fatih, Esenyurt, Kadıköy ve Şişlidir. İlçeler arasında sıralama yapılırken topsis yöntemindeki ağırlıklı standart karar matrisinde yer alan ana kriterlerin altındaki alt kriter değerleri toplanmıştır.

Elde edilen veriler ışığında oluşturulacak eylem planında her ilçede farklı hareket tarzı benimsenmelidir. Düşük emisyon bölgesi ilanı kararı alınırken ilçe bazında karar verilmeli ve ilçe kendine has özellikleri ön planda tutularak harekete geçilmelidir. İlk olarak Anadolu yakasında Kadıköy ilçesinde ve Avrupa yakasında Fatih ilçesinde DEB ilan edilmelidir.

Kadıköy ilçesinde hareketlilik kriteri ve hava kirliliği kriteri, kentsel alan özellikleri kriterine göre daha önemlidir. Dolayısıyla bu ana kriterlerin altındaki alt

kriterlerin iyileştirilmesi odaklı yaklaşımlar oluşturulmalıdır. Trafik sıkışıklığını azaltmak, karayolu uzunluğunu arttırmak, yaya ve bisiklet yollarının arttırılması öncelikli eylemlerden bazılarıdır. İlçe sınırları içerisinde yer alan sanayi alanlarının ilçe dışına çıkarılarak hava kalitesinin arttırılması gerekmektedir. İlçenin denize olan yakınlığı aktif olarak kullanılarak şehir içi ulaşım çeşitlendirilmelidir. Ayrıca deniz ulaşımının, yük taşımacılığında kullanılması önemlidir.

Fatih ilçesinde ise hareketlilik ve kentsel alan özellikleri ana kriterleri önemlidir. Tarihi yarımadayı da içine alan bu bölgede öncelikli olarak trafik altapısını ve üst yapısını düzenleyerek özellikle tarihi ve turistik bölgelere araç girişlerinin sınırlandırılması ve emisyon oranı yüksek araçların girişinin yasaklanması gerekmektedir. Bu bölgedeki hafif raylı sistemlerin yük taşımacılığında kullanılması ve araç trafiğinin az olduğu gece saatlerinde merkezi iş alanlarına yük indirme bindirme sınırlaması getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu ilçedeki resmi kurumların farklı bir ilçeye taşınması da yoğunluğun azalmasını sağlayacaktır.

Avrupa şehirleri düşük emisyon bölgeleri ilan ederken, kent sakinlerine, kentte çalışanlara ve o kente tatil yapmaya gelen insanlara hava kalitesinin daha iyi olduğu, çevreci yaklaşımın ön planda tutulduğu bir yerel yönetim anlayışı sundu. DEB uygulanmasının en önemli sebeplerinden biri Avrupa Birliği'nde 1999/30/EC tarihli yönetmeliktir. Bu yönetmeliğin amacı hava kirliliğini ve emisyon salınımını azaltarak insan sağlığına ve çevreye daha uygun koşullar sunmaktır. Uygulama başarılı oldukça Avrupa'da DEB ilanının yaygınlaşması da kaçınılmaz olmuştur. Avrupa'da 200'den fazla şehirde kullanılmakta olup havadaki kirletici partikülleri azaltmada ve trafik sıkışıklığını azaltarak araç filolarınınn yenilenmesine etki etmektedir. Çalışmamızın sonucu olarak ilgili alanlarda düşük emisyon bölgesi ilan edilirse gelecek çalışmalarda bu alanların DEB öncesi ve sonrası çeşitli parametreler açısından incelenebilecektir.

Çalışmamızda sınırlıklar belirlenmiş olup bu sınırlıklar ilerideki çalışmalara kılavuz olması açısından hazırlanmıştır. Bu kısıtlar ortadan kaldırılarak daha farklı istatistiki yöntemler kullanılarak daha kapsayıcı çalışmalar hazırlanabilecektir.

