KENTSEL LOJİSTİK TASARIMI VE BURSA ÖRNEĞİ

Ferhat Arıkan
131157109

DOKTORA TEZİ

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

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Şubat, 2022

KENTSEL LOJİSTİK TASARIMI VE BURSA ÖRNEĞİ

Ferhat Arıkan
131157109
ORCID: 0000-0003-4665-028X

DOKTORA TEZİ

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

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Şubat, 2022



JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli *"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"* ile bildirilen 6689 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli *"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"* ile bildirilen 6689 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Mehmet Tanyaş'a ve değerli jüri üyesi hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın ortaya çıkmasında, tecrübe ve bilgi birikimlerinden faydalandığım kıymetli hocalarım Prof. Dr. Mehmet Tektaş, Doç. Necla Tektaş ve Dr. Öğr. Üye. Abdullah Elen 'e teşekkürü bir borç bilirim.

Yine çalışma süresince manevi desteğini hep gördüğüm kıymetli eşime ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Ferhat Arıkan

Şubat, 2022

ÖZET

KENTSEL LOJİSTİK TASARIMI VE BURSA ÖRNEĞİ

Ferhat Arıkan
Doktora Tezi
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı
Danışman: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş
Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2022

Dünyadaki şehirli nüfusun artışı ve kentlerdeki ticari, sınai faaliyetlerle kent yaşamının iç içe geçmesi, kentsel lojistik probleminin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Şehirlerdeki ticari faaliyetlerle birlikte şehir hareketliliği ve lojistik operasyonların ortak ulaşım altyapısını kullanması; kentlerde trafik sıkışıklığı, düşük hız, yüksek enerji tüketimi, gürültü, kazalar, uzayan ulaşım süreleri vb. problemlere neden olmaktadır.

Şehirlerde ulaşım ve lojistik altyapısının oluşturulması ile kentsel lojistik işleyişinin planlanması yerel yönetimlerin sorumluluk alanındadır. İyi bir lojistik planlama; lojistik operasyonlar ve depolama faaliyetlerin bir arada yürütülmesi, lojistik akışların mümkün olduğu kadar azaltılması, şehir merkezleri ve sosyal yaşam bölgelerine giriş kısıtlarının oluşturulması, kent içinde aktarma ve dağıtım noktalarının planlanması, parklanma alanlarının belirlenmesi vb. unsurları içermelidir.

Bu çalışmada kentsel lojistik probleminin irdelenmesinde üç milyonu aşkın nüfusuyla 22 adet sanayi bölgesi, limanları, yoğun ticari faaliyetleri ve turizm potansiyeliyle Bursa ili ele alınmıştır. Şehirde yapılacak kentsel lojistik düzenlemelerinin sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik, dirençlilik ve mobilite açısından etkileri analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemiyle analiz edilmiştir. Çıkan sonuç Genetik Algoritma ve TOPSİS yöntemleriyle optimize edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Kentsel Lojistik, Genetik Algoritma, TOPSİS, Kentsel Dağıtım Merkezi.

ABSTRACT

URBAN LOGISTICS DESIGN AND THE EXAMPLE OF BURSA

Ferhat Arıkan
PhD Thesis
International Trade and Logistics Department
Logistics and Supply Chain Management PhD Program
Thesis Advisor: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş
Maltepe University Graduate School, 2022

The rise in city population and the interlace of the city life to commercial and industrial activities cause urban logistics problems. Along with the commercial activities in cities, logistic operations' sharing the transportation infrastructure with city life brings along problems such as traffic jam, underspeed, high energy consumption, noise, accidents and extended travel time.

Forming transportation, logistic substructure and planning urban logistic operations in cities are the responsibilities of local governments. A good logistic planning should contain carrying out the planning of urban logistic operations and storage activities in cooperation, minimising the logistic flows as much as possible, forming access limitations to the city centers and social life areas, planning the distributing and transfer points and identification of parking areas in cities.

In this article, the city of Bursa examined by the aspect of urban logistics problems due to its population over 3 million, 22 industrial zones, ports, its tourism potential and intense commercial activities. The regulations that are to be held in the city are analyzed by the Analytical Hierarchy Process (AHP) in terms of sustainability, inhabitability and mobility effects. The result is optimized by Genetic Algorithm and TOPSIS methods.

Keywords: Analytical Hierarchy Process (AHP), Urban Logistics, Genetic Algorithm, TOPSİS, Urban Distribution Center.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER vii
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
KISALTMALAR xiii
ÖZGEÇMİŞ xv
BÖLÜM 1. GİRİŞ 1
1.1. Problem Tanımı 3
1.2. Literatür Taraması 4
BÖLÜM 2. LOJİSTİK VE KENTSEL LOJİSTİK 13
2.1. Lojistik 13
2.1.1. Lojistik Yönetimi 15
2.1.2. Lojistik Faaliyetler 15
2.1.2.1. Müşteri Hizmeti 16
2.1.2.2. Talep Tahmini 17
2.1.2.3. Envanter Yönetimi 17
2.1.2.4. Depo Yönetimi 18
2.1.2.5. Tesis ve Depo Yeri Seçimi 18
2.1.2.6. Satın Alma 19
2.1.2.7. Ambalajlama 19
2.1.2.8. Ulaştırma Yönetimi 19
2.1.2.8.1. Karayolu Taşımacılığı 20
2.1.2.8.2. Demiryolu Taşımacılığı 20
2.1.2.8.3. Denizyolu Taşımacılığı 21
2.1.2.8.4. Havayolu Taşımacılığı 21
2.1.2.8.5. Boru Hatları Taşımacılığı 21
2.1.2.9. Tersine Lojistik 22
2.1.2.10. Sipariş Kabul ve İşleme 22
2.2. Kentsel Lojistik 22
2.2.1. Kentsel Lojistik Tarafları 23
2.2.2. Kentsel Lojistik Hedefleri 25
2.2.2.1. Hareketlilik (Mobilite) 26
2.2.2.2. Yaşanabilirlik 28
2.2.2.3. Sürdürülebilirlik 30
2.2.2.4. Dirençlilik 31
2.2.3. Kentsel Lojistik Planlaması 31
2.2.4. Kentsel Lojistikte Yerel Yönetim Uygulamaları 32

2.2.4.1. Lojistik Güzergahların Oluşturulması 32
2.2.4.2. Yasak Saat ve Araçların Belirlenmesi 34
2.2.4.3. Kentsel Dağıtım Merkezlerinin Oluşturulması 36
2.2.4.3.1. Kassel Kentsel Dağıtım Modeli 38
2.2.4.4. Lojistik Köylerin Planlanması 41
2.2.4.5. Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Kullanımı 44
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM 47
3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci 47
3.1.1. AHP'nin Yapısı 47
3.1.2. Analitik Hiyerarşi Sürecinin İşlem Adımları 48
3.2. Genetik Algoritma 54
3.2.1. Genetik Algoritma Temel Kavramlar 55
3.2.2. Genetik Algoritma Çözüm Aşamaları 56
3.3. TOPSİS Yöntemi 59
3.3.1. Topsis Yöntemi İşlem Adımları 59
BÖLÜM 4. KENTSEL DAĞITIM MERKEZİ MODELİ 63
4.1. Amaç 63
4.2. Kısıtlar 63
4.2.1. Nüfus Yoğunluğu 65
4.2.2. Konut Yoğunluğu 66
4.2.3. İşyeri Yoğunluğu 66
4.2.4. Ortalama Gelir 66
4.2.5. Ortalama Harcama 67
4.2.6. İstihdam Oranı 67
4.2.7. Eğitim Düzeyi Ortalaması 67
4.2.8. POİ Yoğunluğu 67
4.2.9. Karayolu Yoğunluğu 68
4.2.10. Boş Alan Oranı 68
4.2.11. Diğer Mahallelerle Potansiyeli 68
4.2.12. Otoyola Yakınlık 68
4.2.13. Ortalama Trafik Yoğunluğu 69
4.2.14. Nüfus Çoğalma Katsayısı 69
4.2.15. Rayiç Bedel 70
4.3. Modelin Oluşturulması 70
BÖLÜM 5. BURSA KENTSEL DAĞITIM MERKEZİ MODELİ UYGULAMASI 76
5.1. Bursa Genel Bilgiler 76
5.1.1. Kentin Mevcut Arazi Kullanım Yapısı 77
5.1.2. Temel Sektörlerle Bursa Ekonomisi 79
5.1.3. Bursa Dış Ticaret Faaliyetleri 81
5.1.4. Bursa Organize Sanayi Bölgeleri 82
5.2. Bursa Ulaştırma Altyapısının Mevcut Durumu 83

5.2.1. Karayolu Ulaştırması Mevcut Durumu 83
5.2.2. Havayolu Ulaştırması Mevcut Durumu 86
5.2.3. Demiryolu Ulaştırması Mevcut Durumu 87
5.2.4. Denizyolu Ulaştırması Mevcut Durumu 87
5.3. Kentsel Lojistik 88
5.4. AHP Modelinin Sonuçları 94
5.5. Genetik Algoritma Modelinin Sonuçları 98
5.6. TOPSİS Yöntemi Sonuçları 101
5.7. Bursa Kentsel Dağıtım Merkezi 106
BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER 109
6.1. Sonuç 109
6.2. Öneriler 111
KAYNAKÇA 114

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Literatür Taraması 10

Tablo 2. Modelde Kullanılan Kısıtların Literatür Taraması 64

Tablo 3. Pozitif Kısıtlar ve Ağırlık Katsayıları 69

Tablo 4. Negatif Kısıtlar ve Ağırlık Katsayıları 70

Tablo 5. Bursa İli ve İlçe Nüfus Sayıları 76

Tablo 6. Bursa İlçe Yüzölçümleri ve Nüfusları 78

Tablo 7. Sektörel Firma Dağılım Sayıları 81

Tablo 8. Yıllara Göre İhracat Rakamları 82

Tablo 9. Bursa'da Bulunan Organize Sanayi Bölgeleri 82

Tablo 10. Yıllara ve Araç Türlerine Göre Kayıtlı Araç Sayıları 86

Tablo 11. Kriterlerin Ağırlıklandırılması 95

Tablo 12. Projelerin Ağırlıklandırılması 1 95

Tablo 13. Projelerin Ağırlıklandırılması 2 95

Tablo 14. Projelerin Ağırlıklandırılması 3 96

Tablo 15. Projelerin Ağırlıklandırılması 4 96

Tablo 16. Projelerin İterasyonu 96

Tablo 17. Kriterlerin iterasyonu 97

Tablo 18. Alternatif Çözümlerin Sonuç Tablosu 97

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Temel Lojistik Faaliyetler 16

Şekil 2. Kentsel Lojistiğin Paydaşları 24

Şekil 3. Kentsel Lojistik Vizyonu 26

Şekil 4. Kentsel Lojistik Zaman Kısıtları Bilgilendirme Tabelaları 34

Şekil 5. Kentsel Dağıtım Merkezi Yapısı 37

Şekil 6. Kassel Modeli Dağıtımı 38

Şekil 7. Kassel Modeli Kentsel Dağıtım Merkezlerinin Etki ve Faydaları 40

Şekil 8. Nürnberg Lojistik Köyü 44

Şekil 9. Trafik Yönetim Merkezi (TYM) diyagramı 45

Şekil 10. AHP Hiyerarşik Yapısı 49

Şekil 11. Saaty Önceliklendirme Ölçeği 50

Şekil 12. Rastgele Tutarlılık İndeks Sayıları 53

Şekil 13. Genetik Algoritmanın En Çok Uygulandığı Alanlar 55

Şekil 14. Gen, Kromozom ve Popülasyonun Yapılarının Örneği 56

Şekil 15. Genetik Algoritmanın Temel Çalışma Yapısı 57

Şekil 16. Kentsel Lojistik AHP Hiyerarşik Yapısı 72

Şekil 17. Genetik Algoritma Modeli Amaç Fonksiyonu 74

Şekil 18. Bursa İli ve İlçe Sınırları 77

Şekil 19. 5 Merkez İlçe Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Haritası 78

Şekil 20. KGM 14. Bölge Müdürlüğü Sorumluluğundaki Yol Ağı 84

Şekil 21. Bursa Ana Trafik Arterleri 85

Şekil 22. Bursa Yük Trafiği Haritası 89

Şekil 23. Bursa B.B. Lojistik Güzergahlar ve Yasaklı Bölgeler Haritası 90

Şekil 24. Bursa B.B. Lojistik Güzergah Yönlendirme Tabelaları 91

Şekil 25. Bursa B.B. Ulaşım Ana Planı 2030 Yük Taşımacılığı Ataması 92

Şekil 26. Bursa Lojistik Merkezi Taslak Vaziyet Planı 93

Şekil 27. Bursa Trafik Yönetim Merkezi 94

Şekil 28. Genetik Algoritma Modelinin Çözüm Fonksiyonu 99

Şekil 29. Genetik Algoritma Modelinin MATLAB Programında 5 Merkez İlçe için Elde Edilen Sonuçları 100

Şekil 30. Genetik Algoritma Modelinin MATLAB Programında Nilüfer İlçesi için Elde Edilen Sonuçları 101

Şekil 31. TOPSİS Yöntemi Nilüfer İlçesi Veri Seti Örneği 103

Şekil 32. TOPSİS Yöntemi Kriterlerin Ağırlık Değerleri 104

Şekil 33. TOPSİS Yöntemi İdeal Çözüme Göre Nispi Yakınlıklar 104

Şekil 34. TOPSİS Yöntemi İdeal Çözümler 105

Şekil 35. Genetik Algoritma Modeli ve TOPSİS Yönteminden Elde Edilen Noktalar 106

Şekil 36. Bursa Kentsel Dağıtım Merkezi Taslak Vaziyet Planı 108

KISALTMALAR

ABD : Amerika Birleşik Devletleri
ABOS : Boş Alan Oranı
AFS : Aksiyomatik Bulanık Küme
AHP : Analitik Hiyerarşi Süreci
ANP : Analitik Ağ Süreci
AUS : Akıllı Ulaşım Sistemleri
BPSO : İkili Parçacık Sürü Optimizasyonu
BTSO : Bursa Ticaret ve Sanayi Odası
BUAP : Bursa Ulaşım Planı
BUDO : Bursa Deniz Otobüsleri
CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri
CCTV : Kapalı Devre Televizyon
ÇKKV : Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri
CNC : Computer Numerical Control
DHMİ : Devlet Hava Meydanları İşletmesi
DPOT : Diğer Mahallelerle Potansiyel
ED : Eğitim Düzeyi
GA : Genetik Algoritma
GSYİH : Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
İDO : İstanbul Deniz Otobüsleri
IO : İstihdam Oranı
ITS : Intelligent Transportation Systems
IY : İşyeri Yoğunluğu
JIT : Just in Time
KAY : Karayolu Yoğunluğu
KDM : Kentsel Dağıtım Merkezi
KGM : Karayolları Genel Müdürlüğü
KY : Konut Yoğunluğu
LEZ : Düşük Emisyon Bölgesi
MATLAB : Matrix Laboratory
NC : Nüfus Çoğalma Katsayısı

NY : Nüfus Yoğunluğu

OECD : Organisation for Economic Co-operation and Development

OG : Ortalama Gelir

OH : Ortalama Harcama

OSB : Organize Sanayi Bölgesi

OTO : Otoyola Mesafe

POI : Çekim Noktaları

RB : Rayiç Bedel

RO-LA : Rollende Landstrasse

RO-RO : Roll on and Roll of

STK : Sivil Toplum Kuruluşları

TCDD : Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları

TEU : Twenty-foot Equivalent Unit

TİM : Türkiye İhracatçılar Meclisi

TL : Türk Lirası

TMC : Traffic Management Center

TOGG : Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu

TOPSİS : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

TY : Ortalama Trafik Yoğunluğu

TYM : Trafik Yönetim Merkezi

UCC : Kentsel Dağıtım Merkezi

UKOME : Ulaşım Koordinasyon Merkezi

VMS : Değişken Mesaj İşaretleri

YSA : Yapay Sinir Ağları

ÖZGEÇMİŞ

Ferhat ARIKAN

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı

Eğitim

Derece	*Yıl*	*Üniversite, Enstitü, Anabilim/Anasanat Dalı*
Y.Ls.	2012	Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Anabilim Dalı
Ls.	2008	Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Lise	2000	Malatya Lisesi

İş/İstihdam

Yıl	*Görev*
2018 -	Ulaşım Koordinasyon Şube Müdürü. Bursa Büyükşehir Belediyesi / Ulaşım Daire Başkanlığı
2009 - 2018	Planlama Mühendisi. Bursa Büyükşehir Belediyesi / Ulaşım Daire Başkanlığı

Mesleki Birlik/Dernek Üyelikleri

Yıl	*Kurum*
2010 -	Üye: Bursa Makina Mühendisleri Odası
2021 -	Üye: Lojistik Derneği

Yayınlar ve Diğer Bilimsel/Sanatsal Faaliyetler

2.Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı – Mayıs 2013/ Elazığ – "Bölgesel Kalkınmada Lojistik Köylerin Önemi Ve Bursa Örneği" Bildirisi

7.Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresi Mayıs 2018 / Bursa "Metropol Şehirlerin Yönetiminde Kentsel Lojistik Problemi Ve AHP Yöntemi İle Çözüm Yaklaşımı" Bildirisi

Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı 2013 – "Bursa Lojistik Merkez Fizibilitesi" Projesi Raporu – Prof. Dr. Mehmet Tanyaş, Ferhat Arıkan

Bursa Ticaret Ve Sanayi Odası 2017 "Lojistik 4x4 Çalıştayı Sonuç Raporu" – Prof. Dr. Mehmet Tanyaş, Ferhat Arıkan

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Küreselleşmeyle birlikte artan ticaret ve rekabet koşullarıyla, lojistik faaliyetlerin önemi hızla artmakta ve lojistik sektörü Dünyada ve Türkiye'de her geçen gün daha fazla gelişen bir sektör haline gelmektedir. Bu gelişmelerle birlikte lojistik faaliyetlerle ilgili tüm hizmetlerin en iyi şekilde verildiği yük merkezlerinin belirli noktalarda oluşturulması, taşımacılık kalitesinin, verimliliğinin en uygun hale getirilmesi, kentsel lojistikten kaynaklanan trafik yükünün en aza indirilmesi amacıyla yapılacak yatırım ve düzenlemeler kaçınılmaz hale gelmiştir.

Lojistik alanında dünyadaki gelişmelere paralel olarak Türkiye'de de lojistik köyler geçtiğimiz on yıl içinde gündeme gelmiş ve bu alanda birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) öncülüğünde planlanan ve hizmete giren lojistik köy/merkezler olduğu gibi İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri ve özel sektör marifetiyle birçok planlama çalışması yapılmaktadır.

Her ilin yerel iradesinin ve karar vericilerinin talep ettiği ve bu konuda fizibilite çalışmaları yaptırdığı lojistik planlar şehirlerin yük potansiyeli ve kapasitesi itibariyle; yasak saat ve güzergah kısıtlamaları, lojistik güzergahların belirlenmesi, aktarma merkezlerinin oluşturulması, akıllı ulaşım sistemlerinin kullanımı, lojistik köylerin kurulumu vb. yatırım ve düzenlemeleri beraberinde getirmektedir.

Bu tez çalışmasında sezgisel yöntemler kullanılarak oluşturulacak bir optimizasyon modeli ile Türkiye'de bir ilde ya da bölgede kentsel lojistik probleminin çözümüne yönelik proje ve yaklaşımları şehrin yaşam kalitesine etki edecek kriterler açısından optimize edilmesi amaçlanmaktadır.

Ayrıca kurulacak model gerekli veri akışı sağlandığı takdirde dünyanın herhangi bir şehrinde ya da yerleşim bölgesinde uygulanabilecek bir model olacaktır.

Bu tez çalışmasında ilk aşamada kentsel lojistik, lojistik köyler, kentsel dağıtım merkezleri, akıllı ulaşım sistemleri vb. kavramlar üzerinden literatür taraması yapılarak,

bu kavramların ayrıntılı olarak açıklaması yapılmıştır. Yerleşim yerleri açısından kentsel lojistik faaliyetlerinden kaynaklanan problemlerin neler olduğu ve bu alanda şehir yönetimleri ve kentsel lojistiğin unsurları tarafından yapılacak yatırım ve düzenlemelerin şehrin yaşam kalitesine katkısı ortaya koyulmuştur.

İkinci aşamada kentsel lojistik faaliyetleri; Lojistik Köyler, Kentsel Dağıtım Merkezleri, Akıllı Ulaşım Sistemleri, Lojistik Güzergahların Oluşturulması, Yasak Saat ve Araçların Belirlenmesi olmak üzere beş ana başlıkta toplanmıştır. Belirlenen bu beş faaliyet şehrin yaşam kalitesini etkileyen; hareketlilik, sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik ve dirençlilik kriterleri üzerinden, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak belirlenen ağırlık değerleriyle birlikte işleme girmiştir. İşlemin sonunda Kentsel Dağıtım Merkezlerinin kurulması belirlenen kriterler açısından en önemli faaliyet olarak seçilmiştir.

Üçüncü aşamada kurulması planlanan Kentsel Dağıtım Merkezinin Bursa'da hangi noktada konumlandırılması gerektiği problemi ortaya çıkmıştır. Yer seçimine etki edebilecek nüfus, istihdam, konut yoğunluğu, gelir düzeyi, eğitim seviyesi, işyeri sayısı, imar durumu, otoyola yakınlık, arazi rayiç bedeli, trafik sıkışıklığı, boş alan oranı, nüfus çoğalma katsayısı vb. on beş olumlu ve olumsuz parametre üzerinden Genetik Algoritma yöntemi kullanılarak optimizasyon yapılmıştır. Bursa'da bulunan merkez beş ilçede yer alan 322 mahalle ve on beş değişken üzerinden yapılan optimizasyon, çok fazla satır ve sütun işlemi gerektirdiğinden sezgisel yöntemlerden Genetik Algoritma tercih edilmiştir.

Dördüncü aşamada Genetik Algoritma yöntemiyle ortaya çıkarılan mahalle konum bilgisi, TOPSİS yöntemi kullanılarak daha küçük bir örneklem olan Nilüfer ilçesinde bulunan mahallelerin verisi kullanılarak aynı değişkenlerle optimizasyon yapılmıştır. TOPSİS yöntemiyle ortaya çıkan sonucun Genetik Algoritma yöntemiyle ortaya çıkan sonuçla yakınsak olduğu gözlemlenmiştir. Böylece Genetik Algoritma ile hesaplanan sonuç verisinin bir başka optimizasyon yöntemiyle değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Bu çalışmayla birlikte kentlerde oluşan kentsel lojistik problemine, optimizasyon yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi, Genetik Algoritma, TOPSİS yöntemleri kullanılarak çözüm önerisi getirilmeye çalışılmıştır. Bulunan sonuç Bursa kent merkezi

için uygulanılabilir olsa da dünyanın herhangi bir coğrafyasında aynı model kullanılarak kentsel lojistik problemine çözüm bulmak mümkün olabilecektir.

1.1. Problem Tanımı

Metropol şehirlerde günlük insan hareketliliğiyle birlikte lojistik faaliyetlerden kaynaklanan yük akışı ciddi bir yoğunluk oluşturmaktadır. Sanayi bölgeleri, gümrükler, limanlar, depolar, demiryolu terminalleri, tır kamyon parkları, dağıtım ve aktarma merkezleri, alışveriş merkezleri, şehir içi dağıtım lojistiği vb. unsurlar lojistik çekim noktalarını oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık dörtte üçünün ikamet ettiği alanlar olan kentlerde nüfusun hızlı artışı kentsel bölgelerin genişlemesine ve eskiden şehir dışında oluşan üretim ve lojistik faaliyet alanlarının kent içinde kalmasına sebep olmuştur. Aynı zamanda seri üretimin hızlanması, hizmet ekonomisinin yükselişiyle kargo ve kurye servislerine olan ihtiyaçların artması, elektronik ticaretle birlikte satın alma alışkanlarının değişmesi gibi faktörlerde kentsel lojistik sürecini daha da karmaşık hale getirmektedir.