İstanbul'da düşük emisyon bölgesi ilan edilmesi amacıyla yapılması gereken faaliyetler şu şekilde olmalıdır: Kentsel taraflarla belirli periyotlarla görüşülmeli ve kamuoyu DEB ilanına hazır hale getirilmelidir. İstanbul iline kayıtlı araçlar ve İstanbul ilinin içine giren araçlar sınıflandırılmalıdır. 5 yıllık bir eylem planı hazırlanmalı ve araçlar yaş, emisyon, gibi çeşitli kıstaslar belirlenerek yenilenme periyodu oluşturulmalıdır. Devlet bireylere ve şirketlere teşvik edici programlar sunmalıdır. İstanbul'un hava kalitesi ölçümü ilçe bazında yapılmaya başlanmalı ve değerler ulusal ve uluslararası sınır değerlere uygun hale getirilmelidir. Kademeli biçimde kısıtlayıcı önlemler 5 yıllık planda açıklanmalı ve dönüşüm her yıl verilerin raporlanması ile hedefe uyum açısından takip edilmelidir. İstanbul ilinin ana arterleri belirlenerek şehrin içine giriş noktalarına mobese ve eds kameraları yerleştirilmelidir. Avrupa yakasında Fatih ilçe sınırları, Asya yakasında Kadıköy ilçe sınırları mümkün olduğu şekilde giriş çıkış noktaları belirlenerek kamera sistemiyle donatılmalıdır. Sınıflanan araçlara belirlenecek etiket sistemiyle ilçenin içerisine giriş çıkış yapmasına izin verilmeli ve uygun etikete sahip olmayan araçların girişine cezai müeyyideler konulmalıdır. İki pilot bölgedeki uygulamalar neticesinde diğer ilçeler de öncelik sırasına göre kademeli bir biçimde DEB ilan edilmeli ve nihai hedef İstanbul ilinin DEB ilan edilmesi olmalıdır.

Bu çalışmada, farklı şehir ya da alanlara uygulanabilir metodolojik yaklaşım ortaya konulmuştur. Bu yaklaşım takip edilerek uygulanması muhtemel alanlar için yeni çalışmalar yapılabilir.

EKLER

EK 1

Kriterleri Karşılaştırma Formu Ana Kriterlerin Karşılaştırılması										
Hangi Kriter Daha Önemli?				Önem Derecesi						
Kriterler		Kriterler		Eşit	Az önemli	Önemli	Çok önemli	Aşırı derece		
				1	3	5	7	9		
	Hareketlilik		Hava Kirliliği							
	Hareketlilik		Kentsel Alan Özellikleri							
	Hava kirliliği		Kentsel Alan Özellikleri							

Kriterleri Karşılaştırma Formu Hareketlilik Kriterinin Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması										
Hangi Kriter Daha Önemli?				Önem Derecesi						
Kriterler		Kriterler		Eşit	Az önemli	Önemli	Çok önemli	Aşırı derecede		
				1	3	5	7	9		
	Trafik Sıkışıklığı		Karayolu Uzunluğu							
	Trafik Sıkışıklığı		Deniz Ulaşımı							
	Trafik Sıkışıklığı		Havaalanı							
	Trafik Sıkışıklığı		Demiryolu Uzunluğu							
	Karayolu Uzunluğu		Deniz Ulaşımı							
	Karayolu Uzunluğu		Havaalanı							
	Karayolu Uzunluğu		Demiryolu Uzunluğu							
	Deniz Ulaşımı		Havaalanı							
	Deniz Ulaşımı		Demiryolu Uzunluğu							
	Havaalanı		Demiryolu Uzunluğu							

Kriterleri Karşılaştırma Formu Hava Kirliliği Kriterinin Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması	
Hangi Kriter Daha Önemli?	Önem Derecesi

Kriterler		Kriterler		Eşit	Az önemli	Önemli	Çok önemli	Aşırı derecede
				1	3	5	7	9
	PM		NO_x					
	PM		SO_2					
	PM		CO					
	NO_x		SO_2					
	NO_x		CO					
	SO_2		CO					

Kriterleri Karşılaştırma Formu

Kentsel Alan Özellikleri Kriterinin Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması

Hangi Kriter Daha Önemli?				Önem Derecesi				
Kriterler		Kriterler		Eşit	Az önemli	Önemli	Çok önemli	Aşırı derecede
				1	3	5	7	9
	Meskun alan		Sanayi alanı					
	Meskun alan		Merkezi iş alanı					
	Meskun alan		Tarihi ve turistik alan					
	Meskun alan		Nüfus yoğunluğu					
	Sanayi alanı		Merkezi iş alanı					
	Sanayi alanı		Tarihi ve turistik alan					
	Sanayi alanı		Nüfus yoğunluğu					
	Merkezi iş alanı		Tarihi ve turistik alan					
	Merkezi iş alanı		Nüfus yoğunluğu					
	Tarihi ve turistik alan		Nüfus yoğunluğu					

KAYNAKÇA

Akbaş, A. & Akdoğan, E. (2001). İstanbul kent içi trafik kontrol sistemi üzerine bir durum değerlendirmesi, *TMMOB Makine Mühendisleri Odası İstanbul'da Kent İçi Ulaşım Sempozyumu,* 28-29-30 Haziran, 1-10.

Akben, İ. & Bahçeci, A. P. (2018). Kentsel lojistik: Gaziantep örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD),* 5 (6), 211-229.

Akben, İ. & Avşar, İ. İ. (2019). Kentsel lojistik ve tramvay yolcu memnuniyetinin demografik özelliklere göre analizi Gaziantep'te bir alan çalışması. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 18(4), 1399-1411.

Akbulut, F. (2016). Kentsel Ulaşim Hizmetlerinin Planlanması ve Yönetiminde Sürdürülebilir Politika Önerileri. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 11(1), 336-355.

Atikol, U. & Güven, H. (2003). Impact of cogeneration on integrated resource planning of Turkey. *Energy,* 28(12), 1259-1277.

Awasthi, A. (2016). Evaluating new business operation models for small and medium size logistics operators within low emission zones. *Transportation Research Procedia 12*, 707-717.

Awasthi, A. & Chauhan, S. S. (2012). A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning. *Applied Mathematical Modelling,* 36(2), 573-584.

Aydemir, Ş. (1994). *KOBİ'ler ve kayıt dışı ekonomi.* Ankara: TOSYÖV.

Babacan, M. (2003). Lojistik sektörünün ülkemizdeki gelişimi ve rekabet vizyonu. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 3(1), 8-15.

Banister, D. & Button, K. (2015). eds. *Transport, The Environment and Sustainable Development,* Routledge.

Banister, D. Anderton, K. Bonilla, D. Givoni, M. & Schwanen, T. (2011). Transportation and the environment. *Annual Review of Environment and Resources,* 36, 247-270.

Başkol, M. (2010). Lojistik ve lojistik yönetimi. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 1(2), 47-64.

Bayraktutan, Y. & Özbilgin, M. (2015). Uluslararası ve yurtiçi ticarette taşıma türlerinin payı: Bir analitik hiyerarşi prosesi (AHP) uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 6(2), 405-436.

Beşli, S. (2004). *İhracatta pratik bilgiler.* İGEME. Ankara: Lojistik Yayını.

Blüthgen, J. (2019). *Allgemeine klimageographie.* Walter de Gruyter GmbH & Co KG. New york.

Bovy, P. R. (1990). *Transport and the environment: a tentative overview of issues in cities of developed and developing countries.* Conference on the Development and the Planning of Urban Transport in Developing Countries (CODATU V), 5th, Sao Paulo, Brazil.

Boznar, M. & Mlakar, P. (1995). Neural-Networks–A New Mathematical Tool for Air Pollution Modelling. Air pollution III Volume I. Air Pollution Theory and Simulation, Computational Mechanics Publications, *Southampton Boston.* 259-266.

Boznar, M. (1997). Pattern Selection Strategies for a Neural Network-Based Short Term Air Pollution Prediction Mopdel. *Proceedings on Intelligent Information Systems, IIS'97, IEEE Computer Society*, 0-8186-8216-3, 340-344.