Kent içinde insan ve yük hareketlerinden kaynaklanan faaliyetlerin getirdiği trafik hacmi; kazalar, gürültü, titreşim, hava kirliliği, trafik sıkışıklığı vb. olumsuz durumlara yol açarak şehrin yaşanabilirlik seviyesini düşürmektedir.

Kentler; tüketim malları, yapı malzemeleri, hammadde, yarı mamul, ev eşyaları, atıklar ve kargo/kurye gibi pek çok farklı tipte yükün sürekli olarak taşıma halinde olduğu bölgelerdir. Tipik bir kentin sokak trafiğinin dörtte birini yük akışları oluşturmaktadır. Bursa gibi 21 adet Organize Sanayi Bölgesi (OSB), Serbest Bölge ve Limanlarıyla lojistikten kaynaklanan trafik yükü %30 seviyelerinin üzerine çıkmaktadır. Avrupa'da kentsel yük taşımacılığı; kentlerdeki araçların toplam kat ettikleri mesafenin %20- 30'unu ve oluşan hava kirliliğinin %16-50'sini oluşturmaktadır.

Yük dağıtım araçlarının hareketleri limanlar, sanayi siteleri, toptancı depoları, haller ve perakende satış noktaları arasında gerçekleşir. Bu nedenle, yük araçlarının ürünlerin ulaştırılması gereken noktaya kadar kent trafiği içinde yer alması, tahmil-tahliye işlemlerinin taşıt yolu üzerinde yapılması kentsel trafik yaratmakta ve mevcut trafik yükünün artmasına neden olmaktadır.

Ayrıca taşınan malzemeler; yükleme / boşaltma, depolama, mal ayrıştırma / birleştirme, paketleme gibi kent alanının bir kısmının kullanılmasını gerektiren faaliyetlere de ihtiyaç duymaktadırlar. Kent büyürken, lojistik altyapı aynı oranda iyileşmezse kentsel lojistik sorunları oluşur.

İyi planlanmayan kent içi lojistik faaliyetler şehir trafiğine ekstra yük oluştururken, trafik sıkışıklığı, kazalar, gürültü, yüksek enerji tüketimi, uzayan ulaşım süreleri vb. olumsuz etkileri beraberinde getirerek, şehrin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Yerel yönetimler, merkezi idare tarafından düzenlenen Belediye Kanunu'nun verdiği yetki doğrultusunda ulaşım yatırımlarının planlanması, trafik akışının düzenlenmesi, denetimi, çevre düzeni planlarının oluşturulması vb. tüm düzenlemeleri yapmakla yükümlüdür.

Yerel yönetimler kent mücavir alanında lojistik faaliyetlerden kaynaklanan trafik yoğunluğunu azaltmak ve bir düzen dahilinde hizmet sağlamak amacıyla, lojistik akış güzergahlarının belirlenmesi, yasak saat uygulamaları, kentsel dağıtım merkezlerinin oluşturulması, lojistik köylerin planlanması, akıllı ulaşım sistemlerinin kullanımı vb. yatırım ve düzenlemeler yapması mümkündür.

1.2. Literatür Taraması

Kentsel Lojistik kavramı hakkında literatür taraması yapıldığında son yıllarda yapılan çalışmalarda artış gözlense de kentsel lojistik dağıtım merkezi seçimi ile ilgili konularda yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır.

Kayıkçı (2010) tarafından yapılan çalışmada intermodal lojistik merkezi yer seçimi problemlerinin çözümü adına çok kriterli ve çok katmanlı karar verme aşamalarından oluşan bir metodoloji geliştirilmiştir. İki aşamadan oluşan metodolojide ilk aşamada kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için Bulanık AHP yöntemi, alternatifler arasından en idealinin seçimi için YSA (Yapay Sinir Ağları) yöntemleri kullanılmıştır (Kayıkçı, 2010).

Elgün(2011) tarafından yapılan çalışmada lojistik köylerin kuruluş yerlerinin seçiminde kullanılan ve kullanılabilecek olan yöntemlerin araştırılması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda AHP, Delphi Yöntemi, Ağırlıklandırma

Yöntemi, Electre Yöntemi, Matematiksel Programlama Yöntemleri, Çok Amaçlı Matematiksel Yöntemler, Yapay Zekâ Yöntemleri ve Genetik Algoritmalar kuruluş yeri seçiminde kullanılabilecek yöntemler olarak tespit edilmiştir (Elgün, 2011).

Erkayman ve Diğerleri(2011) tarafından yapılan çalışmada ise Türkiye'nin doğu Anadolu bölgesinde bir lojistik merkezi yer seçimi problemine yönelik bulanık TOPSİS tabanlı bir model geliştirilmiştir. Çalışmada 3 il coğrafik, fiziksel, sosyo-ekonomik ve maliyet kriterleri açısından değerlendirmeye alınmıştır (Erkayman vd., 2011).

Li ve Diğerleri (2011) tarafından yapılan çalışmada lojistik merkez lokasyon seçimi için kapsamlı bir metodoloji önerilmiştir. İki aşamadan oluşan çalışmada ilk aşamada AFS(Aksiyomatik Bulanık Küme) kümeleme yöntemi, ikinci aşamada ise TOPSİS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Önerilen metodoloji çalışmasında örnek olarak 13 kriter çerçevesinde 15 alternatif nokta üzerinde test edilmiştir (Li vd., 2011).

Lindholm(2012) tarafından yapılan çalışmada kentsel lojistik planlamasında yerel yönetimlerin karar alma problemlerinin araştırılması gerçekleştirilmiştir. Çalışma da paydaşlar ve uzmanlar ile mülakatlar gerçekleştirilmiş ve anketler yapılmıştır (Lindholm, 2012).

Taniguchi ve Diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmada kentsel lojistik planlamalarını geliştirmek için ortaya çıkan simülasyon ve optimizasyon modelleri incelenmiştir. Çalışmada yazılım tabanlı gerçek zamanlı trafik verilerini dahil eden, çok amaçlı optimizasyon yöntemleri ve çok kriterli karar verme yöntemlerini barındıran modeller en uygun olarak tespit edilmiştir (Taniguchi vd., 2012).

Demiroğlu ve Eleren(2014) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'de kurulması planlanan küresel ölçekli lojistik merkezlerin yerlerinin belirlenmesinde Çok Kriterli Karar Verme(ÇKVV) yöntemleri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP) ve PROMETHEE kullanılmıştır. Çalışmada limanların bir lojistik merkez olarak düşünülmesinden yola çıkarak limanı bulunan illerin 5 ana kriter ve 19 alt kriter çerçevesinde analizler yapılmıştır (Demiroğlu ve Eleren, 2014).

Elevli(2014) tarafından yapılan çalışmada ise potansiyel lojistik merkez lokasyonları arasında seçim sıralaması yapılabilmesi için Bulanık PROMETHEE

yöntemi kullanılarak bir metodoloji geliştirilmiştir. Çalışmada 5 kriter altında 5 alternatif nokta üzerinde örnek çalışma gerçekleştirilmiştir (Elevli, 2014).

Sezen ve Gürsev (2014) tarafından yapılan çalışmada Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları(TCDD) tarafından kurulması planlanan 18 adet lojistik merkez hakkında konunun uzmanları ile mülakat tekniği ve anket çalışmaları yapılarak analizlerde bulunulmuştur. İki aşamada gerçekleştirilen çalışmanın ilk aşamasında lojistik merkezler hakkında çalışmalarda bulunan uzmanlarla derinlemesine mülakat gerçekleştirilerek anket çalışmasında kullanılacak olan sorular tespit edilmiş olup, ikinci aşamada ise anket çalışmaları konunun ilgili paydaşları ile gerçekleştirilmiştir (Sezen ve Gürsev, 2014).

Yıldırım ve Önder (2014) tarafından yapılan çalışmada İstanbul'da kurulması lojistik köylerin çeşitli kriter ve hedefler arasında en uygun alternatifi bulmaya yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmada İstanbul ilinde yapılması planlanan 6 alternatif lojistik köy noktasında uzmanların görüşleri alınarak belirlenen 7 kriter çerçevesinde AHP yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması gerçekleştirilmiş ardından ise PROMETHEE tekniği ile alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilmiştir (Yıldırım ve Önder, 2014).

Önder ve Yıldırım(2014) tarafından yapılan çalışmada lojistik köylerin alternatifleri değerlendirilmiştir. Çalışmada belirlenen 8 kriterin ağırlıklandırılması AHP yöntemi ile gerçekleştirilmiş ardından VİKOR yöntemi ile kriter ağılıklarından faydalanılarak alternatif olarak belirlenen 11 lojistik köy noktası sıralanmıştır (Önder ve Yıldırım, 2014).

Aksoy ve Özyörük(2015) tarafından yapılan çalışmada TCDD tarafından taşımacılık hizmetleri açısından lojistik köyler incelenmiştir. 12 ayrı noktada TCDD tarafından kurulması planlanan lojistik köyler mevcut durum, yük profili ve dağıtım ağı çerçevesinde doğrusal programlama ve 0-1 tamsayılı programlama ile değerlendirilmiştir (Aksoy ve Özyörük, 2015).

Rao ve Diğerleri(2015) tarafından yapılan çalışmada kentsel lojistik merkezleri yer seçiminde sürdürülebilirlik çerçevesinde incelenmiştir. Çalışmada ekonomik, sosyal

ve çevresel boyutlarda geliştirilen THOWA operatörü ile Bulanık TOPSİS yöntemi ile karşılaştırılmıştır (Rao vd., 2015).

Stevic ve Diğerleri(2015) tarafından yapılan çalışmada lojistik merkez noktalarının seçiminde 3 ana kriter ve 6 alt kriter etrafında AHP yöntemiyle 3 alternatif şehir değerlendirilmiştir (Stevic vd., 2015).

Bay ve Erol(2016) tarafından yapılan çalışmada işletmelerin lojistik köy algılarını ve beklentilerinin tespit edilmesi amacıyla anket çalışmalarıyla birlikte hipotez analizleri gerçekleştirilmiştir (Bay ve Erol, 2016).

Elgün ve Aşıkoğlu(2016) tarafından yapılan çalışmada lojistik köy kuruluş yeri seçiminde alternatiflerin TOPSİS yöntemi ile değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmede 7 alternatif il 4 ana kriter ve 22 alt kriter etrafında analizler yapılmıştır (Elgün ve Aşıkoğlu, 2016).

Özceylan ve Diğerleri(2016) tarafından yapılan çalışmada lojistik köylerin yerlerinin belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS), Analitik Ağ Süreci(ANP) ve TOPSİS yöntemleri kullanılarak 4 aşamalı bir değerlendirme süreci geliştirilmiştir. İlk aşamada mevcut literatür taraması ile 12 adet coğrafi kriter belirlenmiş, ikinci aşama ile kriterler etrafında CBS ile alternatif lokasyonlar tespit edilmiş, üçüncü aşamada ise ANP yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmış ve son aşamada ise ağırlıklı kriterlere göre en iyi alternatif TOPSİS yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Örnek uygulama olarak Ankara ilinde 20 adet lokasyonda gerçekleştirilmiştir (Özceylan vd., 2016).

Önden ve Diğerleri(2018) tarafından yapılan çalışmada ise Türkiye'de 19 adet lojistik merkezin uygunluk derecelerini değerlendirmek amacıyla Bulanık AHP ve CBS yöntemleri ile incelenmiştir. Yedi kriter çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmada mekânsal analizler gerçekleştirilmiş ve lojistik merkezlerin uygunlukları tespit edilmiştir (Önden vd., 2018).

Uyanık ve Diğerleri(2018) tarafından yapılan çalışmada ise lojistik merkezler ile ilgili yer seçimi problemlerini içeren çalışmalar hakkında literatür taraması gerçekleştirilmiştir. İki aşamada gerçekleştirilen çalışmada ilk aşamada problemin

çözümünde kullanılan modeller , ikinci aşamada ise değerlendirme sürecinde kullanılan kriterler gibi konuları içeren toplamda 35 çalışma incelenmiştir (Uyanık vd., 2018).

Hu ve Diğerleri(2019) tarafından yapılan çalışmada kentsel lojistik konusunda 1993 ve 2018 yılları arasında yapılmış olan çalışmalar hakkında literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 513 önemli çalışma sistematik ve tematik bir şekilde analiz edilmiştir (Hu vd., 2019).

Jamshidi ve Diğerleri(2019) tarafından yapılan çalışmada sürdürülebilir kentsel lojistik planlamasına yönelik araştırmalarda kullanılmak üzere olarak ÇKKV yöntemleri, kriterler ve alt kriterler hakkında mevcut çalışmalar incelenerek literatür taraması gerçekleştirilmiş ve değerlendirmelerde bulunulmuştur. Literatür taraması sonucunda en yaygın kullanılan yöntemin AHP olduğu tespit edilmiştir (Jamshidi vd., 2019).

Karaşan ve Kahraman(2019) tarafından yapılan çalışmada lojistik köy yer seçimine yönelik olarak bütünleşik bulanık karar modeli tabanlı bir metodoloji önerilmiştir. Önerilen metodoloji de üç aşamadan oluşmaktadır, ilk aşamada en etkili kriterleri ve iç-dış bağımlılıkları belirlemek adına DEMTAEL yöntemi, ikinci aşamada ise belirlenen kritelerin ağırlıklandırılması ANP yöntemiyle ve son aşamada ise en iyi alternatif yerin bulunması için TOPSİS yöntemi kullanılmıştır (Karaşan ve Kahraman, 2019).

Katsela ve Pålsson(2019) tarafından yapılan çalışmada kentsel lojistikte paydaş yönetimini desteklemek amacıyla AHP tabanlı çok kriterli karar verme modeli geliştirilmiştir. Kriter ve ağırlıkların belirlenmesi sürecinde paydaşlar ile anketler ve görüşmeler gerçekleştirilmiş ve alternatif hedefleri ve önem sıralaması işlemlerinde AHP kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir (Katsela ve Palsson, 2019).

Tabak ve Diğerleri(2019) tarafından yapılan çalışmada ise kombine taşımacılığın geliştirilmesi için lojistik merkezlerin optimum yer seçimine yönelik olarak bir yöntem önerilmiştir. Uzmanlarla ile yapılan anket çalışmaları sonunda belirlenen kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde KRİTİK-AHP yöntemi kullanılmış alternatiflerin değerlendirilmesinde ise VİKOR yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada örnek uygulamada 12 alternatif nokta 6 kriter üzerinden incelenmiştir (Tabak vd., 2019).

Aljohani ve Thompson(2020) tarafından yapılan çalışmada kentsel dağıtım merkezlerinin lokasyonlarının TOPSİS ve mekânsal analiz ile tespit edilmesi incelenmiştir. Çalışmada 20 alternatif nokta uzmanlarla yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlarla belirlenen 11 kriter çerçevesinde değerlendirilmiştir (Aljohani ve Thompson, 2020).

Çakmak ve Diğerleri(2021) tarafından yapılan çalışmada ise lojistik merkez noktalarının seçiminde CBS ve İkili Parçacık Sürü Optimizasyonu(BPSO) yöntemleri ile iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada CBS yardımıyla mekânsal analiz ve ağ analizi gerçekleştirilmiş, ikinci aşamada ise BPSO algoritması ile matematiksel model çözümlenmiştir (Çakmak vd., 2021).

Elden ve Özdemir(2021) tarafından yapılan çalışmada lojistik merkez noktalarının seçiminde Bulanık AHP, CBS ve Mekansal Analiz yöntemleri kullanılarak İstanbul'da 3 farklı nokta 4 ana kriter ve 11 alt kriter çerçevesinde değerlendirilmiştir. Literatürdeki mevcut ÇKKV ve optimizasyon yöntemlerine ek olarak karar verme süreçlerine mekânsal analiz sonuçlarının eklenmesiyle literatüre yeni bir metodoloji kazandırılmıştır (Elden ve Özdemir, 2021).

Feng ve Diğerleri(2021) tarafından yapılan çalışmada kentsel lojistikte son mil teslimat sorunlarını gidermek amacıyla tam doğrusal programlama ve genetik algoritma yöntemleri kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışma da müşteri hizmet seviyesini ve lojistik maliyetler göz önüne alınarak tam sayılı programlama modeli önerilmiş ardından Genetik Algoritma modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model 100 örnekle değerlendirilmiş ve geliştirilen Genetik Algoritma modelinin verimliliği yüksek bir çözüm olduğu gösterilmektedir (Feng vd., 2021).

Jung ve Diğerleri(2021) tarafından yapılan çalışmada ise biyoeczacılık lojistik merkezlerinin yer seçiminde etkili olan faktörler incelenmiş ve Bulanık AHP yöntemi ile değerlendirilmiştir. Kriterlerin ve kriter ağılıklarının belirlenebilmesi adına uzmanlarla anket ve mülakatlar gerçekleştirilmiş ardından belirlenen 3 ana kriter ve 11 alt kriter çerçevesinde örnek bir uygulama gerçekleştirilmiş (Jung vd., 2021).

Knoppen ve Diğerleri(2021) tarafından yapılan çalışmada kentsel lojistik politikaların geliştirmeye ve politikaları önceliklendirmeye yönelik bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Çalışmada paydaşlarla yapılan görüşmelerde politika öncelikleri belirlenmiş ve ardandan AHP yöntemi ile öncelik sıralaması belirlenmiştir (Knoppen vd., 2021).

Tablo 1. Literatür Taraması

Yazar	Yıl	Araştırmanın Konusu ve Amacı	Yöntem
Kayıkçı	2010	İntermodal lojistik merkezi yer seçimi problemlerinin çözümü adına çok kriterli ve çok katmanlı karar verme aşamalarından oluşan bir metodoloji	AHP, YSA
Elgün	2011	Uluslararası ticarette lojistik köylere uygun kuruluş yöntemi seçiminde kullanılacak yöntemin analizi	Literatür Taraması
Erkayman ve Diğerleri	2011	Lojistik merkez yer seçiminin 4 kriter altında incelenmesi	Bulanık TOPSİS
Li ve Diğerleri	2011	Lojistik merkez lokasyon seçimi için kapsamlı bir metodoloji önerilmesi	AFS,TOPSİS
Lindholm	2012	Yerel otoritelerin kentsel lojistik planlamasında karar alma problemlerinin araştırılması	Mülakat Tekniği ve Anket çalışması
Taniguchi ve Diğerleri	2012	Kentsel lojistik planlamasının pratik uygulamasını güçlendirmek için optimizasyon ve similasyon modellerinin analizi	Oyun teorisi
Demiroğlu ve Eleren	2014	Türkiye'de kurulması planlanan küresel ölçekli lojistik merkezlerin ÇKKV kullanılarak belirlenmesi	AHP ve PROMETHEE
Elevli	2014	Potansiyel lojistik merkez lokasyonları arasında seçim sıralaması yapılabilmesi için bir metodoloji geliştirilmesi	PROMETHEE
Sezen ve Gürsev	2014	Türkiye'de kurulması planlanan lojistik merkezlerin yönetim modellerinin analizi	Mülakat Tekniği ve Anket Çalışması
Yıldırım ve Önder	2014	Lojistik köy yer seçiminde belirle kriterler çerçevesinde ÇKVV yardımıyla en uygun yerin araştırılması	AHP ve PROMETHEE
Önder ve Yıldırım	2014	Lojistik köy yer seçiminde farklı alternatif lokasyonların sıralanması	AHP ve VİKOR
Aksoy ve Özyörük	2015	Lojistik köylerin önemi ve TCDD'nin planlanlan lojistik merkezlerindeki dağıtım ve optimizasyon	Doğrusal programlama, Tamsayılı programlama

		modelinin analizi	
Rao ve Diğerleri	2015	Sürdürülebilrlik ilkeleri kapsamında kentsel lojistik merkez seçiminin analizi	TOPSİS ve Ağırlıklı Ortalama
Stevic ve Diğerleri	2015	Lojistik merkez lokasyon seçimi	AHP
Bay ve Erol	2016	Organize Sanayi Bölgesinde yer alan firmaların lojistik köy/merkezden beklenti analizi	Anket çalışması, Hipotez Analizi
Elgün ve Aşıkoğlu	2016	Lojistik köylerin kuruluş yeri seçiminde Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinin analizi	TOPSİS
Özceylan ve Diğerleri	2016	Lojistik köylerin yer seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (GİS) ve çok kriterli karar alma yöntemleri kullanılarak yapılan analiz ve Ankara örneği	ANP, TOPSİS,CBS
Önden ve Diğerleri	2018	Mevcut Lojistik merkezlerin çeşitli kriterler altında en uygun olanın analizi	AHP, CBS
Uyanık ve Diğerleri	2018	Lojistik merkezler ile ilgili yer seçimi problemlerini içeren çalışmalar hakkında literatür taraması	Literatür Taraması
Hu ve Diğerleri	2019	Kentsel Lojistik stratejileri ve politikaları, yeşil tedarik zinciri ve yönetimi ve planlama gibi konular hakkında literatür çalışması gerçekleştirilmiş.	Literatür Taraması
Jamshidi ve Diğerleri	2019	Sürdürülebilir kentsel lojistik sistemleri kapsamında farklı kirterler açısından değerlendirlmesi	AHP
Karaşan ve Kahraman	2019	Lojistik köy yer seçimine yönelik olarak bütünleşik bulanık karar modeli tabanlı bir metodoloji geliştirilmesi	DEMATEL, ANP, TOPSİS
Katsela ve Pålsson	2019	Kentsel lojistikte paydaş yönetimini ve hedeflerini gerçekleştirmek adına çok kriterli karar verme yöntemleri ile analiz modeli sunmaktadır.	AHP
Tabak ve Diğerleri	2019	Kombine taşımacılığın geliştirilmesi için lojistik merkezlerin optimum yer seçimine yönelik olarak bir yöntem geliştirilmiştir.	KRİTİK,AHP,VİKOR
Aljohani ve Thompson	2020	Kentsel lojistik merkez yerlerinin seçiminde mekânsal değerlendirme kriterleri ile değerlendirilmesi	TOPSİS
Çakmak ve Diğerleri	2021	Lojistik merkez yer seçimi problemine ilişkin optimum yeri	CBS,BPSO

		aramaya yönelik mekânsal ve optimizasyon yöntemi ile analizi	
Önden ve Eldemir	2021	Lojistik merkezlerinin seçiminde ÇKKV yöntemleri ve CBS kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesi	AHP,CBS, Mekansal Analiz
Feng ve Diğerleri	2021	Kentsel lojistikte son kilometre teslimatına probleminin genetik algoritma ile analizi	G.A., Tamsayılı Doğrusal Programlama
Jung ve Diğerleri	2021	Mevcut Lojistik merkezler seçimlerinden yola çıkarak biyoeczacılık dağıtım merkezlerinin ihtiyaç duyulduğu noktaların belirlenmesine yönelik analiz	Bulanık AHP
Knoppen ve Diğerleri	2021	Kentsel lojistik politikalarının önceliklendirilmesine yönelik ÇKVV yöntemleriyle analiz edilmesi	AHP

BÖLÜM 2. LOJİSTİK VE KENTSEL LOJİSTİK

2.1. Lojistik

Lambert ve arkadaşlarına göre lojistik, geçmişte ilk kez organize olarak yapılan ticari alış-verişlere dayanan bir faaliyettir. Başlangıç olarak da 1900'lü yıllarda işletmelerin tarım ürünlerinin dağıtımında zaman ve yer faydaları sağlamak amacıyla yürüttüğü faaliyetler olarak belirtmektedir (Lambert vd., 1998).

Lojistik kelimesinin ilk kez kullanılması ise askeri alanda gerçekleşmiş ve "ordulara ait malzeme, teçhizat ve personellerin taşınması, bakımı ve yenilenmesi" hususunda askeri fonksiyonları bir bütün olarak belirlemek gayesiyle literatüre kazandırılmıştır (Bowersox ve Closs, 1996).