Boznar, M. Lesjak, M. & Mlakar, P. (1993). A neural network-based method for shortterm predictions of ambient SO2 concentrations in highly polluted industrial areas of complex terrain, *Atmospheric Environment,* B 27(2) 221-230.

Bruneau, M. (2003). A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake spectra,* 19(4), 733-752.

Bryan, D. L. & O'kelly, M. E. (1999). Hub-and-spoke networks in air transportation: an analytical review. Journal of regional science, 39(2), 275-295.

Caudill, M. (1987). Neural networks primer, part I. *AI expert*, 2(12), 46-52.

Comrie, A. C. (1997). Comparing neural networks and regression models for ozone forecasting. *Journal of the Air & Waste Management Association,* 47(6), -663.

Convention, R. (1999). *Guidelines for integrating wetland conservation and wise use into river basin management.* 7th meeting of the conference of the contracting parties to the convention on wetlands (ramsar, ıran, 1971), san josé, costa rica, 10-18 may.

Corrêa, H. L. & Xavier, L. H. (2013). Concepts, design and implementation of reverse logistics systems for sustainable supply chains in Brazil. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, Volume: 6, No: 1, 1-25.

Council, B. C. (2002). *Municipal innovation plan of barcelona city council*, A strategy for a dynamic municipal organization that offers innovative solutions to citizens' needs.

Cracknell, J. A. (2000). Experience in urban traffic management and demand management in developing countries, *Final Report*.

Cropper, M. L. & Sahin, S. (2009). *Valuing mortality and morbidity in the context of disaster risks*. The World Bank.

Cuci, Y., & Polat, E. (2015). Gaziantep'in Trafik Kaynaklı Hava Kirliliğinin Belirlenmesi. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18*(2).

Çakır, A. Çalış, H. & Dandil, E. (2009). PLC tabanlı dinamik trafik sinyalizasyon ve araç hız ölçüm sistemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 101-107.

Çepel, N. (1992). *Doğa-çevre-ekoloji ve insaniliğin ekolojik sorunları,* Altın Kitaplar, İstanbul.

David, B. J. Lemay, S. & Joe, P. B. (2002). *Logistics*. Printice Hall of India: New Delhi.

Demir, E. Huang, Y. Scholts, S. & Woensel, V. T. (2015). *A selected review on the negative externalities of the freight transportation: Modeling and pricing*. Transportation research part E: Logistics and transportation review, 77, 95-114.

Dyllick, T. & Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business strategy and the environment,* 11(2), 130-141.

Eğercioğlu, Y. & Doğan, K. (2016). Effective sustainable public transportation approaches in İzmir. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* (223), 487-492.

Eglese, R. Maden, W. & Slater, A. (2006). A road timetableTM to aid vehicle routing and scheduling. *Computers & operations research*, 33(12), 3508-3519.

Ellison, R., Greaves, S., & Hensher, D. (2013). Five Years of London's low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. *Transportation Research Part D 23*, 25-33.

Erdemir, A. Kalyoncu, M. Grubu, M. M. P. San, M. İ. & Konya, T. A. (2015). Bir ağır vasıtanın çok akslı direksiyon mekanizmasının arı algoritması kullanılarak optimizasyonu. *Uluslararası Katılımlı, 17. Makina Teorisi Sempozyumu, İzmir, 14-17 Haziran,* 421-426.

Erdinch, H. & Huang, C. (2014). City Logistics Optimization: Gothenburg Inner City Freight Delivery. *Gothenburg: University of Gothenburg.*

Folke, C. (2004). Traditional knowledge in social–ecological systems. *Ecology and Society,* 9(3), 1-5.

Gardner, M. W. & Dorling, S. R. (1998). Artificial neural networks (the multilayer perceptron) a review of applications in the atmospheric sciences. *Atmospheric Environment,* 32(14-15), 2627-2636.

Goldberg, L. S. (1996). Local Government Highway Finance Trends. *Public Roads,* 60(1).

Gökgöz Ergül, M. (2015). Low Emission Zone Study in İstanbul By Using Models-3 / CMAQ Framework.

Görür, N. (2014). *Jeolojik açıdan mega projeler.* İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu IV, Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı, İstanbul, 26-27-28 Aralık, 7-270.

Güler, Ç. & Coşkun, Y. (1988). *Su Bilgisi*, Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.

Gülsün, B. & Erkayman, B. (2018). Lojistikte taşıma şekillerinin belirlenmesi: bir kombine taşımacılık örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi (MAKUUBD),* 2(2), 37-51.

Gümüş, Y. (2009). Lojistik faaliyetlerin rekabet stratejileri ve işletme kârı ile olan ilişkisi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi,* (41), 97-114.

Haase, D. Frantzeskakı, N. & Elmqvıst, T. (2014). Ecosystem services in urban landscapes: practical applications and governance implications. *Ambio,* 43(4), 407-412.

Hans, B. & Spreiregen, P. D. (1967). *The modern metropolis: its origins, growth, characteristics, and planning: selected essays.* Mit Press.

Hesse, M. (1995). Urban space and logistics: on the road to sustainability?. World Transport Policy and Practice 1(4), 39-45.

Hoyle, B. S. & Knowles, R. D. (Eds.). (1992). *Modern transport geography.* London: Belhaven Press.

İETT, (2016). Trafik Sıkışıklığı ve Düşük Emisyonlu Alan Yöntemleri İstanbul İçin Uygulanabilirliğinin Tartışılması Çaliştayi. 9. *Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı, 1-3 Aralık İstanbul Kongre Merkezi,* 5-24.

İnaç, H. (2012). İstanbul'un Kentsel Lojistik Analizi ve Çözüm Önerilerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile Değerlendirilmesi.

Jacobs, J. (2016). *The economy of cities.* Vintage boks.

Kara, M. Tayfur, L. & Basık, H. (2009). Küresel Ticarette Lojistik Üslerin Önemi ve Türkiye. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 6(11), 69-84.

Karaduman, A. S. (2019). Gaziantep'te inşaat sektörü ve planlama. *Kent, İnşaat ve Ekonomi Kongresi 2-3-4 Mayıs,* Gaziantep, 401- 419.

Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi,* (1), 19-33.

Kesin, A. & Sağıroğlu, S. (2010). Dizel motorlarından kaynaklanan egzoz emisyonları ve kontrol yöntemleri. *Engineer & the Machinery Magazine*, (606). 2-12.

Kılıç, A. Kum, S. Ünal, A. & Kindap, T. (2016). Marmara bölgesi'ndeki hava kirliliğinin modellenmesi, kirlilik azaltımı ve maruziyet analizi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 16(1), 27-46.

Kılıç, D. & Turgut, M. (2019). Kentsel lojistik açısından istanbul havalimanı ve atatürk havalimanı'nın değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 21(2), 148-157.

Kimberlin, R. (2001). *Upgrading aircraft for improved altitude performance.* In: 1st AIAA, Aircraft, Technology Integration, and Operations Forum.

Koban, E. & Yıldırır, H. K. (2008). *Dış ticarette lojistik.* Bursa: Ekin Basım Yayım Dağıtım. 2. Baskı.

Levinson, S. C. (1996). Language and space. *Annual review of Anthropology*, 25(1), 353-382.

Litman, T. (2013). Smarter congestion relief in asian cities. *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific*, 82(1).

Long, D. (2004). *International logistics global supply chain management.* Kluver academic publisher, USA.

Long, D. (2012). *Uluslararası lojistik küresel tedarik zinciri yönetimi,* Çeviren: Tanyaş M. ve Düzgün M. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim.

Markus, L. M. Majchrzak, A. & Gasser, L. (2002). A design theory for systems that support emergent knowledge processes. *MIS quarterly*, 26(3), 179-212.

McKnight, C. Levinson, H. Özbay, K. Kamga, C. & Paaswell, R. (2003). *Impact of Congestion on Bus Operations and Costs,* 1-72, p. 13.