Lojistiğin askeri anlamda en kapsamlı ilk uygulaması ise 1991 yılında ABD tarafından Körfez savaşında gerçekleştirmiş olduğu, yarım milyon askeri personel ve yarım milyon askeri malzemenin Amerika kıtasından Asya kıtasına havayolu ve denizyolu modları ile naklinin gerçekleştirilmesi olarak kabul görmektedir (Christopher, 1998).

Lojistik kavramının kullanımı askeri alanda çok geçmişlere dayanmasına rağmen ticari anlamda kullanımı son yıllarda yaygınlaşmaktadır. Ticari anlamda ilk olarak nakliye hizmetleri olarak kullanılmakta iken son yıllarda artan hizmet çeşitliliği ve iş modelleri ile lojistik kavramını çeşitli tanımlar ortaya konulmuştur (Gümüş, 2012).

Lojistik hakkında yapılan çeşitli tanımlar şu şekildedir:

Novack ve Arkadaşları lojistiği, değer yaratarak müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ürün ve hizmetlerin ortaya çıkarılmasını sağlamak amacıyla kaynakların ve alt yapıların stratejik olarak yönetilmesiyle firmalar bünyesinde ve firmalar arasında mülkiyet, miktar, yer, zaman vb. faydalar yaratılması şeklinde tanımlamaktadır (Novack vd., 1992).

Ballou tarafından yapılan tanımda ise müşteri taleplerine uygun olarak bilgi ve üretimin gerçekleşmesi için gerekli olan hammadde, yardımcı ürün ve hizmetlerle alakalı

tüm planlama, depolama, kontrol etme ve maliyet süreçlerinin tümü olarak tanımlamaktadır (Ballou, 1992).

Christopher ise lojistiği, hammadde, yarı mamul ve nihai ürünler fiziksel akışları ve bunlarla ilgili bilgi akış süreçlerinin tedarik, taşıma ve depolama işlemleri süresince stratejik yönetimlerinin gerçekleştirilmesi ve maliyet etkin dağıtım faaliyetlerinin sağlanarak gelecekte kar maksimizasyonun arttırılması olarak tanımlamaktadır (Christopher, 1998).

Tunçbilek ise lojistiği, müşteri ihtiyaçlarına cevap verme adına doğru ürünü doğru hizmet yerine doğru zamanda ve en doğru koşullarda ulaştırmak olarak tanımlamaktadır (Tunçbilek, 2002).

Babacan tarafından yapılan tanımda ise lojistiği stratejik bir araç olarak kullanılması işletmeler arasındaki ilişkilerin düzenlenmesini sağlayarak bu ilişkileri etkili şekilde kullanan işletmeler için üretim, kalite, rekabet üstünlüğü, müşteri memnuniyeti ve pazar payında avantajlar elde etmesini sağlarken aynı zamanda da maliyetlerde azalmalar sağlayacağını belirtmiştir (Babacan, 2003).

Çancı ve Erdal tarafından yapılan tanımda, lojistiği müşteri hizmetlerini arttırmak adına planlama, organizasyon, koordinasyon ve kontrol süreçlerini taşıyarak firmaların varlığını sürdürülebilmesini sağlamak amacıyla maliyet, zaman, kalite ve hizmetlerini pazar dinamiklerine karşı dayanıklı hale getirmesi olarak tanımlamaktadırlar (Çancı ve Erdal, 2009).

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri topluluğu tarafından yapılan ve günümüzde en yaygın tanım olarak kabul edilen tanımda ise, lojistik; müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için hammadde ve ürünlerin başlangıç noktalarından tüketildiği son noktaya kadar tedarik zinciri içerisinde gerçekleştirilmekte olan malzeme, hizmet ve bilgi akışlarının etkili bir şekilde her iki yöndeki planlamaları, uygulamaları, hareketleri, depolanmaları ve kontrol edilme süreçlerinin tamamı olarak tanımlamaktadır (CSCMP, 2013).

2.1.1. Lojistik Yönetimi

Lojistik yönetimi, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için ürün, hizmet ve bilgi akışı süreçlerinin, ürünlerin üretildiği ilk noktadan tüketildiği son noktaya kadar gerçekleştirdiği hareketlerin etkili bir şekilde planlanmasını, uygulanmasını ve denetlenmesini kapsayan faaliyetler olarak tanımlanmaktadır (Lambert ve Stock, 1993).

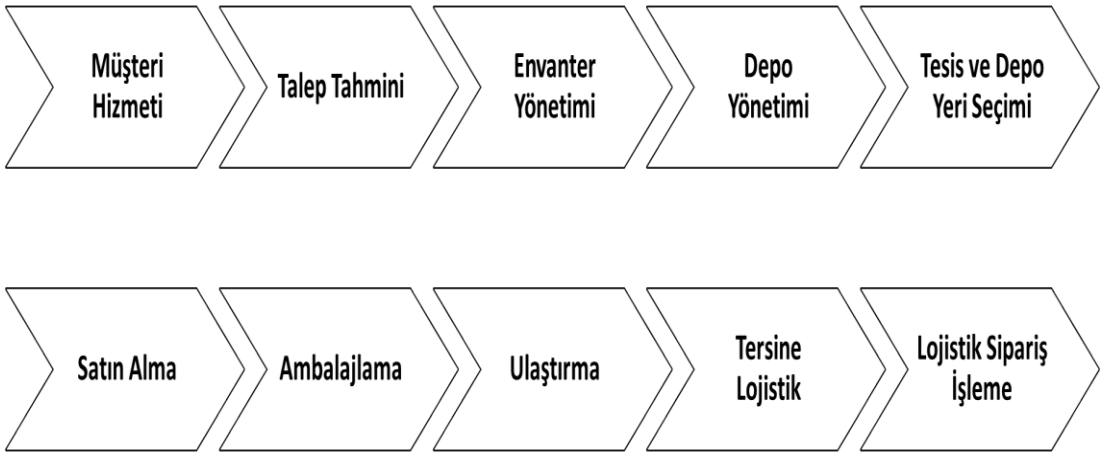
Lojistik yönetimi, lojistik faaliyetlerin ve süreçlerin bütünleşik bir yapı kazandırılarak etkili ve verimli şekilde gerçekleştirilmesini sağlaması adına ortaya çıkmış olan bir kavramdır. Lojistik yönetimi, tüketim merkezlerinde ihtiyaç duyulan ürün ve hizmetlerin üretim noktalarında başlayan taşınması, depolanması, sigortalanması, gümrüklenmesi ve dağıtılması süreçlerinin etkili ve verimli bir şekilde planlanması, yürütülmesi ve kontrolünün sağlanması faaliyetlerinin tümünü içermektedir (Cengiz, 2020).

2.1.2. Lojistik Faaliyetler

Lojistik faaliyetler; planlama, yönetme, koordinasyon sağlama ve kontrol gibi yönetim işlevlerini bünyesinde bulundurmaktadır. Lojistik faaliyetlerin ana hedefi, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmesi adına hizmet, kalite, zaman, maliyet vb. konularda işletmeler açısından önemli olan performans göstergelerini dikkate alarak hareket etmesini ifade etmektedir (Kayabaşı, 2007).

İşletmeler küresel rekabet ortamından ötürü kaliteli ve ekonomik ürünler üretmeye, daha iyi hizmet sunmaya ve ürünleri müşterilerin istediği yer ve zamanda teslim etme kriterleriyle pazarda öne çıkmaktadır. Bu nedenle lojistik faaliyetler işletmelerin pazarda etkin olmasında ve başarısında önemli rol oynamaktadır. Lojistik faaliyetler günümüzde rekabet gücünü doğrudan etkileyen bir performans unsuru olduğundan küresel rekabet ortamında işletmelerin öne çıkmasına katkı sağlamaktadır (Bilginer vd., 2008).

Lambert ve Arkadaşları başlangıç noktasından nihai tüketim noktasına kadar iş akışında gerçekleşen lojistik faaliyetleri şu şekilde belirtmektedir (Lambert vd., 1998).



Şekil 1. Temel Lojistik Faaliyetler
Kaynak: Lambert vd., 1998

Aşağıda Şekil 1'de gösterilen tüm faaliyetler sırasıyla açıklanmaktadır.

2.1.2.1. Müşteri Hizmeti

Müşteri hizmetleri lojistik faaliyetlerin önemli süreçlerinden biridir. Müşteri memnuniyeti ile küresel rekabet ortamında işletmeler diğer rakiplerine göre avantaj sağlama ve öne geçme imkanı sağlamaktadır.

Lojistik sisteminin en temel çıktısı müşteri hizmet düzeyi olarak kabul edilmektedir. Müşteri hizmet düzeyi, lojistik sistemlerinin performansını ölçen, müşteri sadakatini sağlayan ve potansiyel müşterilerin işletmeleri tercih etmesini sağlayan etkili bir araçtır. Bu yönüyle, bir işletmenin lojistik sistemine rekabetçi üstünlük sağlamasına neden olan temel bir araçtır (Tek ve Özgül, 2008).

Müşteri hizmetlerinin aldığı kararlar firmanın müşterileri ve çalışanları üzerinde doğrudan etkilidir ve lojistik unsurların nasıl yapılandırılacağını belirlerler. Müşteri ilişkileri pazarın güncel şartlarına göre düzenlenmelidir. Müşteri hizmetleri stratejisinin bağımlılık, zamanındalık, uygunluk, iletişim ve dürüstlük olmak üzere beş anahtar bileşeni vardır (Gourdin, 2002).

2.1.2.2. Talep Tahmini

Talep tahmini, müşterilerin gelecekte ihtiyaç duyacağı mal ve hizmetlerin üretiminden önce belirlenmesidir. İşletmelerin üretim, pazarlama ve lojistik bölümlerindeki operasyonel kararlarının alınmasında gelecekte ne kadar talep olacağının belirlenmesi önemli bir yer tutmaktadır (Stock ve Lambert, 2001).

Bir başka deyişle, gelecekteki mal ve hizmet talebinin belirlenmesi, tüm tahminlerin başlangıç noktasını oluşturması ve diğer tüm işletme faaliyetlerine temel girdiyi sağlaması bakımından talep tahmini önemli bir işlevi yerine getirmektedir (Doğan, 1998).

Talep tahminiyle birlikte müşterinin ilerleyen zamanlarda talep edeceği mal ve hizmetlere yönelik hazırlık yapılarak müşteri talebine zamanında ve eksiksiz olarak cevap verilmesi sağlanabilir. Zamanında ve doğru hizmet sağlamak müşteri memnuniyetini sağlayan önemli faktörlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.1.2.3. Envanter Yönetimi

Envanter yönetimi, lojistik faaliyetlerden önemli bileşenlerinden biri olup, genellikle envanter ve stok kavramları ile karıştırılmaktadır. Stok kavramı işletmenin bünyesinde bulunan mal ve hizmet üretilmesi için gerekli olan malzemenin fiziki acıdan varlığıyla ölçülür. Envanter ise daha geniş kapsamda kullanılmakta olup, stokların yanı sıra makine, ekipman vb. demirbaş malzemeleri de içerir ve genellikle parasal olarak ifade edilir (Erdir, 2013).

Stoklar kamu ve özel fark etmeksizin birçok kuruluş için ortak bir sorundur. Bu sorunu gidermek adına sosyo-ekonomik yapı, talebin karakteristiği, tedarik süresi, teslimat zamanı, üretim teknolojisi, müşteri hizmet düzeyi ve stok maliyeti gibi unsurlardan etkilendiğinden stok kontrol politikaları ve stok yönetimi ilkeleri geliştirilmektedir (Erdir, 2013).

Envanter yönetiminin temel amacı stok maliyetlerini azaltırken, müşteri taleplerini karşılayacak şekilde hizmet düzeyini sağlamak olarak tanımlanabilir.

2.1.2.4. Depo Yönetimi

Depolama, ürünlerin üretildiği üretim noktasında, nihai tüketim noktasında ve her iki nokta arasında işlemler esnasında depolanmasını sağlayan ve depolanan ürünlerin durumu, depolama koşulları vb. konularda bilgi akışının sağlanabildiği önemli bir lojistik fonksiyonudur (Lambert vd., 1998).

Lojistik faaliyetler sürecinde depolama gereksinimi şu şekilde ifade edilebilir (Ballou, 2004):

- Üretim ve lojistik maliyetlerini düşürmek,
- Arz ve talep arasında dengeyi sağlamak,
- Üretim sürecine destek vermek,
- Pazarlama sürecine katkı sağlamak.

Depolama faaliyetleri üretici ile tüketici arasında önemli bir ağ kurmaktadır. Öneminin anlaşılmasıyla birlikte, işletmelerin lojistik sistemi içinde önemli bir fonksiyon haline gelmiş; klasik depoculuk yerini modern "Dağıtım Depoculuğu" na bırakmıştır. Modern Dağıtım Depoculuğu, "ürünlerin maksimum yer ve zaman faydası yaratmak üzere gerçek zamanlı bilgiyle, depolarda minimum süre tutulmasını ve stok devir hızının arttırılmasını" amaçlamaktadır (Tek ve Özgül, 2008).

2.1.2.5. Tesis ve Depo Yeri Seçimi

Lojistik faaliyetlerin etkin bir şekilde sürdürülebilmesi adına lojistik tesis ve depo yeri seçimi önemli bir yer tutmaktadır. Tesis ve depo yatırımlarının ilk yatırım maliyetleri yüksek olması sebebiyle yer seçiminde çeşitli parametrelere dikkat edilerek en doğru kararın verilmesi gerekmektedir.

Tesis ve depo yeri büyüklüğü (kapasite büyüklüğü) bir kere belirlendikten sonra, gerektiğinde bunları belirli sınırlar içinde değiştirmek mümkündür. Ancak, elverişsiz bir alanda kurulan bir işletme, yönetime büyük bir maliyet öğesi olarak büyük zararlara yol açacak, kurulan işletmenin bir yerden başka bir yere aktarılmak istenmesi ise yine büyük harcamalara neden olacaktır (Doğan, 1998).

Depo yeri seçiminde, depoya ürünün nerelerden hangi sıklıkta ve hacimde geleceği; depolanan ürünün hangi bölgelere, hangi sıklıkta ve büyüklükte sevk edileceğine bakılarak, optimizasyon yöntemlerinden bir veya birkaçı birlikte kullanılarak depo yerinin konumuna karar vermelidir. Doğru yerde seçilecek depo işletmeden kaynaklanan maliyetleri en aza indirir.

2.1.2.6. Satın Alma

Bir işletmenin üretim için gereksinim duyduğu hammadde ve malzemenin tedariğinin sağlanması, gerekli olan girdilere zamanında ulaşılması ve tedarikçi firmalarla ilişkilerin düzenlenmesi satın alma sürecinin görevi olarak tanımlanmaktadır (Öz, 2011).

Yerinde bir satın alma için fiyattan çok maliyet unsuru önemlidir. Yetersizliklerine rağmen 'ekonomik sipariş miktarı' ve 'yeniden sipariş noktası', pratikte ve taşımacılık birleştirmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yetersizliklerin sebebi genellikle aşağıdaki varsayımlarla ilgilidir (Wanke ve Saliby, 2009);

- Talebin sabit ve sürekli talep olarak kabul edilmesi,
- Talebin yapısının normal olması ve teslimat süresi ile gecikme süresi,
- Talep ve teslimat süresi bağımsızlığı.

İyi bir satın alma yönetimi hammadde, yarı mamul, ürünün stok seviyesinin sıfıra inmesini engellerken, gereğinden fazla stok bulundurmaktan kaynaklanan maliyetleri de minimize etmektedir.

2.1.2.7. Ambalajlama

Ambalaj; ürün dizisindeki maddenin veya ürünün içine konulduğu kasa, palet, kap veya konteynerdir. Ürünün taşımasını, depolanmasını, satışını ve kullanımını kolaylaştıran, ileride kısmen veya tamamen atılabilecek veya geri dönüştürülebilecek bir malzemeyle kaplanması, sarılması ya da birleştirilmesidir (Tek, 1999).

2.1.2.8. Ulaştırma Yönetimi

Ulaştırma sistemini kara, deniz, demir, hava yolu ve boru hattı taşımacılığı olarak beş farklı türde ele almak mümkündür. Ayrıca birden fazla ulaşım sistemin bir arada kullanıldığı modlar arası (intermodal) taşımacılık ve tüm taşımacılık türlerinin kombinasyonun sağlandığı

çoklu (multimodal) taşımacılık yöntemleri bulunmaktadır. Tüm ulaşım türlerinin avantajlı ve dezavantajlı yönleri bulunmakla birlikte, taşınacak ürünün niteliği, teslimat süresi, müşteri hizmet düzeyi, maliyet beklentisi vb. kavramlar taşımacılık türünün seçilmesinde önemli etkenler olarak ortaya çıkmaktadır.

2.1.2.8.1. Karayolu Taşımacılığı

Hammadde, mamul, yarı mamul vb. eşyaların karayolu ağını kullanarak bir konumdan bir başka konuma lastik tekerlekli araçlar marifetiyle taşınması işini karayolu taşımacılığı olarak tanımlamak mümkündür. Aktarmasız olarak taşınması talep edilen kısa mesafeli yer değişikliği hareketlerinde genellikle karayolu taşımacılığı tercih edilir.

Çok geniş bir yol ağına sahip olmasından dolayı kapıdan kapıya yapılan taşımalarda, çok farklı konumları birbirine bağlamada yeteneği oldukça yüksektir. İlk yatırım maliyeti düşüktür. Bir seferde taşınabilecek yük miktarı demiryolu ve deniz yoluna göre çok daha azdır. Bu özelliği yüksek hacimli yük talebinde dezavantaj olarak görülmektedir.

Karayolu alt yapı yatırım maliyeti diğer ulaşım türlerine göre daha düşüktür. Bununla birlikte değişken maliyetleri oldukça yüksektir.

2.1.2.8.2. Demiryolu Taşımacılığı

Demiryolları taşımacılığı ray üstünde giden çekici ve vagonlardan oluşan taşımacılık türüdür. Yerleşim yerleri ve ülkeler arasındaki uzun mesafeli taşımalarda yararlanılır. Özellikle dökme, yığma türden hacimli, ağırlığı yüksek ve mali değeri düşük mallar taşınır. Mali değeri düşük bozulma, kırılma riski olmayan malların uzun mesafeli taşınmasında en ekonomik taşıma şeklidir (Tek ve Karaduman, 2012).

Enerji tüketimi maliyeti diğer modlara göre daha düşüktür. Kötü hava şartlarından etkilenme ihtimali azdır. Mesafe ve süre açısından fazla dayanıklı olmayan mallar için uygun değildir. Topoğrafya şekline bağlı olarak ulaşım ağı kurmakta zorluk yaşanabilir. Yükleme boşaltma zaman dilimi karayoluna göre nispeten daha kısıtlıdır (Tek ve Karaduman, 2012). Terminal noktalarındaki alt yapı yatırımları ve ekipman gereksinimlerinin maliyeti oldukça yüksektir (Bilgili, 2008).

2.1.2.8.3. Denizyolu Taşımacılığı

Deniz yolu taşımacılık tarihinde en eski nakliye yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Denizyolunu kullanarak yapılan taşımaların maliyeti karayolu ve demiryolunda yapılan taşımaya göre daha düşük seviyededir. Taşıma süreleri daha uzundur. Denizyolu taşımacılığında tankerler, kuru yük gemileri, dökme yük gemileri, RO-RO gemileri, RO-LA gemileri ve konteynır gemilerinden faydalanılır.

Denizyolu taşımacılığında dökme halde taşınabilen ve bozulma ihtimali düşük mallar için en ekonomik taşıma yoludur. Ton / km maliyeti diğer taşımacılık türlerine göre düşüktür. Hava kirliliğine etkisi düşük olduğu için çevreci bir ulaşım türüdür. Tek seferde yük taşıma kapasitesi oldukça yüksektir. Dezavantajları ise yavaş hareket ederler. Birim maliyeti düşük mallarda daha çok uygulanır ve çoğu kez zincirleme taşımacılık gerektirir. Kötü hava şartları kısmen etkili olabilir. Bazı bölgelere her mevsim hizmet verilmeyebilir. Ulaşım ağı kıyı limanlarla sınırlı olup her yere yanaşamaz, derinliği yüksek olan liman tesisleri gerektirir (Tek ve Karaduman, 2012).

2.1.2.8.4. Havayolu Taşımacılığı

Uçakların yaygın olarak kullanılmasıyla literatüre girmiş olan ulaşım türüdür. Maliyetinden dolayı tercih edilme oranı düşüktür. Teslimat süresi kritik olan mali ve stratejik değeri yüksek ürünlerin taşınması tercih edilir. Ürünlerin çok hızlı transferi ve depolama gereksiniminin düşük olması tercih nedeni olarak ortaya çıkmaktadır.

Havayolu taşımacılığında malın yapısı, ambalajı, uçağa teslim giderleri, nakliye süresinin kısalığından dolayı elde edilecek tasarruf, sigorta, alıcı ve satıcı için depolamadan sağlanacak tasarruf gibi noktalara dikkate alınarak tercih edilmesi uygundur (Aşıcı,1989).

2.1.2.8.5. Boru Hatları Taşımacılığı

Boru hatlarıyla sınırlı çeşitlilikte ürünün nakli mümkündür. Bu ürünler özellikle akışkanlık seviyesi yüksek ham petrol, petrol ürünleri, doğalgaz, su ve kimyasallar gibi ürünlerdir. Dağıtım planlamasına elverişli, uzmanlık gerektiren taşıma yöntemidir (Tek ve Karaduman, 2012). İlk yatırım maliyeti oldukça yüksektir. Kurulduktan sonra yüksek kapasitede ürün taşımasını düşük maliyetle yapmak mümkündür. Dezavantaj olarak güvenlik sorunu ortaya çıkmaktadır.

2.1.2.9. Tersine Lojistik

Lojistik sisteminde genellikle akış üreticiden son kullanıcı yönünde sağlanmaktadır. Bazı durumlarda ise ürünlerin müşterilerden tekrar üreticiye doğru ters yönde hareketi söz konusudur. Bu harekete tersine lojistik denir (Bloomberg vd., 2002).

İşletmelerin malzeme yönetiminde gözden kaçırmaması ve üzerinde planlama yapması gereken alanlardan biri de tersine lojistiktir. Artan parçaların, modası geçmiş malzemelerin düzenlenmesi ya da yeniden kullanılabilir hale getirilmesi; ürünlerin revizyonu ya da yeniden üretilmesiyle ilgili satın alma faaliyetleri; kusurlu ürünlerin iadesiyle ilgili faaliyetler tersine lojistik planlamasında organize edilir (Stock ve Lambert, 2001). Günümüzde birçok firma tersine lojistiğin öneminin yeni farkına varmaya başlamıştır.

2.1.2.10. Sipariş Kabul ve İşleme

Günümüzün iş şartları karmaşık ve kapsamlı olduğundan etkin bir sipariş yönetimi için uygun iletişim sistemleri ve iletişim sistemleri yönetimi bilgi ve becerisi gereklidir. Sipariş sürecinin etkin bir şekilde yürütülmesi maliyetleri ve müşteri tatminini doğrudan etkileyeceğinden, firmanın başarısı ve organizasyonların etkinliği üzerinde rol oynayan en önemli süreçlerden birisi sipariş yönetimi sürecidir.

2.2. Kentsel Lojistik

Dünyadaki şehirli nüfusun artışı ve kentlerdeki ticari, sınai faaliyetlerle kent yaşamının iç içe geçmesi, kentsel lojistik kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Şehirlerdeki ticari faaliyetlerin ve lojistik operasyonların şehir hareketliliğiyle ortak ulaşım alt yapısını kullanması kentlerde trafik sıkışıklığı, düşük hız, yüksek enerji tüketimi, gürültü, kazalar, uzayan ulaşım süreleri vb. problemleri beraberinde getirmektedir. Sanayi bölgeleri, gümrükler, limanlar, depolar, demiryolu terminalleri, tır kamyon parkları, dağıtım ve aktarma merkezleri, alışveriş merkezleri, şehir içi dağıtım lojistiği vb. unsurlar lojistik çekim noktalarını oluşturmaktadır.