Morcalı, M. H. & Akan, D. S. (2017). Kahramanmaraş hava kirliliği kaynaklarının izlenmesi ve belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 20(2), 105-115.

Mucan, B. Kayabaşı, A. & Madran, C. (2016). Yöneticilerde sürdürülebilirlik algısı ve firma uygulamalarına yönelik değerlendirme. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi,* 12(2), 57-72.

Mutlu, A. (2019). Balıkesir şehir merkezinde trafik kaynaklı hava kirliliği seviyelerinin analizi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 21(1), 152-168.

Müezzinoğlu, A. (2000). *Hava kirliliği ve kontrolü esasları.* Dokuz Eylül Yayınları, İzmir.

Nakiboğlu, G. (2007). Tersine lojistik: önemi ve dünyadaki uygulamaları. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 9(2), 181-196.

Örselli, E. & Akbay, C. (2019). Teknoloji ve kent yaşamında dönüşüm: akıllı kentler. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi,* 2(1), 228-241.

Öztopcu, A. & Salman, A. (2019). Sürdürülebilir kalkınmada akıllı kentler. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi,* Sayı: 41, 167-188.

Öztürk, Z. (2018). İstanbul'da karayolu yolcu taşımacılığında elektrikli araç kullanımının incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering,* 5(2), 367-386.

Renner, T. A. (1988). Measurement and correlation of diffusion coefficients for CO2 and rich-gas applications. *SPE Reservoir Engineering,* 3(02), 517-523.

Rickert, T. (2007). *BRT accessibility guidelines*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 55.

Rodrigue, J. P. Comtois, C. & Slack, B. (2016). *The geography of transport systems*, 4th edition: Routledge, New York.

Rodrigue, J. P. Slack, B. & Notteboom, T. (2006). *Port terminals.* In The geography of transport systems/Rodrigue, Jean-Paul.-London.

Saaty, T. L. (1982). *Decision Making for Leaders*, Lifetime Learning

Saaty, T. L. (1987). Rank Generation, Preservation and Reveral in the Analytic Hierarchy Decision Process. *Decision Sciences,* 18, 157-177.

Savrun, B. & Mutlu, H. M. (2019). Kent lojistiği üzerine bibliyometrik analiz. *Kent Akademisi,* 12(2), 364-386.

Schary, P. B. (1998). Strategic dimensions of the supply chain. *Transport Logistics,* 1(3), 155-166.

Schneider, F. (2002). Road Traffic Congestion: The extent of the problem Francois Schneider, Axel Nordmann & Friedrich Hinterberger. *Editorial board,* 8(1), 34-41.

Sert, Ü. (2017, Nisan 12). *Hava Kirliliği*. www.arsivbelge.com:

http://arsivbelge.com/yaz.php?sc=1665 adresinden alındı

Stern, N. & Stern, N. H. (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. cambridge University press.

Şahin, C. (1989). Hava kirliliği ve hava kirliliğini etkileyen doğal çevre faktörleri. *Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Araştırmaları Dergisi,* 1(1), 194-208.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2018). Hava Kalitesinin İnsan Sağlığına Etkisi, Mevzuat Raporlar İletişim.

T. C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2016). *Türkiye'de Sera Gazı Emisyon Ticaret Sistemi Kurulmasına Yönelik Yol Haritası.* Ankara, 1-137.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, (1998). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Kyoto Protokolü.* Ankara, 1-62

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, (2011). *Ulaştırma Hizmetleri Lojistik Yönetimi*, Ankara, 1-53.

Tanyaş, M. (1997). Türkiye lojistik sektörü için strateji ve çözüm önerileri, seminer notları, Ankara Atılım üniversitesi Tırman, M., taşımacılık sektöründe kombine tasımacılıgın dünü, bugünü ve yarınına bir bakış. *İkinci ulusal demiryolu kongresi,* Ankara, 2006, 263-270, s. 269.

Tanyaş, M. (2014). İstanbul lojistik sektör analizi raporu. *Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği Loder Dergisi*.

Tanyaş, M. (2016). Kentsel Lojistik Ders Notları.

Tanyaş, M. Erdal, M. Zorlu, F. Gürlesel, C. F. & Filik, F. (2011). *Türkiye lojistik master planı için strateji belgesi*, Türkiye ihracatçılar meclisi lojistik konseyi, İstanbul, 1-123.

Taniguchi, E. Thompson, R. G. & Yamada, T. (2012). Emerging techniques for enhancing the practical application of city logistics models. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* (39), 3-18.

Taniguchi, E., Thompson, R., & Yamada, T. (2014). Recent Trends and Innovations in

Modelling City Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 4-14.

Taniguchi, E. & Heijden, V. D. (2000). An evaluation methodology for city logistics. *Transport Reviews,* 20 (1), 65-90.

Taniguchi, I. Kagotani, K. & Kimura, Y. (2003). Microbial Production of Poly (hydroxyalkanoate) s From Waste Edible Oils", *Green Chemistry,* 5(5), 545-548.

Tanyel, A. Tuna, O. & Oral, E. A. (2009). *İzmir'deki kentsel yük sevkiyatlarına ilişkin çözüm önerileri.* 1. İzmir Ulaşım Sempozyumu, İzmir: İnşaat Mühendisleri Odası.

Timör, M. (2011). *Analitik Hiyerarşi Prosesi.* İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Tiwari, G. (2006). *Urban Passenger Transport: Framework for an Optimal Modal Mix*. New Delhi.

Toroslu, N. (1987). Ceza hukuku ve çevre, çevre kanunun uygulanması. TÇSV Yayını, Ankara, 105-131.

Tuzkaya, G. Sennaroğlu, B. & Bulkan, S. (2015). *Icovacs 2015 proceedings.* Marmara University Publication No: 831, 4-515.

TÜİK, Haber Bülteni (2020). Yıllara Göre Motorlu Kara Taşıt Sayısı 2019.

TÜİK, Haber Bülteni (2020). İllere Göre Motorlu Kara Taşıt Sayısı 2019.

TÜİK, (2020). Kullanılan Yakıt Türüne Göre Motorlu Kara Taşıt Sayısı.

Waters, D. (2007). *Global logistics: new directions in supply chain management.* 5. Baskı, London: kogan page limited.

Wolff, H., & Perry, L. (2010). Trends in Clean Air Legislation in Europe: Particulate Matter and Low Emission Zones. *Review of Environmental Economics and Policy*, 293-308.

Yakın, A. & Behçet, R. (2019). Van ili trafik kaynaklı hava kirleticilerinin emisyon envanteri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 9(3), 1567-1573.

Yıldıztekin, A. (2002). Lojistik sektörünün ihtiyacına göre eğitim programının belirlenmesi, ortadoğu teknik üniversitesi, uluslararası eğitim konseyi VI, EK.

Yücedağ, C. & Kaya, L. G. (2016). Hava kirleticilerin bitkilere etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 7(1), 67-74.

Zannetti, P. (2013). (Ed.). *Air pollution modeling: theories,* computational methods and available software. Springer Science & Business Media.

Zannin, P. H. T. Diniz, F. B. & Barbosa, W. A. (2002). Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. *Applied Acoustics,* 63(4), 351-358.

Zengin, E. & Akunal, E. V. O. (2017). Green logistics practices ın Turkey. *Journal of Management Marketing and Logistics,* 4(2), 116-124.

Zorlu, F. (2008). *Türkiye Lojistik Coğrafyası*. Bu Dönem, Plana Karşı Tavırların Ağırlık Kazandığı Bir Dönemdir Söyleşi: Nevzat Can, Binali Tercan. 3 (43).

Zorlu, F. (2009). Mersin'de kentsel ulaşım planlamasına yönelik değerlendirmeler, *Planlama*, 3 (4), 115-127

Zunder, T. H. Adıtjandra, P. T. & Carnaby, B. (2014). Developing a local research strategy for city logistics on an academic campus. *International Journal of Urban Sciences,* 18(2), 262-277.