Günümüzde kentler sürdürülebilir ekonomik kalkınma için gerekli olan ulaşım sistemleriyle yatırım ve ticaret alanında global bir rekabet içindelerdir. Bu nedenle verimli ve çevre dostu lojistik sistemler, kentlerin ekonomik gelişmişlik anlamında rekabet edebilirliğine katkı sağlamaktadır (Taniguchi vd., 2001).

Kentsel lojistik faaliyetleri; titreşim, gürültü, hava kirliliği, trafikte kalma süresinin uzaması, trafik sıkışıklıklarının yaşanması, olumsuz çevresel koşullar, yakıt sarfiyatının artması, bakım-onarım giderleri ve nitelikli işgücü yetersizliği gibi pek çok sorunla karşı karşıyadır. Bu sorunları çözmek üzere, 90'lı yıllarda başlayan ve "Kentsel Lojistik" (city logistics, urban logistics, urban freight transport) adı verilen yeni bir alan ortaya çıkmıştır. Kentsel lojistik, kenti ilgilendiren tüm lojistik faaliyetlerden oluşan bir bütün olup, aynı zamanda önemli bir istihdam alanıdır (LODER, 2008).

Witkowski ve Janiak'a (2012) göre kentsel lojistik kent sınırları içerisinde gerçekleşen lojistik süreçlerin planlanması, koordine edilmesi ve kontrolüne odaklanır. Malların ve bireylerin ve bilginin, maliyetleri optimize edecek, sıkışıklığı azaltacak ve yaşam kalitesini arttıracak şekilde fiziksel hareketiyle ilgilenir (Witkowski ve Janiak, 2012).

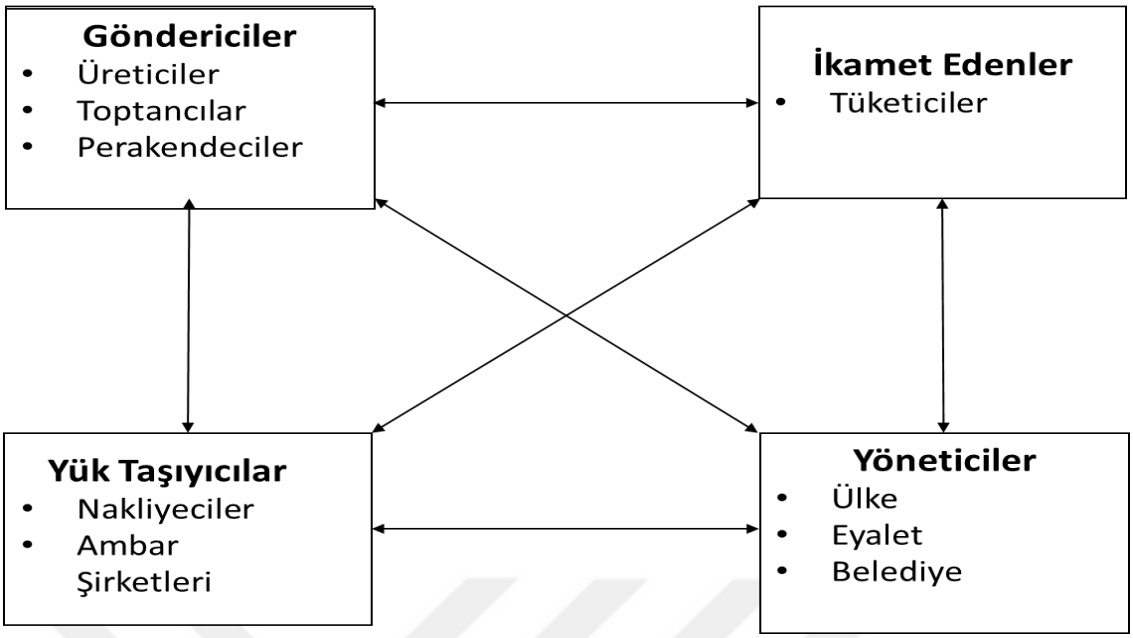
2.2.1. Kentsel Lojistik Tarafları

Kentsel lojistiğin planlamasında, alınacak her türlü karar ve düzenlemelerde kent içi lojistik unsurları tümü dikkate alınmalıdır. Kentsel lojistik faaliyetlerinin başarısında tüm tarafların uyum içinde çalışması kritik önemdedir.

Verimli çalışma koşulları sağlayamayan, etkin olmayan kentsel lojistik faaliyetleri, iç ve dış çevresindeki tüm aktörleri etkileyeceğinden, kentsel lojistik paydaşlarını tanımak kentsel lojistiğin etkinliğinin ve verimliliğinin sağlanması açısından önemlidir.

Taniguchi ve arkadaşlarına göre kentsel lojistikte 4 paydaş bulunmaktadır ve bunlar Şekil 2 'de gösterilmektedir (Taniguchi vd., 2001).

1. Göndericiler
2. Yük taşıyıcılar
3. İkamet edenler
4. Yöneticiler / idareciler



Şekil 2. Kentsel Lojistiğin Paydaşları
Kaynak: Taniguchi vd., 2001

Göndericiler, tüketicilere ya da başka firmalara ürün gönderen ya da onlardan ürün alan taşıyıcıların müşterileri olarak tanımlanır. Göndericiler için ürünün taşıma maliyeti, zamanında ve doğru teslimat, ürünün hasar görmemesi, güvenilirlik gibi tüketici memnuniyetini artıracak unsurlar çok önemlidir. Tam zamanında üretim (Just In Time-JIT) vb. üretim sistemleri depolamayı minimize ettiği için belli zaman aralıklarında, küçük partilerde ve sık teslimat kritik hale gelmiştir. Tüketicilerin yüksek hizmet seviyesi gerektiren taşıma talepleri güvenilirliği ön plana çıkarmaktadır.

Yük taşıyıcılar, müşteriden ürünün yüklenmesi, taşınması, kısa süreli depolanması, teslimatı vb. hizmetlerden kaynaklanan maliyetleri minimize etmeye çalışırken müşteri hizmet düzeyini de maksimize etmeye çalışmaktadır. Maliyetleri minimize etme isteği kimi zaman müşteri hizmet düzeyini olumsuz etkileyeceği için müşteri baskısını da beraberinde getirecektir. Şehir içi lojistik operasyonlarında trafik sıkışıklığından kaynaklanan teslimat zamanının gecikme riski, sevkiyat planlama açısından olumsuz bir durum oluşturmaktadır.

Tüketiciler, şehirde yaşayan ve kentsel lojistik talebini oluşturan kişilerdir. Tüketiciler, alışveriş, kargo teslimatları vb. nedenlerle yük araçlarının dolaşım talebini oluştursa da kentsel lojistikten kaynaklanan trafik sıkışıklığı, gürültü, titreşim, hava kirliliği unsurlarına karşı çıkarlar. Alışveriş merkezleri, çarşılar ve işyerleri ürünleri onlar için uygun zaman diliminde

teslim almak isterken; yükleme boşaltma, yük araçlarının dolaşımı, trafiği olumsuz etkiler ve bu istekler birbiriyle çelişir.

Merkezi idare ve yerel yönetimler, şehirlerde istihdamın artmasını, ekonominin gelişimini ve sürdürülebilir olmasını beklerken; trafik sıkışıklığı, gürültü, çevre kirliliği, titreşim gibi şehrin yaşanabilirlik seviyesini olumsuz etkileyecek parametreleri minimize ederek vatandaş memnuniyetini üst düzeyde sağlamak istemektedir. Şehir yönetimleri, kentin yaşam kalitesi ve ekonomik hayatın canlı tutulması arasındaki hassas dengeyi sağlayacak kararları almak durumundadır.

2.2.2. Kentsel Lojistik Hedefleri

Taniguchi'ye göre kentsel lojistik hedeflerine ulaşmak için dört kritik parametre yer almaktadır. Aynı zamanda şehrin yaşam kalitesine olum ya da olumsuz yönde etki eden bu göstergeler; hareketlilik, sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik ve dirençlilik olarak karşımıza çıkmaktadır (Taniguchi vd., 2013). İyi bir kentsel lojistik planlaması ölçek ekonomisi kapsamında bu hedeflere optimum düzeyde ulaşmaya çalışır. Günümüzde tercih edilebilir ve rekabetçi şehirleri değerlendirmede bu dört kavramın sağladığı değerler dikkate alınmaya başlamıştır.

Şekil 3'de görüldüğü üzere hareketlilik, sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik ve dirençlilik kentsel lojistik hedeflerinin ölçümlenmesini sağlayan; küresel rekabet gücü, verimlilik, trafik sıkışıklığını azaltma, emniyet, güvenlik, çevre koruma, enerji tasarrufu ve istihdam alt bileşenlerinin ilişkisini göstermektedir.



Şekil 3. Kentsel Lojistik Vizyonu
Kaynak: Taniguchi vd., 2013

2.2.2.1. Hareketlilik (Mobilite)

Şehirlerin sürdürülebilir büyümesi için yük taşımacılığı önemli bir yere sahiptir. Fakat kentsel ulaşım planlamasında önemi genelde gözden kaçmaktadır. Kentsel trafik problemlerinin çözümünde şehir yönetimleri tarafından yaya hareketleri, yük taşımacılığından daha büyük bir öneme sahip gibi algılanmaktadır.

Hareketlilik(mobilite), kent içinde insan ve yük hareketlerinin kolaylığı olarak tanımlanmaktadır. Kişisel seyahatlerde hareket kolaylığının önemli bir yeri olsa da yerel ekonomik gelişme ve günlük yaşamın daha kaliteli olması, kentsel alanlarda ürünlerin verimli taşınmasına bağlıdır. Bu yüzden yük araçlarının hareketliğinin sağlanması bir gereksinimdir (Taniguchi vd., 2003).

Kentsel alanlardaki yük taşımacılık karakteri, şehirlerarası yük taşımacılığından farklıdır. Kentsel yük taşımacılığının özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Taniguchi vd., 2003):

- Küçük miktarlarda sık teslimat,
- Taşıma araçlarında kapasite kullanımının düşüklüğü,
- Zaman aralıklarında teslimatlar,
- Yol üzerinde park etme.

Kentsel yük taşımacılığının öne çıkan trendlerinden biri de tedarik zinciri yönetimi kapsamında teslimatların kontrol edilmesidir. Tam zamanında üretim (Just in time) konsepti, otomotiv endüstrisinin üretim sistemlerini desteklemek amacıyla, Toyota tarafından montaj hatlarına hammadde ve yarı mamul tedarikindeki fazla depolamayı azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Tam Zamanında Üretim teslimat konsepti, daha iyi stok kontrol ve maliyet azaltmaya elvermesi sebebiyle birçok endüstride kullanılmaya başlanmıştır. Bunun sonucunda, teslimatlar yük araçları tarafından birden çok seferde daha sık olarak yapılmaya başlanmış ve bu da teslimat miktarlarının giderek küçülmesine neden olmuştur. Az miktarda ve çok seferde teslimat şehirlerde daha fazla araç dolaşımına sebep olmaktadır.

OECD'nin kentsel taşıma çalışma grubu, araçlarının %30'unun kapasitesinin %25 altında ve %50'sinin ise kapasitesinin %50 altında taşıma yaptığını tahmin etmektedir. Bunun sebepleri arasında, özel müşterilere daha iyi hizmet sunabilmek için günlük bazda küçük miktarlarda sık teslimat yapan çok sayıda özel aracın kullanılması bulunmaktadır.

Şehir merkezlerinde yükleme/boşaltma için park alanı eksikliği göze batmaktadır. Kontrollerin yeterince katı olmadığı bazı Avrupa ülkelerinde yapılan araştırmalara göre, yasal olmayan park yüzdesi, %65-70'lere ulaşmaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen Bursa şehrinde yasal olmayan parklar trafik güvenliği ve sıkışıklık açısından ciddi sorunlara yol açmaktadır.

Tam zamanında üretim gibi teslimat sistemleri sebebiyle, kentsel yük taşımada ürünlerin teslimatında güvenilebilirlik çok önemli hale gelmiştir. Bu da yük taşıyıcılarının müşterilere belirlenmiş zaman aralıklarında teslimat yapmalarını zorunlu hale getirmiştir. Bu keskin zaman aralıkları da daha küçük parti büyüklüğüne sahip sevkiyatların daha sık olarak teslim edilmesine neden olmuştur. Aynı şekilde şehir yönetimlerinin belirli güzergah ve bölgelerde yük araçlarının hareket ve indirme bindirme işlemine izin vermemesi, teslimat zaman aralıklarını daraltmaktadır.

Trafik sıkışıklığı gelişmiş şehirler için olduğu kadar gelişmekte olan şehirler için de önemli bir sorun haline gelmektedir. Metropol şehirlerin kentsel alanları içindeki hızlar, 10-30km/saat aralığındadır. Kentsel lojistik, birçok gelişmiş şehirde, toplam trafik hacminin %20-30'unu oluşturmaktadır. Yük araçları, binek araçlara göre kent içinde daha uzun mesafe kat etmektedir. Büyük şehirlerde kent içinde kat edilen toplam mesafenin yaklaşık %40'ı yük taşıyan araçlar tarafından yapılmaktadır. Bu da yük araçlarının araç başına kat ettiği mesafenin, binek araçlara göre daha fazla olması demektir.

Büyük şehirlerde trafik sıkışıklığının yüksek seviyelerde olması hareketliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Yetersiz ulaşım altyapısı, zirve saatlerde çok sayıda aracın trafikte olması, işyerlerinin açılış saatlerinin aynı zaman dilimlerinde olması, kentsel lojistik teslimatlarının belirli zaman diliminde yapılması, ticari araçlar ile özel araçlarım aynı yol altyapısını kullanması, şehirlerdeki arazi kullanımı kararlarındaki yanlışlıklar vb. nedenler kentsel trafik sıkışıklığına sebep olmaktadır.

Yük taşıyıcıları, genelde trafik sıkışıkları sebebiyle kentsel yollarda araçlarını işletirken birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Bu da daha küçük ürün sevkiyatında kamyonların eksik kapasiteli kullanımına sebep olmaktadır. Kamyonlar, belirlenen zamandan daha önce müşteriye ulaşırlarsa, teslimat noktasının yakınında beklemek zorunda kalmaktadır.

Erişebilirlik, hareketliliğin bir fonksiyonudur. Nakliye sistemlerinin güvenilirliği, bir yerden başka bir yere başarılı bir şekilde ulaşma olasılığını olarak tanımlanır. Erişebilirlik ve güvenilirlik değerlerinin düşmesi, servis seviyelerinin ve yük taşımacılığının etkinliğinin de düşmesine neden olur.

2.2.2.2. Yaşanabilirlik

Yaşanabilirlik, yaşanan hayatın kalitesi ile ilgilidir, bireyin hayat döngüsü içinde yaşadığı ve karşılaştığı koşulların değerlendirmesini içerir. Ortamın sadece fiziksel özellikleri ile değil aynı zamanda sosyal boyutlarını da değerlendirir. Daha geniş bir bakış açısında, yaşanabilirlik, bir şehrin çevresini değerlendirmeyi içerir. Yaşanabilirlik, güvenlik, huzur ve çekicilik gibi maddi olmayan birçok faktörü içeren konfor derecesi ile ilgilidir (Taniguchi vd., 2003).

Bir şehrin yaşanabilirlik seviyesini belirlemek için; politik, sosyal, çevresel, finansal, ekonomik koşullar, kişisel güvenlik, eğitim, sağlık hizmetleri, ev hizmetleri, sosyal hizmetler, alışveriş ve seyahat vb. parametreler kullanılmaktadır.

Hava kalitesi ve trafik sıkışıklığı genelde yaşanabilirlik ölçümlerinde değerlendirilir. Yük hareketlerine bağlı olarak hava kirliliği, gürültü kazalar ve titreşim, yaşanılabilir şehirleri etkileyen önemli faktörlerdir. Karayolu trafiği, kentsel alanlarda tipik olarak en önemli gürültü kirliliği kaynağıdır. Gürültü istatistiklerinin yorumlanması genellikle zordur ve her zaman doğrudan rahatsızlık ve endişe ile bağlantılı değildir (Taniguchi vd., 2003).

Günümüzde şehirler, sosyal, ekonomik ve kültürel gelişme, sosyalleşme, eğitim, insan ilişkileri vb. nedenlerle büyüme göstermiştir. Şehirleşmedeki gelişmeye bağlı olarak, gelecekteki birçok kişinin hayat kalitesi, şehirdeki hayatın kalitesi ile belirlenecektir. Ancak şehirlerin sunduğu fırsatlarla birlikte yaşanan hızlı nüfus artışı, yaşanabilirlik seviyesini olumsuz etkilemektedir.

Hem yaşanabilirlik hem ekonomik gelişme, sürdürülebilir şehirler için gereklidir. Şehirler, ekonomik üretim ve tüketim merkezleri olarak değerlendirilmektedir ancak kentsel alanların sosyal, ekonomik, kültürel, fiziksel, politik ve çevresel özellikleri de vardır. Şehirlerdeki yaşanabilirliği geliştirmek için yapılan planlamalarda tüm unsurların birbiriyle ilişkili olduğu ve birinde yapılan düzenlemenin diğer unsurları da etkileyeceği dikkate alınmalıdır.

Trafik gürültüsü, birçok şehirde giderek rahatsızlık veren bir faktör haline gelmektedir. Birçok şehrin sakinleri, yük araçlarından oluşan yüksek gürültü ve titreşim seviyesine maruz kalmaktadır. Aşırı gürültü seviyeleri genelde, motorlardan, egzoz, lastik-kaldırım sürtünmelerinden ve yük sarsılmalarından kaynaklanmaktadır. Stres, sinirlilik ve diğer rahatsızlıklar, yük araçlarından kaynaklı gürültülere bağlanabilir. Gece teslimatları veya yük yoğunluğunun belirli saatlere dağıtılması trafik sıkışıklığı açısından olumlu katkıları olmakla birlikte, gürültü kirliliği gibi olumsuz etkilere neden olabilir.

Çağdaş planlama, önemli paydaşlar arasında ortaklıklar oluşturulmasına dayanır. Kent idareleri, şehir içi yük hareketlerinin etkisini azaltmak için sadece kuralcı

düzenlemelere dayanmamalı aynı zamanda verimli ortaklıklar da kurmalıdır. Şirketler, yerel yönetimler ve sivil toplum örgütleri arasında gerçekleştirilecek verimli iş birliği, kentsel alanlardaki yük kaynaklı problemlerin çözülmesine önemli katkıda bulunacaktır.

Kentsel alanlarda yaşanabilirlik değerini arttırmak için uygulanabilecek çok sayıda faaliyet ve düzenleme vardır. Ulaşım Koordinasyon Kurulları tarafından düşük emisyonlu araçların kullanımı zorunlu hale getirilebilir, şehir içinde yük taşıma güzergahları belirlenebilir, teslimatların trafik yoğunluğunun düşük olduğu saatlerde yapılması sağlanabilir, daha akıllı yük taşıma sistemlerinin geliştirilmesi için yeni bilgi bazlı teknolojiler uygulanabilir. Kentsel dağıtım merkezlerinin kurulumu teşvik edilerek araç doluluk oranları artırılıp, yük araçlarının kent içinde kat ettikleri toplam mesafe azaltılabilir. Motorsuz taşıma araçları şehir merkezleri ve evler arasındaki etkin taşıma yapabilir. Metro gibi kamusal taşıma sistemleri, yük taşımaya uygun hale getirilebilir. Şehir yönetimleri tarafından alınacak bu önlemler yaşanabilirliği olumlu yönde etkileyecektir.

2.2.2.3. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilir şehirler için kentsel lojistik önlemlerini uygularken, çevresel konular ve enerjin korunması değerlendirme içine alınmalıdır. Gürültü, çevre kirliliği, titreşim ve görsel rahatsızlık, yük araçları ile ilgili çevresel problemlerin başlıca faktörlerindendir. Kentsel ürün teslimatı esnasında kullanılan ticari araçların faaliyetleri sırasında yakıt tüketiminin minimize edilmesi çok önemlidir. Verimlilik, çevre dostu olma ve enerji koruma faktörlerinin bir arada değerlendirilmesi, kentsel alanlarda sürdürülebilir büyümenin sağlanması için çok önemlidir. Bölüm 2.2.1'de açıklandığı üzere kentsel lojistiğin göndericiler, alıcılar, hizmet sağlayıcılar ve kamu idareleri olmak üzere dört tarafı vardır. Bu dört paydaşın kendilerine özgü hedefleri vardır ve hepsi farklı bir şekilde davranmaya meyillidir. Dolayısıyla kentsel lojistik önlemleri, bütün tarafların amaçlarına hitap edecek şekilde düzenlenmelidir (Taniguchi vd., 2003).

Sürdürülebilirliğin sağlanmasında Akıllı Ulaşım Sitemlerinin (ITS) kullanılması göndericilerin ve yük taşıyıcılarının lojistik maliyetlerini düşürmelerini sağlamasıyla birlikte, zehirli gaz emisyonlarını azaltarak çevreye verdikleri zararları azaltmalarına olanak sağlamaktadır. Hem geçmiş hem de gerçek zamanlı seyahat bilgileri kullanılarak araç rotalama ve çizelgeleme planlamaları geliştirilebilir. Bu metot yük araçlarının müşteriye ulaşma sırasını ve güzergahını optimize ederek yük taşıyıcılarının maliyetlerini azaltmada etkindir. Sonuç olarak bu planlama metotları, toplam seyahat süresini ve kullanılan araç sayısının azaltılmasını sağlar.

2.2.2.4. Dirençlilik

Günümüzde, doğal afetler, savaşlar ve insan eliyle yaşanan teknik aksaklıklar sonucunda oluşan tehditler nedeniyle şehirlerin dayanıklılığı önemli hale gelmiştir. Bu tür olaylar sonrasında hızlı bir şekilde normale dönüşü sağlamak için doğal afetler, savaşlar ve insan eliyle oluşan teknik hasarların oluşturduğu hasarı gidermek için şehirlerin altyapısı iyileştirilmeli ve beklenmeyen durumlara karşı dayanıklı hale getirilmelidir (Taniguchi vd., 2013).

Kentsel lojistik, şehrin dayanıklılık düzeyinin artırılmasına katkıda bulunabilir; şehirlerin emniyetli, güvenli, verimli ve yaşam kalitesi yüksek olmasını sağlayabilir. Bunun için şehir yönetimlerinin iyi bir afet lojistiği planının yapılması gereklidir. Beklenmeyen durumlarda şehir lojistiğinin hangi güzergahları kullanacağı, depolamaların nerelerde yapılacağı, hangi ulaşım türlerinin alternatif olarak kullanılacağı, trafik sıkışıklığının nasıl üstesinden gelineceği, malzeme akışının nasıl sağlanacağı vb. senaryolarda nasıl önlemler alınacağı iyi planlanmalı ve olası tüm senaryolar değerlendirilerek gerekli altyapı yatırımları yapılmalıdır. Alınacak her bir önlem şehrin direnç düzeyine katkı sağlayacaktır.

2.2.3. Kentsel Lojistik Planlaması

Kentsel lojistik planlaması; kent içi lojistiğe bağlı tüm unsurların, lojistik hizmetini, daha kısa mesafede, daha hızlı, daha düşük maliyetle, daha kaliteli ve hatasız sunabilmesi için gerekli alt yapı ve düzenlemelerin sağlanmasını sağlayacak iş ve işlemlerin bütünü olarak tanımlanabilir. Kentin bölgesel ve uluslararası rekabette avantajlı hale gelmesi için lojistik unsurların koordinasyonunu sağlar. Kent içi lojistik

hareketliliği, trafik yoğunluğunu etkilemeyecek şekilde mekânsal planlama yapılmasını, sektörün gelişimi ve istihdam sağlanması konularında düzenlemede bulunur.

Kentsel lojistik planlamasının bir başka tarafı ise lojistik unsurların kentle olan bağının düzenlenmesi ve kurulan bu bağın sürdürülebilir, yaşanabilir, dirençli ve haraketliliğe olanak sağlayacak şekilde sosyal ve kültürel boyutlarıyla bir bütün olarak yorumlar (Taniguchi vd. 2000).

2.2.4. Kentsel Lojistikte Yerel Yönetim Uygulamaları

Kentsel lojistik planlamasında yerel yönetimlerin etkisi oldukça fazladır. Kent yönetimi yaşanabilir, sürdürülebilir ve hareketliliğe imkan veren bir ulaşım alt yapısı sağlarken, insan ve yük hareketliliğini dikkate alarak planlama yapmak durumundadır. Kent içi lojistik hareketlilik trafik yoğunluğunu, gürültü, hava kirliliği vb. değerleri olumsuz etkilemektedir. İyi bir yerel yönetim planlaması kent içi lojistik operasyonlara imkan verirken, yaşam kalitesine olan olumsuz etkilerini minimize etme amacı taşımaktadır.

2.2.4.1. Lojistik Güzergahların Oluşturulması

Sürdürülebilir kent ekonomisinin gerekliliklerini yerine getirmek üzere, ticari ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan yük akışının kesintisiz olarak sağlanması gerekmektedir. Şehirlerdeki yük akışı belirli bir düzen dahilinde sağlanırken, insan hareketlerine etkisi minimize edilmelidir.

Lojistik hizmeti sağlayan tır kamyon ve kamyonetlerin sanayi bölgelerine, gümrüklere, depolara, alışveriş merkezlerine, tarihi ve turistik bölgelere, şehir merkezine hangi güzergahları kullanarak ulaşacaklarının belirlenmesi gerekmektedir.

Ağır tonajlı tır ve kamyonların şehrin çeperinde oluşturulan yüksek kapasiteli otoyolları kullanarak hedef noktalarına ulaşmaları, şehir merkezlerine mümkün olduğunca girmemeleri sağlanmalıdır.

Şehir merkezine ve insan yoğun bölgelere gidecek yüklerin aktarma merkezlerinde daha küçük boyutlardaki kamyonetlere aktarılarak taşınması sağlanmalıdır.

Şehir yönetimleri tarafından lojistik güzergahlar belirlenirken yük üreten sanayi bölgelerine, lojistik merkezlere, limanlara, şehirlerarası geçişlere olanak sağlayacak şekilde ana arter vasfındaki yolların ve ana arterleri birbirine bağlayacak ara bağlantıların lojistik güzergah olarak belirlenmesi elzemdir. Lojistik güzergah olarak seçilecek ana arterler belirlenirken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Şerit genişliği en az 3,50 metre ve üzerinde olmalıdır,
- Güzergah üzerindeki kavşak alanlarının dönüş yarı çapları yük araçlarının dönüş manevrasına uygun olmalıdır,
- Güzergah üzerindeki köprü ve tüneller yük araçlarının yükseklik ve ağırlığına uygun olarak tasarlanmalıdır,
- Arazi yapısına uygun olarak tasarlanmış düşük eğimli yollar tercih edilmelidir,
- Keskin viraj ve dönüş içeren yollar tercih edilmemelidir.

Lojistik güzergahların planlama aşamasında çalışma gurupları oluşturularak Sanayi Bölgeleri yönetimleri, Ticaret ve Sanayi Odaları, lojistik hizmet sağlayıcılar, Kolluk Kuvvetleri (Emniyet, Jandarma, Zabıta), STK'lar ve diğer ilgili kurumlar sürece dahil edilmelidir. Güzergah çalışmaları tamamlandıktan sonra Ulaşım koordinasyon Merkezi (UKOME) Kararı alınarak uygulamaya geçilmelidir.

Lojistik güzergahların uygulanması aşamasında kullanıcıların karara uyum sağlaması, denetim ve ceza süreçlerinden dolayı olumsuzlukların yaşanmaması için gerekli bilgilendirmelerin yapılması çok önemlidir. Lojistik güzergahların bilgilendirilmesini sağlamak amacıyla;

- Lojistik güzergahların ve yasaklı yolların başladığı noktaların öncesinde Baş üstü tabelaları, yönlendirme tabelaları ve yatay işaretlemelerle bilgilendirme yapılmalıdır,
- Değişken Mesaj İşaretleri (Variable Massage Sing-VMS) ile lojistik güzergahlar öncesinde sürekli bilgilendirme yapılmalıdır,
- Lojistik güzergahların, yükleme boşaltma alanların, yasaklı bölgelerin bulunduğu haritalar ilgili web sitelerinde yayınlanmalıdır,
- Lojistik şirketleri, kooperatifler, lojistik merkezler, limanlar, aktarma merkezleri, tır kamyon parkları vb. lojistik odaklara güncel lojistik bilgilerin bulunduğu haritalar basılarak dağıtılmalıdır.

2.2.4.2. Yasak Saat ve Araçların Belirlenmesi

Kent yönetimleri tarafından, belirli bir zaman diliminde, belirli bir ağırlığın, boyutun ya da dingil sayısının üzerindeki araçların, belirli bir yola ya da bölgeye giriş yapmasını engelleyecek kararlar alınabilmektedir. Bu kararların alınma amacı özellikle iş ve eğitim amaçlı yolculuk talebinin zirve yaptığı saat dilimlerinde (06:00 – 10:00 ve 16:00 – 20:00) trafik sıkışıklığını azaltma ve yol güvenliğini sağlama eğilimini taşımaktadır.

Belirli bir yolda ya da kentsel alanda yük taşıtlarının zaman düzenlemeleri iki şekilde uygulanması mümkündür (Allen vd. 2007):

- Araç erişimiyle ilgili zaman düzenlemeleri,
- Araç yükleme ile ilgili zaman düzenlemeleri.

Kentsel mal taşımacılığı için erişim süresi düzenlemeleri, şehir yönetimleri tarafından kentsel mal taşımacılığını etkilemek için kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir. Araçların günün belirli saatlerinde bir yola veya alana girmesini önlemek için erişim süresi düzenlemeleri kullanılabilir. Tüm karayolu taşıtlarına veya sadece yük taşıtlarına uygulanabilirler. Bu düzenlemeler genellikle karayolu trafiğine karşı çok hassas olduğu yayalaştırılmış bölgeler, tarihi ve turistik alanlar, çarşılar vb. bölgelerdeki yollara veya alanlara uygulanır. Örnek yönlendirmeler Şekil 4'de gösterilmektedir.



Şekil 4. Kentsel Lojistik Zaman Kısıtları Bilgilendirme Tabelaları
Kaynak: Allen vd., 2007

Yük indirme bindirme zamanlarına ilişkin düzenlemeler yine yaya hareketinin yoğun olduğu ve duraklamalardan kaynaklanan trafik sıkışıklığının yaşandığı merkezi iş alanlarında, trafik güvenliğini sağlamak ve sıkışıklığı azaltmak amacıyla yük indirme bindirme kısıtlamaları yapılması mümkündür.

Düşük Emisyon Bölgeleri (Light Emision Zone- LEZ); yalnızca belirli bir emisyon değerinin altındaki çevreci araçların geçişine izin verilen bölgelerdir. Hava kalitesini artırmak, gürültüyü azaltmak daha yaşanabilir bölgeler oluşturmak amacıyla uygulanmaktadır. Avrupa'da Londra, Stockholm, Roma, Madrid, Kopenhag gibi birçok şehirde başarılı örnekleri bulunmaktadır. LEZ uygulamalarıyla birlikte kentsel dağıtım operasyonlarında daha çevreci, düşük emisyon değerlerine sahip, elektrikli ya da motorsuz yük araçlarıyla teslimat yapmak mümkün olmaktadır.

Gece teslimatları; kentsel hareketliliğin azaldığı, sessizliği hakim olduğu gece saatlerinde alış veriş bölgelerine, perakendecilere yapılan teslimatlara denir. Genellikle 22:00 – 06:00 saatleri arasında yapılmaktadır. Hizmet sağlayıcılar açısından trafik sıkışıklığının fazla olduğu gündüz saatleri yerine gece saatlerinde, daha az sayıda araçla, daha hızlı teslimat yapma avantajı sağlamaktadır. Bununla birlikte özellikle yerleşim yerlerinde yapılan gece teslimatları gürültüden kaynaklanan olumsuz durumlara yol açmaktadır. Gürültü hassasiyeti açısından iyi tanımlanmış gece teslimat bölgeleri trafiğin yoğun olmadığı zaman dilimlerinde teslimat avantajı sağlarken gürültüden kaynaklanan olumsuz etkileri minimize etmesi mümkündür.

Tır kamyon şeridi; yük araçlarının kullanması amacıyla kent içindeki ana arterlerden bir şeridin tır kamyon şeridi olarak kullanılmasına yönelik yapılan düzenlemelerdir. Teslimat sürelerinin güvenirliğini ve yük akışının belirli bir düzen dahilinde yapılması amacını taşımaktadır. Ticari ve endüstriyel hareketliliği yüksek ve ulaşım altyapısı elverişli olan bölgelerde uygulanması mümkündür.

Kent içi yol ücretlendirme; insan hareketliliğinin yüksek olduğu ve trafik sıkışıklığının yaşandığı bölgelere olan ulaşım talebini etkilemek amacıyla yapılan ücret düzenlemeleridir. Belirli saatlerde ücretlendirme yapılarak ulaşım talebinin yoğunluğun yaşanmadığı zaman dilimlerine yayılması mümkündür. En başarılı uygulamalardan biri Londra'da yapılmaktadır. Şehir merkezinde belirli trafik bölgelerine (Traffic zone) girişler CCTV kameralarla takip edilerek ücretlendirilmektedir. Trafik sıkışıklığı ve buna bağlı olarak çevresel etkiler azaltılırken, elde edilen gelir ulaşım altyapısını güçlendirmek için kullanılmaktadır.

2.2.4.3. Kentsel Dağıtım Merkezlerinin Oluşturulması

Günümüzde endüstriyel üretimin ve ticaret hacminin artması, ekonomik gelişmeyi ve büyümeyi beraberinde getirmiştir. Ticari ve endüstriyel hareketin büyümesi mal akışını da artırmaktadır. Artan mal akışı depolama, transfer, teslimat vb. kentsel lojistik faaliyetlerinin gelişimine neden olmaktadır.

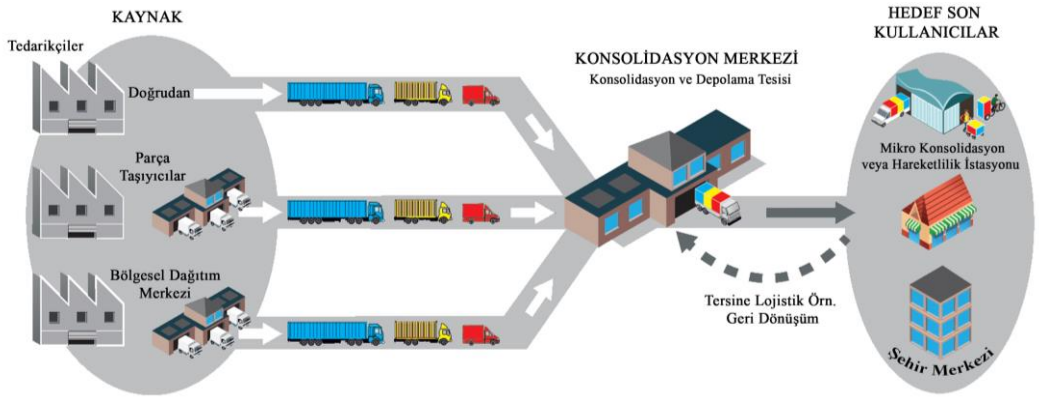
Şehir merkezlerinde bulunan alışveriş merkezleri, oteller, mağazalar, restoranlar, kafeler, yayalaştırılmış bölgeler, tarihi ve turistik mekanlar, sürekli teslimat talebi nedeniyle kentsel lojistik yoğunluğuna neden olmaktadır.

Özellikle kentin günlük lojistik taleplerini, gelen yükün şehir merkezine, alışveriş merkezlerine, marketlere vb. noktalara ulaştırılmasını sağlamak üzere şehir merkezinin çeperlerinde ama şehrin yakınında, karayolu bağlantısı iyi olan küçük lojistik alanlar oluşturulmalıdır.

Bu alanlara ağır tonajlı araçlarla gelen yüklerin daha küçük kapasiteli kamyonetlere aktarılarak dağıtımın yapılması, kısa süreli depolamalara olanak vermesi ve kısa süreli araç parklanmalarına olanak sağlayacak şekilde alan planlamasının yapılması gereklidir.

Böylelikle uzun süre depolanması ve elleçlenmesi gerekmeyen günlük yüklerin şehrin trafik akışını bozmadan kısa süreli depolama ve aktarmalarla planlı bir şekilde dağıtılması sağlanmış olur.

Kentsel Dağıtım Merkezi olmayan şehirlerde teslimatlar doğrudan son kullanıcıya ulaştırılmaktadır. Bu yöntemde her taşıyıcı kendi lojistik organizasyonunu yapmakta, teslimat bölgelerinde mükerrer taşımalar oluşmaktadır. Şekil 5'de görüldüğü üzere KDM bulunması durumunda tedarikçiden gelen yükler KDM aracılığıyla konsolide edilerek son kullanıcıya teslimatı mümkün olmaktadır.



Şekil 5. Kentsel Dağıtım Merkezi Yapısı
Kaynak: Travelwest, 2022

Bir Kentsel Dağıtım Merkezinin görevi kurulduğu bölgedeki yük trafiğini azaltmaktır. Bu amaçla kurulan bir KDM 'nin görevleri şöyle sıralanabilir (Chwesiuk vd., 2010):

- Mal Kabulü,
- Ayrıştırma ve Sınıflandırma,
- Depolama,
- Diğer Taşıma Araçlarına Yükleme,
- Fiyatları ve Ücretleri Belirleme,
- Tersine Lojistik,
- Eve Teslim,
- Atık Toplama Hizmetleri,

olmak üzere bir dizi hizmetleri yerine getirmektedir. Kurulacak şehrin ya da bölgenin ticari, endüstriyel, tarihi ve turistik yapısı, nüfusu, coğrafi konumu vb. parametreler kurulacak KDM 'nin özelliklerini ve konseptini belirlemektedir. Şehirler için planlanan KDM konseptleri şu şekilde yorumlanabilir (Browne, 2005):

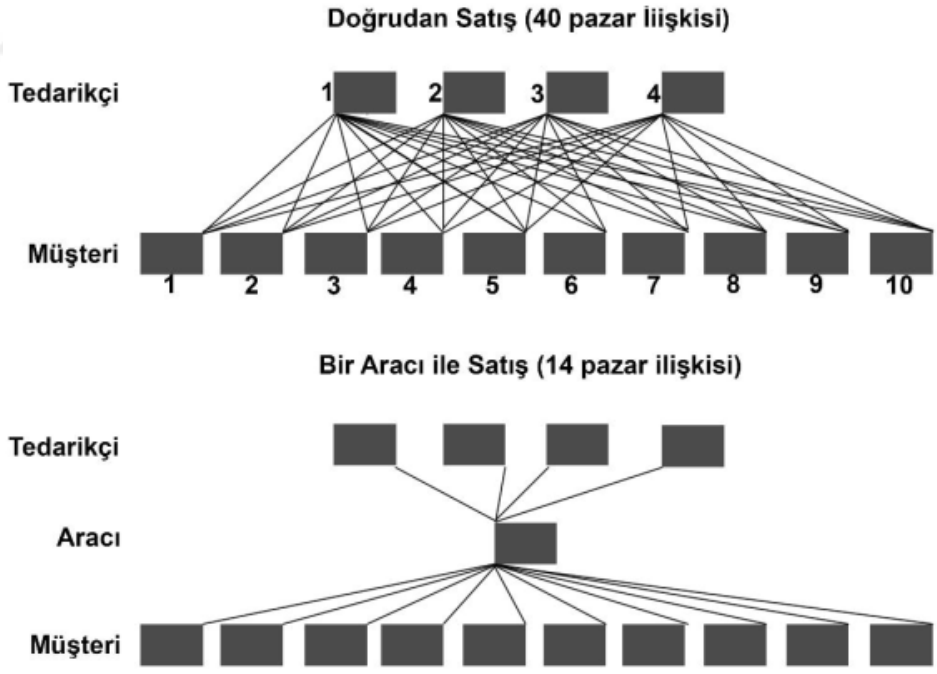
- Genel Dağıtım Deposu,
- Merkezi Mal Ayrıştırma ve Sınıflandırma Noktası,
- Kentsel Aktarma Merkezi,
- Paylaşımlı Kullanıcılı Kentsel Aktarma Deposu,
- Yük Platformları,
- İşbirlikçi Dağıtım Sistemi,

- Konsolidasyon Merkezi,
- Kentsel Dağıtım Merkezi,
- Şehir Lojistiği Planları,
- Lojistik Merkez,
- Teslimat Bölgeleri,

olmak üzere sıralanabilir. Kentin ihtiyacı ve kamusal düzenlemeler doğrultusunda her bir şehir kendisi için uygun olan KDM konseptini geliştirmektedir.

2.2.4.3.1. Kassel Kentsel Dağıtım Modeli

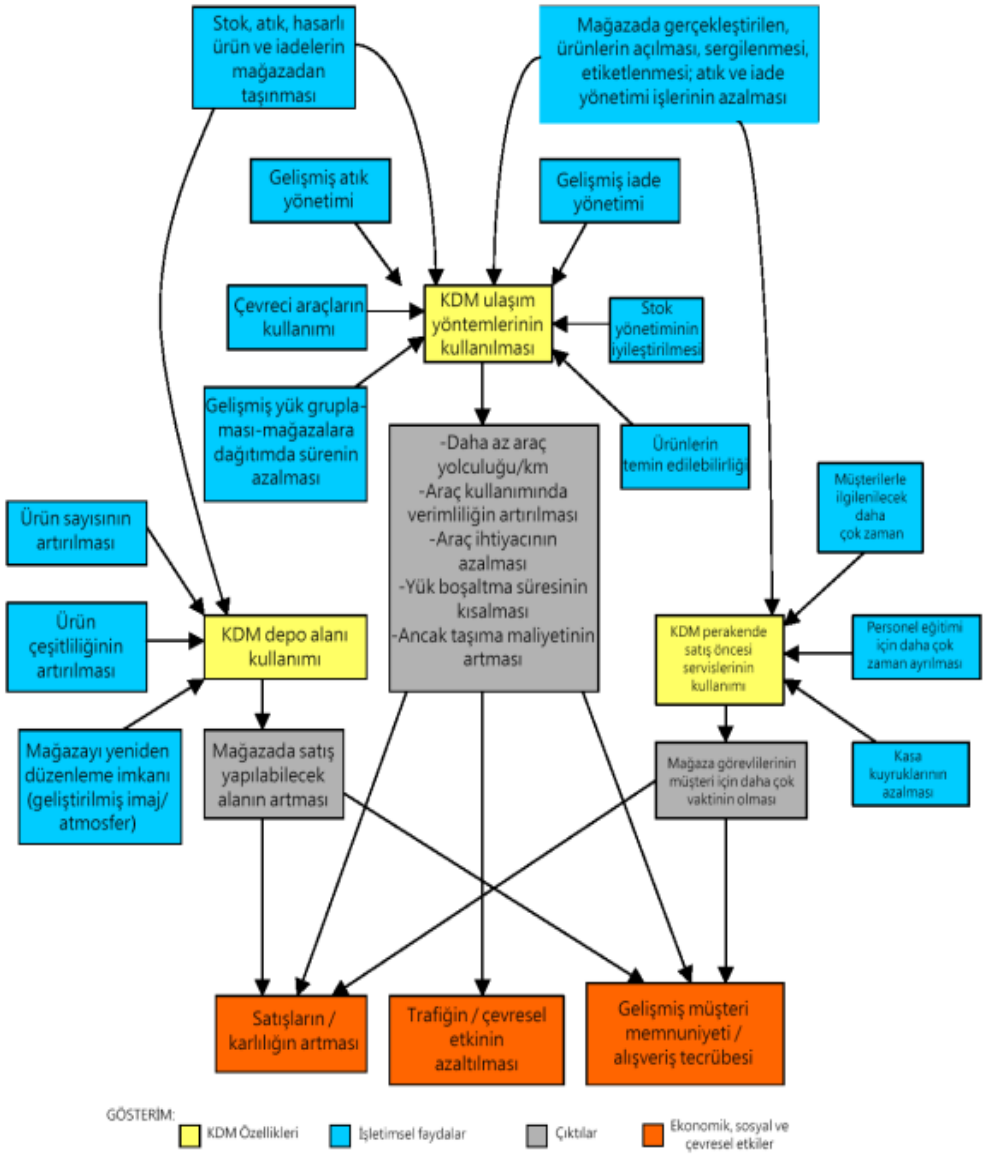
Avrupa'daki çeşitli perakende lojistik planlaması uygulamalarına bakıldığında bu kapsamda "Kentsel Dağıtım Merkezleri" (Urban Freight Consolidation Centers-UCC) oluşturulduğunu görmek mümkündür. Kentsel Dağıtım Merkezleri ile ilgili farklı şemalar geliştirilmiş ve farklı modeller uygulanmıştır. Köhler'in bu konuda geliştirdiği "Kassel Modeli" bulunmaktadır (Browne, 2005). Söz konusu modelin diyagramı Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 6. Kassel Modeli Dağıtımı
Kaynak: Browne, 2005

Kassel Modeli yaklaşımın temeli, tedarikçi firmalar, aracı ve müşterilerden meydana gelen bir lojistik şema oluşturmaktır. Buna göre tedarikçi firmalar organize olmalı ve bir aracı firma belirlemelidir. Bu aracı firma tedarikçiler adına kent içinde ürün dağıtımı yapmakla yükümlü olacaktır. Aracı firma partner tedarikçilerin depolarından sevkiyatı gerçekleştirilecek malları toplayacak ve Kentsel Dağıtım Merkezine getirecektir. Kentsel Dağıtım Merkezinde tedarikçilerden toplanan mallar perakendecilerin taleplerine uygun şekilde gruplandırılır. Böylelikle perakendecilere, farklı tedarikçilerden talep ettikleri mallar tek bir sevkiyat ile ulaştırılır ve yolculuk sayısı azaltılmış olur.

Kentsel Dağıtım Merkezlerinin etki ve faydalarını gösteren diyagram Şekil 7 ’de verilmektedir.



Şekil 7. Kassel Modeli Kentsel Dağıtım Merkezlerinin Etki ve Faydaları
Kaynak: Browne, 2005

Bu model Almanya'nın Kassel şehrinde uygulamaya koyulmuş ve bu süreçte etkilerini değerlendirebilmek amacıyla çeşitli anketler yapılmıştır. Anketler ile tedarikçilerin nakliyat maliyetlerinde kayda değer bir artışın yaşanıp yaşanmadığı araştırılmıştır. Buna göre partner tedarikçi firmalar aracı firmaya sağlayacağı hizmet için ödeme yapsa dahi diğer nakliyat giderleri azaldığı için nakliyat maliyetlerinde bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Şehir merkezinde hizmet alan perakendecilerin durumu incelendiğinde ise servis kalitesinde düşüş görmediklerini belirtmişlerdir. Böylelikle modelin temel başarısı; tedarikçi ve hizmet alan şirketler için fazladan maliyet yaratmadan ve servis kalitesinde bir düşüşe sebep olmadan

sevkiyatların etkin bir şekilde gruplanmasının sağlanması olmuştur. Bunların yanında bu uygulama ile yük amaçlı trafiğe çıkan araç sayısındaki azalma ile trafik sıkışıklığı, park yeri sorunu, iş yerleri önünde oluşan yükleme sayısı, gürültü, çevre kirliliği ve enerji maliyeti gibi sorunlarda azalma sağlanmıştır (Ramokgopa, 2004).

2.2.4.4. Lojistik Köylerin Planlanması

Lojistik faaliyetler şehirlerin muhtelif bölgelerinde gelişigüzel olarak yayılmış durumdadır. Şehirlerin gelişimiyle birlikte kentlerdeki yerleşim bölgeleri ile iç içe geçmiş sanayi alanları, kentin geneline yayılmış depolama alanları, yanlış noktalara konumlandırılmış lojistik odaklar, ulaştırma alt yapısının (demiryolu, denizyolu vb.) eksikliği kent trafiğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Doğru yerde ve doğru büyüklükte konumlandırılmış ulaştırma bağlantıları sağlanmış olan lojistik merkezler kullanıcılarına maliyet ve rekabet avantajı sağlarken, kent mücavir alanındaki lojistik faaliyetlerin tek elden toplanması ve koordinasyonunun sağlanması, mükerrer lojistik operasyonların en aza indirilmesi, kent geneline yayılmış depolama alanlarının, gümrükleme faaliyetlerinin tek merkeze toplanması sağlanacaktır.

Lojistik merkeze demiryolu ve mümkünse denizyolu bağlantısının sağlandığı düşünüldüğünde karayolu kullanım oranı azalacaktır. Depolama faaliyetlerinin tek merkezde toplanması şehir içi yük akışlarını azaltacak, tır kamyon parkları yüksek kapasiteli yük araçlarının şehir trafiğinden çekilmesini sağlayacaktır.

Böylece kent merkezinde ve yerleşim bölgelerinde kentsel lojistikten kaynaklanan trafik yoğunluğu azalmış olacak, trafik güvenliğinin daha yüksek seviyelere çıkması, çevre ve gürültü kirliliğinin azalarak daha yaşanabilir ve sürdürülebilir bir şehir yaşamına katkıda bulunulacaktır.

Lojistik köylerin kurulmasıyla birlikte sağlanacak potansiyel faydalar şu şekildedir (İZTO, 2009):

- Ürün trafik akışını optimize etmesi,
- Kombine taşımacılığın teşvik etmesi ve kullanımını arttırılması,
- Konteynır yükleme-boşaltma faaliyetlerinin iyileştirilmesi,

- Tır ve kamyon gibi ağır taşıt trafik sirkülasyonunun azaltılması, demiryolu taşımacılığının arttırılması,
- Lojistik köylerden faydalanan firmaların, tüketicilerinin ihtiyaçlarına daha hızlı cevap vermelerini sağlaması,
- Kullanıcıların işletme maliyetlerinin düşürülmesi
- Bölgesel kalkınma ve gelişimde lojistik köylerin altyapısının önemli bir rolünün bulunması,
- Lojistik köylerin kurulumu vasıtasıyla çevresel düzenlemelerin ve gereklerin gerçekleştirilmesi,
- Hava, kara, demiryolu ve deniz ulaşım merkezlerine bağlantı sağlanması vasıtasıyla intermodal taşımacılığın geliştirilmesi,
- Çapraz taşıma (Cross-docking), konsolidasyon gibi dağıtımla ilgili değer katıcı faaliyetlerin sağlayacağı potansiyel faydalar,
- Şirketlerin kendi dağıtım kanalları üzerindeki kontrolü arttırmaları için bir platform yaratılması,
- Firmalar için tedarik zinciri operasyonlarının esnekleştirilmesini sağlanması,
- Şirketlerin kapasitelerini genişletmelerine olanak sağlanması.

Lojistik köyler planlandığı bölgenin ticari ve endüstriyel yapısı, ulaştırma altyapısı, bölgenin konumu ve diğer bölgelerle ilişkisi, hizmet edeceği alanın büyüklüğü vb. değişkenlerin durumuna göre, lojistik köylerin sağlayacağı hizmetler ve kurulacağı alanın büyüklüğü değişmektedir. Lojistik köylerin içinde yer alacak hizmetler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Depolama (Lisanslı, Soğuk hava, Tehlikeli madde) ve Antrepo,
- Aktarma ve Dağıtım Merkezleri,
- Elleçleme, Etiketleme, Paketleme ve Kısmi Ürün Montajı,
- Yükleme, Boşaltma ve Kısmi Depolama Alanları,
- Karayolu, Demiryolu, Denizyolu ve Havayolu Bağlantıları,
- Gümrük Hizmetleri,
- Konteynır Alanları,
- Kombine Taşımacılık Hizmetleri,
- Tır Kamyon Parkları ve Bakım Alanları,

- Banka, Postane ve Sigortacılık Hizmetleri,
- Lokanta, Kafeterya ve Sosyal Alanlar,
- Eğitim, Araştırma ve İdari Birimler.

Lojistik köyler verdiği hizmetler ve kurulduğu bölgeye sağladığı potansiyel faydalardan dolayı Dünyanın birçok bölgesinde hizmet vermekte ve halan birçok bölgede kurulum ve planlama çalışmaları yapılmaktadır.

Avrupa'da onun üzerinde ülkede kurulu olan lojistik merkezler Avrupa Lojistik Merkezler Birliği (Euro Platforms) çatısı altında toplanmıştır. Birlik üyesi ülkelerden Almanya'da 35 lojistik merkez, İspanyada 33 lojistik merkez, Fransa'da 26 lojistik köy ve İtalya'da 21 lojistik merkez faaliyet göstermektedir. Lojistik köylerin en başarılı örneklerinin bulunduğu Almanya'da yatırımlar Kamu Özel Sektör Ortaklığıyla yönetilmektedir.

Şekil 8'de görüldüğü üzere başarılı lojistik merkez örneklerinden biri olan Nürnberg Lojistik Köyü yaklaşık 3000 dönüm alan üzerine kurulmuştur. Şehir merkezine 30 kilometrelik uzaklıktadır. Karayolu, demiryolu ve suyolu bağlantıları mevcuttur. 200'ün üzerinde şirket faaliyet göstermektedir. 2021 yılında demiryolu ile 85.539 vagonla 3.834.331 ton yük, deniz yolu ile 231 yük gemisiyle 207. 113 ton yük taşınmıştır. Yine 2021 yılında Nürnberg Lojistik Köyüne 236.342 tır kamyon girişi olmuştur. 331.214 TEU konteyner yükü elleçlenmiştir. Yıllık elleçlenen yük hacmiyle önemli Almanya'da önemli lojistik merkezlerden biri olarak faaliyet göstermektedir.



Şekil 8. Nürnberg Lojistik Köyü
Kaynak: DGG, 2022

2.2.4.5. Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Kullanımı

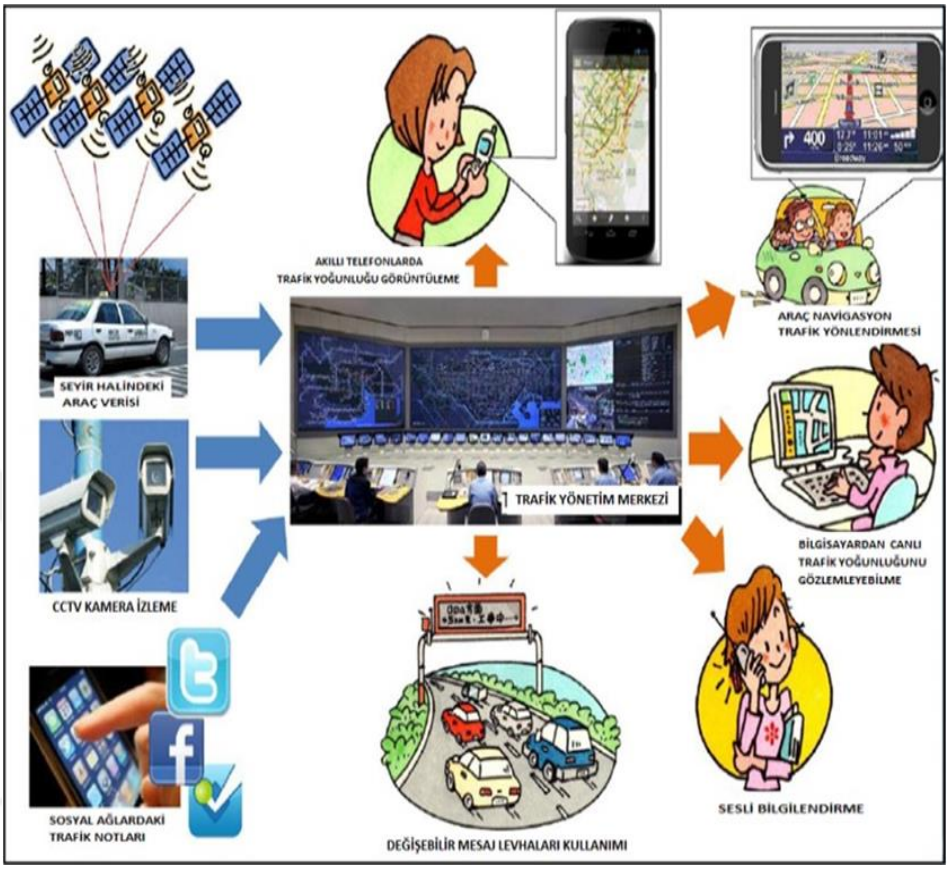
Teknolojinin yoğun kullanımıyla birlikte metropol kentlerde akıllı şehircilik uygulamaları hızlı bir gelişim göstermektedir. Bu uygulamalardan en etkin kullanılanı Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) olarak görülmektedir.

Trafik Yönetim Merkezi (Traffic Management Center- TMC) çatısı altında toplanan akıllı ulaşım sistemi uygulamaları kabaca, CCTV kameralar ve sensörler aracılığıyla elde edilen anlık trafik yoğunluğu, kaza, hava durumu vb. verilerin trafik yönetim merkezinde işlenerek anlamlı bilgi haline getirilmektedir. Elde edilen bilgiler; trafik ışıklarının adaptif olarak yönetimi, değişken mesaj işaretleri (VMS) ile sürücü bilgilendirilmesi, akıllı telefon uygulamaları ve navigasyon sistemlerine veri aktarımı ve radyo yayını bilgilendirmesi nihai kullanıcılara anlık trafik bilgi akışı sağlanmaktadır.

Sürücülere anlık bilgi akışı ve trafiğe etkin ve zamanında müdahale yeteneği kazandıran bu sistemlerle birlikte mevcut ulaştırma altyapısının etkin kullanımı seyahat süreleri ve trafik sıkışıklığının azaltılması, trafik güvenliğinin artırılması alternatif yolların etkin olarak kullanımını sağlamak mümkündür.

Şekil 9'da şematik olarak gösterilen Trafik Yönetim merkezi kurulumuyla birlikte, sürücülere anlık bilgi akışı ve trafiğe etkin ve zamanında müdahale yeteneği kazandıran bu sistemlerle birlikte mevcut ulaşım altyapısının etkin kullanımı, seyahat süreleri ve trafik

sıkışıklığının azaltılması, trafik güvenliğinin artırılması ve alternatif yolların etkin olarak kullanımının sağlanması mümkündür.



Şekil 9. Trafik Yönetim Merkezi (TYM) diyagramı

Yük taşımacılığı yapan araçlara da anlık trafik bilgisi sağlayan bu sistemlerle birlikte alternatif güzergâhlar kullanılarak teslimat süresi ve yakıt sarfiyatının azaltılması, yasaklı güzergâh ve zamanların anlık olarak kontrolü, kaza ve trafik yoğunluğu bilgisinin tam zamanlı olarak değerlendirilmesi sağlanmaktadır. Bu bilgiler lojistik hizmeti sağlayan ve alan firmalara maliyet ve tam zamanlı teslimat avantajı sağlarken şehirdeki lojistik akışın bilgiye dayalı ve daha etkin yönetilmesine olanak sağlamaktadır.

Kentsel Lojistikte Akıllı Ulaşım Sistemleri unsurlarının kullanılması aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Yükleme ve Dağıtım Bölgeleri için Online Rezervasyon Sistemlerinin Geliştirilmesi,
- İleri Trafik Yönetim Sistemlerinin Kurulması,

- Dağıtım Şirketleri Arasında İşbirliği Geliştirilmesi,
- Tanımlama Sistemlerinin Kullanılması,
- Kameraların (CCTV) Kullanılması,
- Teslimat Robotlarının Kullanılması,
- Teslimat Drone'larının Kullanılması,
- Yük Araçlarının Tam Zamanlı Rotalanması.

Akıllı Ulaşım Sistemlerinin kullanımı kentsel lojistikten kaynaklanan trafik problemin minimize ederken, lojistik hizmeti veren ve hizmet alan şirketlerinin verimliliğini artırarak sürdürülebilir kentsel lojistik yaklaşımına katkı sağlamaktadır.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci çok kriterli problemler karşısında karar verme sürecini destelemek ve en uygun sonuca ulaşmayı hedeflemektedir. 1970 'li yıllarda T. Saaty tarafından ortaya çıkarılan bu teknik günümüzde çok yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Karar verme, belirli bir amaca ulaşabilmek için kaynak ve kısıtlayıcılar arasında problemin çözümüne uygun seçeneklerden en idealinin seçilmesi olarak tanımlanabilir. İnsan yaşadığı doğa koşulları gereği karşılaştığı sorunlar karşısında sürekli karar verme süreçlerine tabi olmaktadır. AHP, diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinin karar verme aşamasında ele alamadığı ancak kararları doğrudan etkileyen etkenleri de alabilmesi nedeniyle diğer yöntemlerden daha da öne çıkmaktadır. Karaların analiz sürecinde sayısal formlara dönüştürülebilen somut veya soyut kriterleri karşılaştırma yaparak ölçen ve kriterlerin birbirlerine göre önceliklerini hesaplayan ve önem sıralarını belirleyen çok kriterli karar verme yaklaşımıdır (Güngör ve Büyüker, 2005).

AHP; karmaşık yapıda bulunan, birden çok kritere sahip ve çok alternatifli hiyerarşik bir yapıda kümelendirip görsel hale getirir. Bu nedenle AHP yaygın olarak kullanılmaktadır (Arıkan, 2012).

3.1.1. AHP'nin Yapısı

AHP problem çözme sürecini Ayrıştırma, Karşılaştırmalı Yargılar ve Önceliklerin Sentezi olmak üzere üç temel ilkeye dayandırmaktadır (Başkaya ve Akar, 2005).

Ayrıştırma ilkesinde problemin temel elamanlarının belirlenebilmesi için hiyerarşik yapılandırma gerçekleştirilmesini içermektedir. Bu işlemi en etkili şekilde bir üst seviyede bulunan kriterden ona bağlı olan bir sonraki seviyede bulunan alt kritere ve daha sonrasında ise alternatiflere gidilmesidir (Saaty, 2000). Karşılaştırmalı Yargılar İlkesinde ise hiyerarşik yapıda bir seviyede bulunan elemanların bir üst seviyede bulunan ortak kriter bakımından ikili karşılaştırmaların gerçekleştirilmesidir. Önceliklerin Sentezi ilkesinde ise hiyerarşik yapının en alt seviyesinden elde edilen önceliklerden yola

çıkılarak problemin bütünü için veya hiyerarşik yapıdan en üst seviyede bulunan amaç için önceliklerin belirlenmesi olarak tanımlanabilir (Saaty, 1988).

3.1.2. Analitik Hiyerarşi Sürecinin İşlem Adımları

AHP yönteminde karar alma süreci 7 adım halinde gerçekleşmekte olup, adım silsilesi aşağıda açıklanmaktadır (Keçek ve Yıldırım, 2010):

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması,

Adım 2: Önceliklerin Belirlenmesi,

Adım 3: İkili Karşılaştırma Matrisi,

Adım 4: Öncelik Vektörü,

Adım 5: Tutarlılık Oranının Hesaplanması,

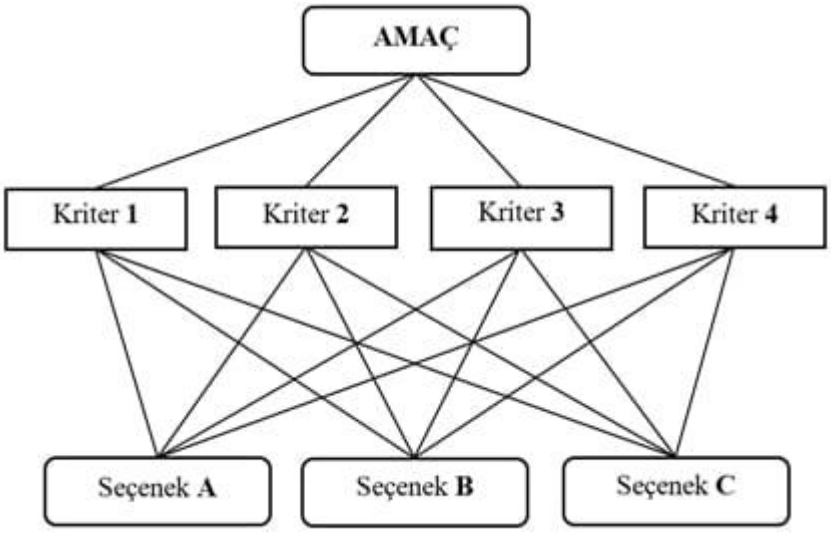
Adım 6: Nihai Sıranın Belirlenmesi,

Adım 7: Duyarlılık Analizi.

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Hiyerarşik yapı, karmaşık yapıda bulunan problemlerin sebep-sonuç ilişkilerinin doğrusal bir zincir formunda açıklanarak ayrıştırılmasını, temsil edilip karar verme sürecinde analiz edilebilmesi için etkin bir süreç olarak araştırmacıların problemi kavrayabilmesini sağlamaktadır. Hiyerarşik yapının en üst seviyesinde yer alan elemanların alt seviyelerde bulunan elamanlara olan etkisini veya tam tersi şekilde etkisini belirlemektedir (Saaty, 1994).

AHP'nin ilk adımı olarak eldeki verilerin, örnek bir hiyerarşik yapıda gösterilmesi Şekil 10 'da verilmiştir.



Şekil 10. AHP Hiyerarşik Yapısı

Adım 2: Önceliklerin Belirlenmesi

Karar verme sürecinde problem hiyerarşik bir model şeklinde ifade edildikten sonra hiyerarşiyi oluşturan elemanlar karşılaştırılarak birbirlerine göre ağırlıklarının veya önceliklerinin (üstünlüklerinin) hesaplanması gerekmektedir (Kecek ve Yıldırım 2010). Önceliklendirmeler soru–cevap yardımıyla hiyerarşik yapıdaki elemanlar arasında oluşturulan ikili karşılaştırmaların göreli önemlerinin belirlenerek bu önemlerin en üst seviyede yer alan genel amaca katkısının belirlenmesini içermektedir. Bu amaca ulaşmak için hiyerarşik yapıdaki elamanlar bir üst seviyelerinde bulunan elaman ile ikili olarak karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma işleminde kullanılan rakamların yorumlanmasındaki karmaşıklığı gidermek ve hata oranını en aza indirebilmek için Saaty tarafından 1994 yılında ortaya atılan, "1 - 9 ölçeği" olarak adlandırılan göreli Şekil 11'de belirtilen önceliklendirme ölçeği kullanılır (Saaty, 1994):

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit Önemde
3	Biraz DahaÖnemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2,4,6 ve 8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

Şekil 11. Saaty Önceliklendirme Ölçeği

Karar vericiler ölçekte kullanılan derecelendirmeden, karşılaştırma yaptığı iki seçenek hakkında düşüncesini yansıtan sayısal değeri kullanır.

Adım 3: İkili Karşılaştırma Matrisi

Karar alma aşamalarında bireylerin veya toplulukların önceliklerini dikkate alarak nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendirebilen AHP yöntemi, oluşturulan hiyerarşik yapıdaki elemanları ikişer ikişer ele alarak onları belirli bir kritere göre karşılaştırmak ve bu işlem esnasında diğer kriterleri işleme dahil etmeden tüm elemanlar için ayrı ayrı fikir sahibi olunmasını sağlamaktadır (Kecek ve Yıldırım, 2010).

AHP'nin üçüncü aşamasında ikili karşılaştırmalar sonucunda karşılaştırma matrisi elde edilmektedir. Bir kriter açısından satırlar ile sütunlar karşılaştırılarak "satırda yer alan elaman sütunda yer alan elemana göre ne kadar önemli?" sorusunun cevabı edilerek temel ölçek tablosunda yer alan sayılar cinsinde ifade edilmektedir. Temel ölçek tablosundan alınan ağırlık ve önem dereceleri ile wi ve wj büyüklüklerinin sıralarının oranlaması ile A ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilmektedir (Özdamar, 2004).

Matematiksel olarak bu ilişki;

$w_i / w_j = a_{ij}$ (i,j = 1,2,….,n) (w_i : i.nci alternatifin ağırlığı w_j : j.nci alternatifin ağırlığı) ile ifade edilir.

A ikili karşılaştırmalar matrisi, aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$A=\begin{pmatrix} 1 & . & a_{ij} & . & a_{nn} \\ . & 1 & . & . & . \\ \frac{1}{a_{ij}} & . & 1 & . & . \\ . & . & . & . & . \\ \frac{1}{a_{nn}} & .. & .. & .. & .. \end{pmatrix}$$

Adım 4: Öncelik Vektörünün Oluşturulması

Bu aşamada öncelik ve ağırlık vektörlerinin hesaplanabilmesi için ilişki matrisleri normalleştirilmektedir. Normalleştirilen matris, her bir sütun değerinin ayrı ayrı ilgili sütun toplamına bölünmesiyle elde edilmektedir. Daha sonra ise normalleştirilmiş matrisin satır değerlerinin ortalamaları alınarak hiyerarşik yapıda yer alan her bir ana kriter, alt kriter ve alternatiflerin ağırlıkları veya öncelik vektörü ile elde edilmektedir (Kecek ve Yıldırım, 2010).

Öncelik vektörü karar verme aşamasında ikili karşılaştırma matrislerinden önceliklerin elde edilmesinde kullanılan önemli bir kavramdır. Hiyerarşik yapıda yer alan her bir kriter için ve bir alt seviyesinde yer alan alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisinden ilgili kriterin öncelik vektörü elde edilmektedir. Öncelik vektörleri, bir üst seviyede yer alan kriterlerin ağırlık vektörleri ile çarpılarak en üst seviyede yer alan amaç için genel öncelik vektörü bulunmaktadır (Yılmaz, 2000).

Matematiksel olarak;

$A_{ij} = w_i / w_j$ değerlerinden oluşan n x n boyutlu bir A matrisi;

a_{ij} ve $a_{ji} > 0$

$a_{ij} = 1/ a_{ji}$

rank (A) = 1 ve

a_{ij} =1 (i=j olduğu durumlarda) özelliklerine sahiptir. W=[W1, W2, …. WN] T ile ifade edilen öncelik vektörünü elde etmek için;

$A_w = \lambda_w$ veya $A_w = n_w$ eşitlikleri kullanılır.

Bu eşitlikten bulunan ë'lar A matrisinin özdeğerleri ve w vektörleri de bu λ 'ya karşılık gelen özvektörlerdir.

AHP yönteminde yapılan hesaplama sürecinde sadece öz değerlerin en büyük değerlerini içeren ëmax'ı) içeren vektör öz vektör olarak alınmaktadır. İdeal bir karşılaştırma matrisinde bağımsız vektör sayısı 1 olması nedeniyle öz vektör de 1 tane olmaktadır. Yargılarda bozulma gerçekleşme durumunda ise birden fazla özvektör ortaya çıkacak ve en büyüğünün değeri matrisin derecesi "n" 'ye yakın olacaktır. Bir ideal karşılaştırma matrisinde bağımsız vektör sayısı yani rank, 1 olacağından, özdeğer, dolayısıyla da özvektör bir tane olacaktır (Emel ve Emel, 1998; Saaty, 1990).

Adım 5: Tutarlılık Oranının Hesaplanması

AHP yönteminde verilecek kararın doğruluğu açısından tutarlılık oranı, ikili karşılaştırmalar sonucunda ortaya çıkan öncelik değerlerinin mantıksal ve/veya matematiksel ilişkisi olarak tanımlanmaktadır.

A matrisinin tutarlı olabilmesi için A matrisini en büyük öz vektörünün matrisin derecesi olan "n" 'ye eşit olması gerekmektedir. A matris yapısında tutarsızlık ne kadar fazla olursa olursa λmax n'den o kadar uzaklaşmaktadır ancak her zaman λmax ≥ n olmaktadır (Saaty ve Vargas, 2001; Yılmaz, 2000).

Tutarlılık indeksi, ikili karşılaştırmaların tutarlılığını ölçmek adına Saaty tarafından geliştirilmiştir (Saaty, 1980).

Tutarlılık indeksi;

Tİ = λ_{max} – n / n - 1 eşitliği ile hesaplanmaktadır.

Saaty ve arkadaşları bir tutarlılık oranı hesaplayabilmek için boyutları 1 ila 15 arasında değişen kare matrisler için Rastgele indeks (R.) serisi oluşturmuşlardır. Oluşturulan bu indeks sayıları Şekil 12 'de verilmiştir;

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

Şekil 12. Rastgele Tutarlılık İndeks Sayıları

Tutarlılık oranı ise eldeki tutarlılık indeksinin aynı boyuttaki matrise karşılık gelen rastgele indekse oranlanmasıyla elde edilmektedir (Saaty, 1980);

T.O = T. İ / R. İ

Tutarlılık oranının hesaplanması sonucunda elde edilen sonuç 0,10'dan küçük olması halinde matrisin tutarlı olduğu yani karar vericilerin yargılarının tutarlı olduğunu göstermektedir (Öner ve Ülengin, 1995). Tutarlılık oranı; nihai kararın doğruluğu açısından için önemli bir kontrol değeridir. Tutarlılık oranı sadece işlem yanlışlarından kaynaklanan hataların azaltılabilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda karar vericilerin karşılaştırma işlemleri esnasında gerçekleştirmiş oldukları hatalarını ya da yaptığı abartmalı değerlendirmeleri de ortaya çıkarmaktadır (Partovi vd., 1989).

Adım 6: Nihai Sıranın Belirlenmesi

Hiyerarşik yapıda en üst seviyede bulunan genel amaca göre alternatiflerle ilgili sıralamalar bu aşamada belirlenmektedir. İkili karşılaştırma matrisleri işlemlerinden elde edilen önceliklerin birleştirilmesi ile hiyerarşik yapıda en alt seviyede bulunan alternatifler için ağırlıklar elde edilir. Elde edilen bu ağırlık sonuçlarına göre alternatifler sıralanarak en iyi alternatif belirlenebilmektedir (Keçek ve Yıldırım, 2010).

Adım 7: Duyarlılık Analizi

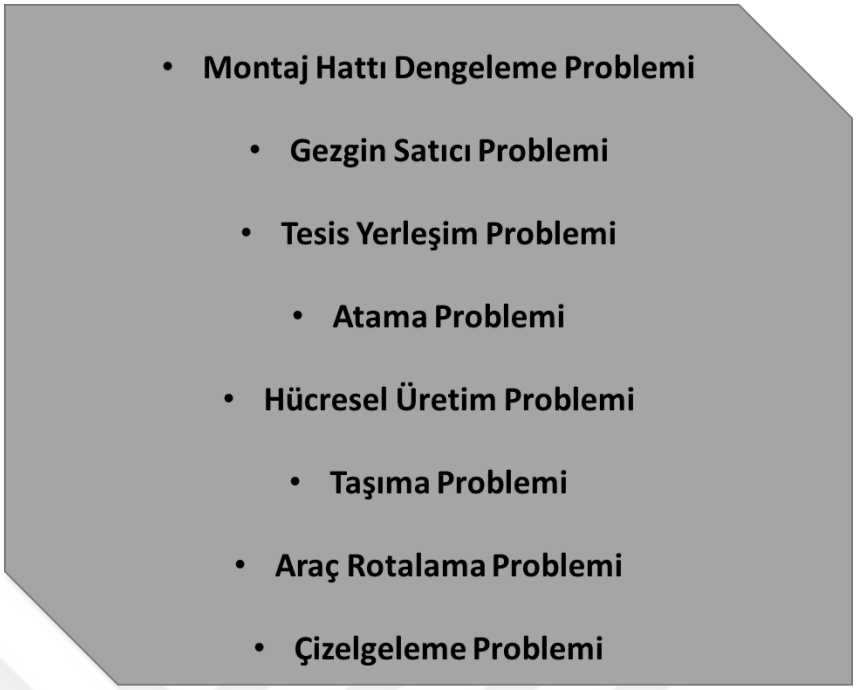
Üst adımlarda gerçekleşen işlemler sonucunda alternatiflerin sıralanması gerçekleştirildikten sonra kurulan modelin sonuçlarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda son adımda alternatiflerim sıralaması, nihai karar ve süreçlerdeki değişimlere karşı ne kadar duyarlı olduğu değerlendirilmektedir (Keçek ve Yıldırım, 2010). İkili karşılaştırılmasın oluşturulması esnasında kişilerin öznel görüşlerinin her kişide farklı şekilde gelişmesi veya daha önceki düşüncelerinin değişebileceği ihtimali de göz önüne alınarak duyarlılık analizlerinin gerçekleştirilmesi etkili ve doğru karar alınmasını desteklemektedir.

3.2. Genetik Algoritma

Genetik Algoritmalar, biyolojideki evrim teorisinden esinlenilerek oluşturulmuş bir arama ve en iyileme yöntemidir. Genetik Algoritmalar herhangi bir problemin çözümünde problemin çözümünde sanal olarak bir evrim sürecinden geçilerek sonuca ulaşılmaktadır (Engin, 2013).

Genetik Algoritma konusunda ilk çalışmaları Makine öğrenmesi hakkında çalışmalar yürüten psikoloji ve bilgisayar bilimi uzmanı John Holland gerçekleştirmiştir. Holland Darwin'in evrim kuramından etkilenerek gerçekleştirdiği çalışmalarda canlılarda yaşanan genetik süreci bilgisayar ortamında gerçekleştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmalar sırasında bir topluluğun çoğalma, çiftleşme, mutasyon vb. genetik süreçlerden geçerek öğrenebilen yeni bireyler oluşturabildiğini görmüştür. Çalışmalarının sonucunda geliştirdiği yönteme Genetik Algoritmalar adını veren Holland 1975 yılında "Adoptation in Natural ve Artificial Systems" adını verdiği kitap ile bilim dünyasına aktarmıştır. Genetik Algoritma yaklaşımı hakkındaki çalışmalar 1989 yılında Holland 'ın doktora öğrencisi olan David Goldberg 'in "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning" adlı kitabını yayınlamasından itibaren mühendislik problemlerinin çözümünde yaygınlaşmaya başlanmıştır. Mühendislik problemlerinin çözümü sırasında geniş bir çözüm havuzunun incelenmesi gerekmektedir. Bu sürecin geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmesi oldukça uzun sürerken Genetik Algoritma çözüm çok daha kısa sürede bulunabilmekte ve kabul edilebilir bir sonuç sunmaktadır (Engin, 2013).

Genetik algoritmaların en çok uygulandığı alanlar Şekil 13 'de belirtilmektedir



Şekil 13. Genetik Algoritmanın En Çok Uygulandığı Alanlar
Kaynak: Polat, 2006

3.2.1. Genetik Algoritma Temel Kavramlar

Genetik Algoritmalar, evrim teorisi ilkelerinden esinlenerek ortaya çıkması sebebiyle Genetik Algoritmanın daha iyi anlaşılabilmesi adına evrim teorisinde kullanılan kavramların bilinmesi gerekmektedir.

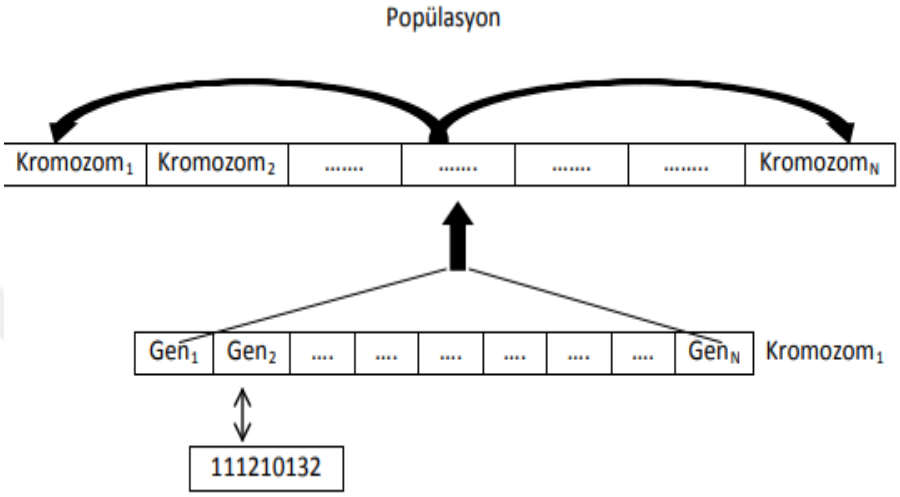
Gen: Evrim sürecindeki genetik bilgi taşıyan en küçük yapıya gen adı verilmektedir.

Kromozom: Bir veya daha fazla gen yapısının bir araya gelerek oluşturduğu yapıya kromozom olarak adlandırılmaktadır. Kromozomlar diziler halinde bulunmaktadır.

Popülasyon: Kromozomlar veya bireyler topluluğudur. Popülasyon üzerinde durulan problem için alternatif çözümler kümesidir. Aynı anda bir popülasyonda ki birey sayısı sabit ve probleme göre kullanıcı tarafından belirlenir(Zayıf olan bireylerin yerini kuvvetli yeniler almaktadır).

Genetik operatörlerle sağlanan yenilemeler sayesinde probleme daha uygun bireyler bulunabilmektedir.

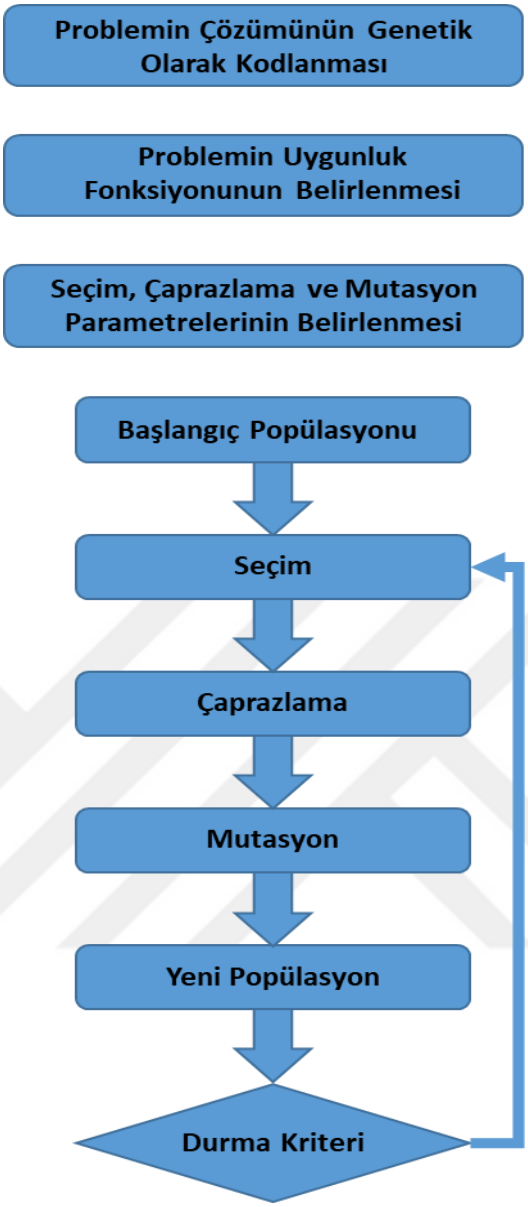
Kodlama: Kodlama, GA içinde oldukça önemli bir aşamadır. Çünkü kodlama işlemi kullanılacak bilginin çerçevesini sınırlayabilir, farklı düzeyde kısıtlamalar oluşturabilir.



Şekil 14. Gen, Kromozom ve Popülasyonun Yapılarının Örneği
Kaynak: Elmas, 2016

3.2.2. Genetik Algoritma Çözüm Aşamaları

Genetik Algoritmalar, evrim teorisi ilkelerinden esinlenerek ortaya çıkması sebebiyle Genetik Algoritmanın daha iyi anlaşılabilmesi adına evrim teorisinde kullanılan kavramların bilinmesi gerekmektedir.



Şekil 15. Genetik Algoritmanın Temel Çalışma Yapısı
Kaynak: Kaya, 2014

Genetik algoritmalar doğadaki evrim sürecine benzer bir işleyiş ile çalışmaktadır. Buna istinaden bu algoritmalar bir probleme uygulandıklarında genellikle aşağıda belirtilen aşamaları izlemektedir.

1. İlk adımda kurulacak olan Genetik Algoritmanın uygunluk fonksiyonu oluşturulmakta ve değişkenler tanımlanarak parametreler seçilmektedir.

2. Kromozomlardan oluşan ve her biri potansiyel çözümlerden rastgele n sayısı büyüklüğünde bir başlangıç popülasyonu oluşturulmaktadır. Genellikle başlangıç popülasyonu oluşturmak için rastgele sayı üreticisi tercih edilmektedir. Ancak problemle ilgili bazı çözümler bilinmekteyse bu çözümler yardımıyla da başlangıç popülasyonu oluşturulabilmektedir. Optimum çözüme ulaşmada zaman tasarrufu sağlaması nedeniyle genellikle bu yöntem kullanılmaktadır (Karaboğa, 2017).

3. Başlangıç popülasyonu ve daha sonraki nesillerde meydana gelen dizilerin, uygunluk fonksiyonunun değeri ile ilişkili bir uygunluk değeri bulunmaktadır (Taşkın, 2009). Genetik algoritmanın ana çekirdeği sayılan uygunluk fonksiyonunu kullanılarak her kromozomun uygunluğu belirlenmekte ve bu sayede kromozomların ne kadar iyi olduğu bilgisi elde edilmektedir (Nabiyev, 2012). Uygunluk değeri yüksek olan dizilerin yaşama ve çoğalma şansı daha yüksektir (Taşkın, 2009).

4. Uygunluk değerlerinin sonuçlarına göre kromozomlar eşlenmektedir. Bu işlem esnasında seçilim yöntemlerinden herhangi biri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. (Nabiyev, 2012). Seçilim operatörü, yeni bireylerin yaratılması için ebeveyn olacak kromozomların belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Yılmaz, 2017).

5. Çaprazlama ile seçilen iki kromozom arasında belirlenen parçaların yer değiştirmesi sağlanmaktadır (Elmas, 2016).

6. Mutasyon ise bir kromozomdaki gen değerlerinin belirli bir mutasyon olasılığı ile ters çevrilmesi ile uygulanmaktadır (Satman, 2016).

7. Yeni popülasyonun başarısını belirlemek için bütün kromozomların uygunluk değerleri tekrar hesaplanmaktadır ve bu işlem bir döngüye girmektedir.

8. Evrimsel sürecin bu döngü içerisinde sonsuza kadar devam etmesini engelleyebilmek için bir sonlandırma kriterinin belirlenmesi gerekmektedir (Taşkın ve Emel, 2009).

9. Genetik algoritmalar en iyi kromozomun uygunluk değerini bulununcaya kadar işlem süreçleri tekrarlanmaya devam etmektedir. Bu algoritmanın bir çözüme yaklaşıldığı anlamına gelmektedir. Genellikle her bir çalıştırma işleminin sonunda

orijinal probleme oldukça uygun bir çözüm olan en az bir kromozom bulunmaktadır. Algoritmanın nasıl kodlandığına bağlı olarak, bulunan kromozom şimdiye kadar ki kromozomların en uygunu ya da son neslin en uygunu olabilmektedir (Carr, 2014). Genetik algoritmanın işleyişi sonucunda bulunan sonuç en iyi kromozom sonuç olarak değerlendirilmektedir (Elmas, 2016).

3.3. TOPSİS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiş olup, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olarak literatüre kazandırılmıştır. TOPSİS alternatiflerin analizin gerçekleştirerek arasından en iyi seçimin yapılmasına imkan sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem pozitif ideal çözüme yakınlığı ve negatif ideal çözümden uzaklığı birleştirerek pozitif ideal çözüme benzerlik ya da göreli yakınlık denen bir indeks tanımlamaktadır. Pozitif ideal çözüme göreli yakınlık ölçüsünü dikkate alarak alternatifleri büyükten küçüğe doğru sıralamaktadır. Yöntem, her niteliğin monoton olarak artan ya da monoton olarak azalan fayda sağladığını varsaymaktadır (Eraslan, 2015).

ÇKKV yöntemleri arasında kullanılan en yaygın yöntemlerden biri olan TOPSIS yöntemi, alternatiflerin değerlendirmesini aşağıdaki ardışık adımlara göre yapmaktadır (Eraslan, 2015):

3.3.1. Topsis Yöntemi İşlem Adımları

Adım 1 : Karar Matrisinin Oluşturulması,

Adım 2 : Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması,

Adım 3 : Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması,

Adım 4 : Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması,

Adım 5 : Uzaklık Değerlerinin Hesaplanması,

Adım 6: İdeal Çözüme Göre Nispi Yakınlığın Hesaplanması,

Adım 7 :İdeal Çözüme Göre Yakınlığın Hesaplanması.

ADIM 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

TOPSİS yönteminin ilk aşamasında karar matrisinin oluşturulmaktadır. Karar matrisinde seçilmek istenen alternatif noktalar satırlarda, seçimi etkileyen kriterler ise sütunlarda yer almaktadır. A_{ij} karar matrisi aşağıda gösterilmektedir (Eraslan, 2015):

$$\text{Aij} \begin{bmatrix} a11 & a12 & \dots & a1n \\ a21 & a22 & \dots & a2n \\ . & & & . \\ . & & & . \\ am1 & am2 & \dots & amn \end{bmatrix}$$

Aij karar matrisinde m alternatiflerin sayısını, n ise kriterlerin sayısını göstermektedir.

ADIM 2: Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması; sütunlardaki her bir değerin ilgili sütundaki değerlerin kareleri toplamının karekökü ne bölünüp tek paydaya indirgenmesi suretiyle bulunur.

Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulmasında A_{ij} karar matrisinin aşağıdaki formülle işlem görmesinin ardından oluşturulmaktadır. Oluşturulan normalleştirilmiş karar matrisi R ile gösterilmektedir (Eraslan, 2015):

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}^2}} \qquad \text{i = 1, ...,m} \qquad \text{j = 1,...,n}$$

ADIM 3: Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Standart matris kriterleri ağırlık katsayıları (W) ile çarpılarak her bir kriterin ağırlıklandırılmış karar matrisi hesaplanmaktadır. Kriterlerin ağırlık değerleri karar alıcı tarafından belirlenmektedir (Eraslan, 2015). Ardından

$$Vij=wij.rij \quad i=1,\dots,n;\ j=1,\dots,m$$

ADIM 4: Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması

Ağırlıklı karar matrisinde her sütundan ideal çözüm için ideal ve negatif ideal çözüm için negatif ideal değerler seçilerek ideal ve negatif ideal çözüm setleri (İÇS) oluşturulur. Aşağıdaki tabloda pozitif ve negatif ideal çözüm setleri gösterilmektedir (Eraslan, 2015).

Pozitif İdeal Çözüm Kümesi:

$$A^* = \{(\max V_{ij} | j \in J), (\min V_{ij} | j \in J'), i = 1,2, ..., m\}$$

Negatif İdeal Çözüm Kümesi:

$$A- = \{(\min V_{ij} | j \in J), (\max V_{ij} | j \in J'), i = 1,2, ..., m\}$$

ADIM 5: Uzaklık Değerlerinin Hesaplanması

Her yıla ait uzaklık değerlerinin kareleri toplamının karekökleri alınarak her yılın pozitif ve negatif ideal çözümlere olan ortalama uzaklıkları belirlenir. En son yakınsaklık oranları ilgili yılın negatif ortalama uzaklığının pozitif ve negatif ortalama uzaklıklarına bölünerek bulunur.

Her bir alternatifin + A pozitif ideal çözümlerinden sapmalarına +i S Pozitif İdeal Ayrım Ölçüsü denir ve

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(V_{ij} - V_j^+\right)^2} \quad i=1,\ldots,m$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Benzer şekilde her bir alternatifin − A negatif ideal çözümlerinden sapmalarına − i S Negatif İdeal Ayırım Ölçüsü denir ve

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(V_{ij} - V_j^-\right)^2} \quad i=1,\ldots,m$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada + i S, i. alternatifinin ideal çözümden uzaklığını, − i S, i. alternatifinin negatif ideal çözümden uzaklığını temsil etmektedir.

ADIM 6: İdeal Çözüme Göre Nispi Yakınlığın Hesaplanması

Bu adımda ideal çözüme yakınlık aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{S_i^* + S_i^-} \qquad i=1,\ldots,m$$

ADIM 7: İdeal Çözüme Göre Yakınlığın Hesaplanması

Hesaplanan yakınlık değerleri bu adımda büyükten küçüğe sıralanır. Yüksek yakınlık, sıralamada öncelik anlamına gelmektedir.

$$0 \leq C_i^* \leq 1$$

Bu ifadeye göre; C_i^*, 1'e yaklaştıkça bir alternatifte A*'ne yaklaşır.

BÖLÜM 4. KENTSEL DAĞITIM MERKEZİ MODELİ

4.1. Amaç

Kent merkezlerinde yaşayan nüfusun artmasıyla birlikte her geçen gün farklı problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin başında kentlerdeki trafik sorunu gelmektedir. Trafik sorunlarının en temel sebeplerinden biri olarak ise kentsel lojistik faaliyetleri görülmektedir.

Bu tez çalışmasında ilk aşamada kentsel lojistik, lojistik köyler, kentsel dağıtım merkezleri, akıllı ulaşım sistemleri vb. kavramlar üzerinden literatür taraması yapılarak, bu kavramların ayrıntılı olarak açıklaması yapılmıştır. Yerleşim yerleri açısından kentsel lojistik faaliyetlerinden kaynaklanan problemlerin neler olduğu ve bu alanda şehir yönetimleri ve kentsel lojistiğin tarafından yapılacak yatırım ve düzenlemelerin şehrin yaşam kalitesine katkısı ortaya koyulmuştur.

Bu çalışmayla birlikte kentlerde oluşan kentsel lojistik problemine, optimizasyon yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi, Genetik Algoritma, TOPSİS yöntemleri kullanılarak çözüm önerisi getirilmeye çalışılmıştır. Bulunan sonuç Bursa kent merkezi için uygulanılabilir olsa da Dünyanın herhangi bir coğrafyasında aynı model kullanılarak kentsel lojistik problemine çözüm bulmak mümkün olabilecektir.

4.2. Kısıtlar

Bu çalışmada kısıtların belirlenmesi esnasında literatür çalışmaları ve kentsel lojistik faaliyetleri etkileyen ana unsurlara dair uzman görüşleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Literatür çalışmaları esnasında yapılan gözlemlerde çalışmaların büyük bir kısmının lojistik merkezlerinin seçimine odaklandığı ve kullanılan kriterlerin ise bu odak doğrultusunda kentin ana kısıtlarını aldığı gözlenmektedir.

Tablo 2. Modelde Kullanılan Kısıtların Literatür Taraması

	Kayikci,2010	Erkayman ve Diğerleri,2011	Li ve Diğerleri,2011	Demiroğlu ve Eleren,2014	Elevli,2014	Yıldırım ve Önder,2014	Önder ve Yıldırım,2014	Rao ve Diğerleri,2015	Stevic ve Diğerleri,2015	Elgün ve Aşıkoğlu,2016	Özceylan ve Diğerleri,2016	Önden ve Diğerleri,2018	Tabak ve Diğerleri,2019	Aljohani ve Thompson,2020	Önden ve Eldemir,2021	Jung ve Diğerleri,2021
Nüfus Yoğunluğu	X	X		X							X	X		X		
Konut Yoğunluğu	X	X			X									X		
İşyeri Yoğunluğu	X	X			X	X	X							X		
Ortalama Gelir	X	X					X							X		
Ortalama Harcama	X	X					X							X		
İstihdam Oranı	X	X												X		
Eğitim Düzeli Ortalaması	X	X												X		
POİ Yoğunluğu							X	X		X	X				X	X
Karayolu Yoğunluğu	X				X			X	X	X		X	X	X	X	X
Boş Alan Oranı	X				X	X	X		X	X	X					
Diğer Mahallelerle Potansiyeli					X				X	X				X		
Otoyola Yakınlık	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ortalama Trafik Yoğunluğu	X		X					X	X				X	X		X
Nüfus Çoğalma Katsayısı																
Rayiç Bedel		X	X		X	X	X	X	X	X	X					X

Tablo 2'de gösterildiği üzere seçilen kısıtların literatür taraması yapılmış ve hangi kısıtın hangi çalışmalarda kullanıldığı listelenmiştir. Yapılan çalışmada kullanım amacı benzer ve diğer çalışmalarda farklı kelimelerle ifade edilen kısıtlar aynı gurupta listelenmiştir.

Literatür taramasında, yapılan akademik çalışmalarda rastlanmayan "Nüfus Çoğalma Katsayısı" kısıtı uzman görüşünden faydalanılarak belirlenmiştir. Yapılan "Ulaşım Ana Planı" çalışmalarında oluşturulan modelde kullanılmak üzere kısa, orta ve uzun vadede nüfus projeksiyonları dikkate alınmaktadır. Bölgenin nüfus artış hızı kurulacak modelin önemli kriterlerinden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Yine yapılacak Kentsel Dağıtım Merkezi yatırımının mali-ekonomik fizibilitesi yapılırken, gelecek yıllardaki talep tahmini yapmak için bölgenin nüfus artış hızı değeri, ilerleyen yıllara yönelik oluşacak talep tahmininde önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır.

Sonuç olarak modelin oluşturulmasında kullanılan on beş kısıttan on dört tanesi benzer akademik çalışmalar arasında yapılan literatür taramasıyla, bir kısıt ise Ulaşım

Ana Planları ve mali-ekonomik fizibilitelerde kullanılan nüfus çoğalma hızı ve buna bağlı olarak yapılan talep tahmini sağlamak üzere uzman görüşüyle seçilmiştir.

Bu kapsamda kısıtlar pozitif ve negatif olmak üzere iki ana başlığa ayrılmıştır.

Pozitif Kısıtlar

- Nüfus Yoğunluğu,
- Konut Yoğunluğu,
- İşyeri Yoğunluğu,
- Ortalama Gelir,
- Ortalama Harcama,
- İstihdam Oranı,
- Eğitim Düzeli Ortalaması,
- POİ Yoğunluğu,
- Karayolu Yoğunluğu,
- Boş Alan Oranı,
- Diğer Mahallelerle Potansiyeli,
- Otoyola Yakınlık,

olmak üzere toplam 12 adettir.

Negatif Kısıtlar

- Ortalama Trafik Yoğunluğu,
- Nüfus Çoğalma Katsayısı,
- Rayiç Bedel,

olmak üzere toplam 3 adettir.

Kısıtların ağırlıklarının belirlenmesinde Basit Ağırlıklandırma Yöntemi ve uzman görüşü kullanılmıştır.

4.2.1. Nüfus Yoğunluğu

Nüfus yoğunluğunun artmasıyla birlikte bölgedeki lojistik talep de artmaktadır. Nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgede talebinde fazla olması nedeniyle Kentsel

Dağıtım Merkezi lokasyonunun nüfusun yoğun olduğu bölgede olması lojistik faaliyetlerin pozitif etki yaratması beklenmektedir. Bu nedenle önerilen modelde nüfus yoğunluğu pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı nüfus sayısı alınmış olup, km^2'ye düşen kişi sayısı olarak modelin hesaplamasına dahil edilmiştir. Nüfus Yoğunluğu "NY" sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.05 belirlenmiştir.

4.2.2. Konut Yoğunluğu

Konut yoğunluğu artmasıyla birlikte bölgede yaşayan nüfus yoğunluğu da artmaktadır. Nüfus yoğunluğunun modelde pozitif yönlü parametre kabul edilmesi nedeniyle önerilen modelde konut yoğunluğu da pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı konut sayısı alınmış olup, $km^{2'}$ye düşen konut sayısı olarak modelin hesaplamasına dahil edilmiştir. Konut Yoğunluğu "KY" sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.05 belirlenmiştir.

4.2.3. İşyeri Yoğunluğu

İşyeri yoğunluğunun artmasıyla birlikte bölgede gün içerisinde yaşayan nüfus yoğunluğu artmakta ve işyerlerinin ticari faaliyetler yürütmesi nedeniyle kentsel lojistik faaliyetlerinin hacmi artış göstermektedir. Bu nedenle işyeri yoğunluğu önerilen modelde pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle ait işyeri sayısı alınmış olup, $km^{2'}$ye düşen işyeri sayısı olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. İşyeri Yoğunluğu "IY" sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.05 belirlenmiştir.

4.2.4. Ortalama Gelir

Ortalama gelirin artmasıyla refah seviyesi artmakta, bununla birlikte aynı oranda lojistik faaliyetlerde artış gözlenmektedir. Bu nedenle ortalama gelir önerilen modelde pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı ortalama gelir düzeyleri alınmış olup, TL olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Ortalama Gelir "OG" sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.05 belirlenmiştir.

4.2.5. Ortalama Harcama

Ortalama harcama, ortalama gelir seviyesinin artmasıyla birlikte harcama da artmaktadır. Ortalama gelir seviyesinin modelde pozitif yönlü parametre kabul edilmesi nedeniyle önerilen modelde ortalama harcama da pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 ait yılına mahalle bazlı ortalama harcama düzeyleri alınmış olup, TL olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Ortalama Harcama "OH" sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.05 belirlenmiştir.

4.2.6. İstihdam Oranı

İstihdam oranının yoğun olduğu bölgeler genelde işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlarda yer almaktadır. Söz konusu alanlar kentsel lojistik faaliyetlerinin yoğunlaştığı bölgeler olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle modelde istihdam oranı pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı istihdam oranları alınmış olup, yüzdesel olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. İstihdam Oranı "IO" sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.025 belirlenmiştir.

4.2.7. Eğitim Düzeyi Ortalaması

Eğitim düzeyi ortalamasının yüksek olduğu bölgelerde lojistik faaliyetlerin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle eğitim düzeyi ortalaması önerilen modelde pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı eğitim düzeyi ortalaması alınmış olup, yüzdesel olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Eğitim Düzeyi Ortalaması "ED" sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.025 belirlenmiştir.

4.2.8. POİ Yoğunluğu

Cazibe merkezleri modelde POİ(Points of İnterest) olarak belirtilmektedir. Cazibe merkezlerinin yoğunlaştığı bölgelerde lojistik faaliyetlerin yoğunlaştığı gözlenmektedir. Bu nedenle POİ yoğunluğu önerilen modelde pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazında POİ yoğunluğu alınmış olup, km^2'ye düşen POİ yoğunluğu olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. POİ

Yoğunluğu “POI” sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.05 belirlenmiştir.

4.2.9. Karayolu Yoğunluğu

Karayolu yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde lojistik faaliyetler daha yüksek oranda gerçekleşmektedir. Bu nedenle karayolu yoğunluğu önerilen modelde pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı karayolu yoğunluğu baz alınmış olup, km^2'ye düşen karayolu yoğunluğu olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Karayolu Yoğunluğu “KAY” sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.05 belirlenmiştir.

4.2.10. Boş Alan Oranı

Boş alan oranının yüksek olduğu bölgelerde Kentsel Dağıtım Merkezi kriterlerine uygun alan bulunma oranı artmaktadır. Bu nedenle boş alan oranı önerilen modelde pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı boş alan oranı alınmış olup, boş alan oranı mahallenin yüzölçümüne bölümünden elde edilen sonuç modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Boş Alan Oranı “ABOS” sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.05 belirlenmiştir.

4.2.11. Diğer Mahallelerle Potansiyeli

Kentsel Dağıtım Merkezi lokasyonunun seçiminde en önemli parametrelerden biri olarak diğer mahallelerle etkileşim potansiyeli yer almaktadır. Lokasyonun diğer mahallelerle birim zamanda ve mesafede etkileşim kurabilme potansiyelinin yüksek olması, bölgenin seçilme olasılığını artırmaktadır. Bu nedenle önerilen modelde diğer mahallelerle potansiyeli pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı diğer mahallelerle potansiyeli alınmış olup, yüzdesel olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Diğer Mahallelerle Potansiyeli “DPOT” sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.30 belirlenmiştir.

4.2.12. Otoyola Yakınlık

Otoyola mesafe lojistik faaliyetlerin gerçekleşmesinde önemli kriterlerden biri olarak yer almaktadır. Otoyola yakınlık arttıkça lojistik faaliyetlerin etkinliği artmaktadır.

Bu nedenle otoyola yakınlık önerilen modelde pozitif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı otoyola mesafeler alınmış olup, otoyola yakınlığın mahallenin yüzölçümüne bölümünden elde edilen sonuç modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Otoyola yakınlık "OTO" sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.25 belirlenmiştir.

Tablo 3. Pozitif Kısıtlar ve Ağırlık Katsayıları

Kriter Adı	Ağırlık Katsayısı
Nüfus Yoğunluğu %	0.05
Konut Yoğunluğu %	0.05
İşyeri Yoğunluğu %	0.05
Ortalama Gelir %	0.05
Ortalama Harcama %	0.05
İstihdam Oranı %	0.025
Eğitim Düzeyi Ortalaması %	0.025
POİ Yoğunluğu %	0.05
Karayolu Yoğunluğu %	0.05
Boş Alan Oranı %	0.05
Diğer Mahallelerle Potansiyeli %	0.30
Otoyola Yakınlık %	0.25

4.2.13. Ortalama Trafik Yoğunluğu

Kent merkezlerinde trafik yoğunluğun artması kentsel lojistik faaliyetlerin aksamasına neden olmaktadır. Bu nedenle önerilen modelde trafik yoğunluğu negatif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı Ortalama Trafik Yoğunluğu alınmış olup, yüzdesel olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Ortalama Trafik Yoğunluğu (TY) sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı 0,20 olarak belirlenmiştir.

4.2.14. Nüfus Çoğalma Katsayısı

Nüfus Çoğalma Katsayısı azalmasıyla bölgedeki kentsel lojistik faaliyetlerinde azalmalar gözlenmektedir. Bu nedenle önerilen modelde nüfus çoğalma katsayısı negatif

yönlü parametre kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı Nüfus Çoğalma Katsayıları alınmış olup, yüzdesel olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Nüfus Çoğalma Katsayısı "NC" sembolü olarak gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.60 belirlenmiştir.

4.2.15. Rayiç Bedel

Rayiç bedel, bir gayrimenkulün güncel değeri olarak tanımlanmaktadır. Rayiç bedel, gayrimenkullerin bulunduğu bölgenin gelişmişlik durumu ve gelecekteki imar planlarına göre değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle Kentsel Dağıtım Merkezleri lokasyonlarının seçiminde, ilk yatırım maliyetlerinde rayiç bedelin önemli bir etken olması nedeniyle modelde dikkate alınmaktadır. Rayiç bedel değeri arttıkça ilk yatırım maliyetinin artması ve lokasyon seçiminde negatif etki oluşturması nedeniyle bu çalışmada negatif yönlü parametre olarak kabul edilmektedir. Modelde 2020 yılına ait mahalle bazlı Rayiç Bedel alınmış olup, yüzdesel olarak modelin hesaplanmasına dahil edilmiştir. Rayiç Bedel (RB) sembolü ile gösterilmektedir ve ağırlık katsayısı olarak 0.20 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. Negatif Kısıtlar ve Ağırlık Katsayıları

Kriter Adı	Ağırlık Katsayısı
Ortama Trafik Yoğunluğu %	0.20
Nüfus Çoğalma Katsayısı %	0.60
Rayiç bedel %	0.20

4.3. Modelin Oluşturulması

Bu çalışmada ilk aşamada AHP yöntemi kullanılarak model oluşturulmuştur. İkinci aşamada AHP yöntemi kullanılarak ortaya çıkan sonucun GA yöntemi kullanılarak modeli oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada GA modeli kullanılarak ortaya çıkan sonucun TOPSİS yöntemiyle değerlendirilmesi yapılmıştır. Kurulan model, üç adımda ilerlemektedir;

1.Adım: Analitik Hiyerarşi Prosesi Modelinin Oluşturulması ve Analizi

Çalışmada çıkış noktası olarak Kentsel Lojistik Probleminin çözümünde kullanılabilecek faaliyetlerin neler olduğu sorusuna cevap aranarak başlanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde bahsedildiği üzere kentsel lojistik faaliyetleri beş ana başlıkta ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Daha sonra bu beş faaliyetin hangi kriterlere göre değerlendirileceği sorusu ortaya çıkmıştır. Kentsel lojistiğin hedeflerinden olan hareketlilik, sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik ve dirençlilik kriterleri beş lojistik faaliyetin değerlendirilmesinde kriter olarak seçilmiştir.

Kentsel Lojistik Probleminin çözümünde kullanılan faaliyetler aynı türden bir sayısal veriye dayanmadığı ve faaliyetlerin değerlendirilmesinde birden fazla kriter kullanıldığı için çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntem olarak seçilmiştir.

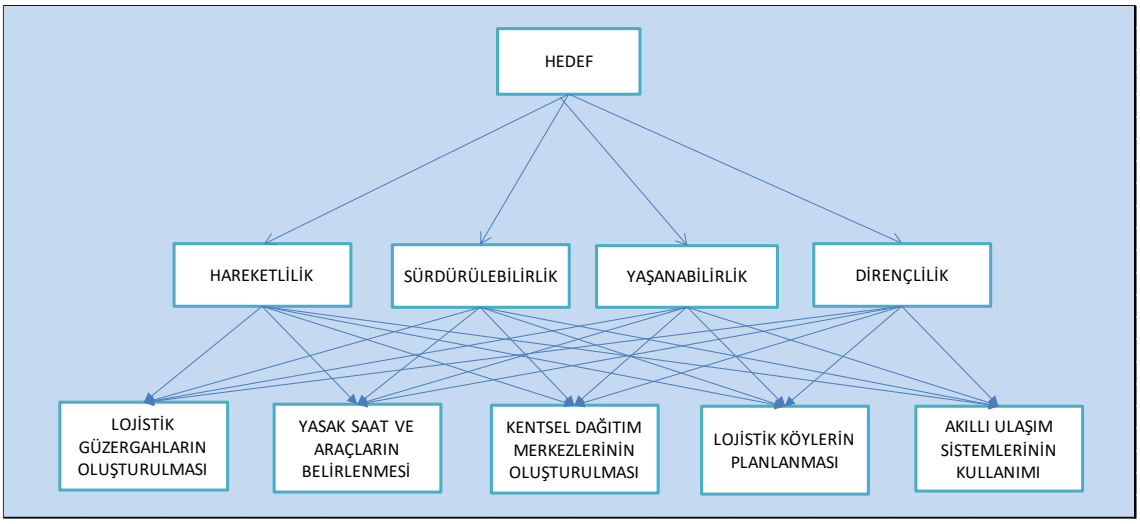
Şekil 16 'da görüldüğü üzere önce modelin hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur. Şekilden görüldüğü üzere faaliyetler;

- Lojistik Güzergahlar,
- Yasak Saatler,
- Kentsel Dağıtım Merkezleri,
- Lojistik Köy,
- Akıllı Ulaşım Sistemleri.

Kriterler ise;

- Hareketlilik,
- Sürdürülebilirlik,
- Yaşanabilirlik,
- Dirençlilik,

olarak belirlenmiştir.



Şekil 16. Kentsel Lojistik AHP Hiyerarşik Yapısı

AHP hiyerarşik yapısı oluşturulduktan sonra anket formları hazırlanarak uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşüyle yapılan değerlendirmede kriterlerin ve faaliyetlerin birbirleri arasındaki ağırlıklandırması yapılmıştır. Tüm uzman görüşlerinin geometrik ortalaması alınarak AHP işlem tablosu oluşturulmuştur.

2.Adım: Genetik Algoritma ile Modelin Analizi

2. aşamada AHP yöntemi ile bulunan Kentsel Dağıtım Merkezi kurulumunun hangi konumda kurulması gerektiği problemi ortaya çıkmıştır. Yapılan değerlendirmede Bölüm 4.2'de belirtildiği üzere literatür taraması ve uzman görüşüyle on beş adet sayısal veriye dayanan kısıt belirlenmiştir. Modelde kullanılacak çalışma alanı 5 ilçe ve 322 mahalleden oluşmaktadır.

Seçilen kısıt sayısının fazla olması ve çalışman alanının sayısal veri büyüklüğü nedeniyle Doğrusal Programlama yöntemleriyle problemin çözülemeyeceği anlaşılmıştır. Kurulacak modelin çok fazla iterasyon gerektirmesi nedeniyle meta-sezgisel yöntemlerin kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.

Meta-sezgisel yöntemler, çözümü zor olan çok değişkenli problemlerin çözümünde en ideal yaklaşımlardan biridir. Meta sezgisel yöntemler Genetik Algoritma, Tavlama Benzetimi ve Tabu Arama yöntemlerinden oluşur. Tabu Arama ve Tavlama Benzetimi tek noktadan arama yaparken, Genetik Algoritma çok fazla çözümün bulunduğu bir popülasyondan arama yapar. Çok fazla bölgeden arama yapması ve

kullanım kolaylığından dolayı meta-sezgisel yöntemlerden Genetik Algoritmanı problemin çözümünde en ideal sonucu vereceği değerlendirildiğinden dolayı yöntem olarak seçilmiştir.

Genetik Algoritma yöntemi kullanılarak yer seçim modelinin Amaç Fonksiyonu oluşturulmuştur. Şekil 17 ‘de gösterilmektedir.

```
clc;
clear;

% Tbl = readtable('BURULAS.xlsx', ...   'Sheet', 'Dataset', ...
% 'VariableNamesRange', 'A1:W1', ...
%    'Range', 'A2:W1072');

 Tbl = readtable('MERKEZSILCE.xlsx', ...
     'Sheet', 'Dataset', ...
 'VariableNamesRange', 'A1:AG1', ...
    'Range', 'A2:AG331');

cityData = [Tbl.MKODU, Tbl.NUFUS, Tbl.KONUT, Tbl.ISYERI, ...
    Tbl.GELIR, Tbl.HARCAMA, Tbl.ISTIHDAM, Tbl.EGITIM, Tbl.POI, Tbl.YOL, Tbl.ALANBOS, Tbl.DPOT, Tbl.OTOYOL ...
    Tbl.TRAFIK, Tbl.NCK, Tbl.RAYIC  ];
ratios = [

    ...% Pozitif yönlü parametreler
    0.05, ... %nufus 1
    0.05, ... % konut 2
    0.05, ... % isyeri 3
    0.05, ... % gelir 4
    0.05, ... % harcama 5
    0.025, ... % istihdam 6
    0.025, ... % egitim 7
    0.05, ... % poi 8
    0.05, ... %yol 9
    0.05, ... %ALANBOS 10
    0.30, ...%DPOT 11
    0.25, ...%OTOYOL 12
    .... % Negatif yönlü parametreler
    0.20, ... %trafik 13
    0.60,  ... %NCK 14
    0.20,  ... %RAYIC 15
    ];

fitFunc = @(x) fitnessBURULAS(x, cityData, ratios);

D = size(cityData, 2) - 1;

Lb =  zeros(1, 16); % [0,0,0,0,0,0,0,0,0,n...]
Ub = ones(1, 16);

options = optimoptions('ga', ...
    'PopulationSize', 80, ...  %80
    'MaxGenerations', 250, ...  %250
    'SelectionFcn', {@selectionroulette}, ...
    'MutationFcn', {@mutationadaptfeasible}, ...
    'CrossoverFcn', {@crossovertwopoint}, ...
    'MaxStallGenerations', 50, ...
    'PlotFcn', {'gaplotbestf', 'gaplotrange'});

[x, Fval, exitFlag, Output] =  ga(fitFunc, D, [], [], [], [], Lb, Ub, [], options);


% ************************************************************************
% DISPLAY RESULTS
% ************************************************************************

errs = zeros(size(cityData, 1), 1);

for i = 1 : size(cityData, 1)
    % Mean Squared Error (MSE)
    errs(i) = immse(x .* ratios, cityData(i, 2:end) .* ratios);
end

% Minimum MSE
% [MSE, idx] = min(errs);
[MSE, idx] = sort(errs);
k = 30; % sum(MSE <= 0.001);

disp(' ');
disp('EN İYİ SONUÇ (ORANLAR): ');
best = array2table(x, "VariableNames", ...
    [ "NUFUS", "KONUT", "ISYERI", "GELIR", "HARCAMA", "ISTIHDAM", "EGITIM", "POI", "YOL", "ALANBOS","DPOT", "OTOYOL", "TRAFIK", "NCK", "RAYIC"]);
disp(best);

disp(' ');
for i = 1 : k
    disp(['MSE: ' num2str(MSE(i)) char(9) ...
        'MKODU: ' num2str(cityData(idx(i), 1)) char(9) ...
        char(Tbl.MAHALLE(idx(i))) '/' char(Tbl.ILCE(idx(i)))]);
end
disp(' ');

fprintf('The number of generations was : %d\n', Output.generations);
fprintf('The number of function evaluations was : %d\n', Output.funccount);
fprintf('The best function value found was : %g\n', Fval);
```

Şekil 17. Genetik Algoritma Modeli Amaç Fonksiyonu

Oluşturulan amaç fonksiyonu MATLAB programı kullanılarak çalıştırılmış ve yapılan iterasyonlar neticesinde en uygun sonuç bulunmuştur.

3.Adım: TOPSİS Yöntemi ile Genetik Algoritma Modelini Kontrol Edilmesi

Bu aşamada oluşturulan Genetik Algoritma modeli sonuçlarının doğruluğunu değerlendirmek için daha küçük bir örneklem bölgesinde TOPSİS yöntemi kullanılarak model oluşturulmuştur.

Oluşturulan TOPSİS modelinde Nilüfer ilçesi değerlendirmeye alınmış ve G.A. ile sonuçları karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM 5. BURSA KENTSEL DAĞITIM MERKEZİ MODELİ UYGULAMASI

5.1. Bursa Genel Bilgiler

Bursa, 10.882 km² yüzölçümü sahip olmakla birlikte, ülkenin yüzölçümü bakımından 27. büyük ilidir ve coğrafi konum olarak Marmara bölgesinin güneyinde yer almaktadır. 2020 yılı sonu itibariyle toplam 3.101.833 nüfusa ulaşan Bursa, gelişmiş sanayi, üretim tesisleri ve şehrin gelişmişlik seviyesinin yüksek olması nedeniyle her yıl göç almakta ve nüfusu artmaya devam etmektedir. Bursa, otomotiv ve tekstil olmak üzere ülkenin en büyük sanayi tesislerine sahiptir ve ülke ihracatına da büyük katkı sağlamaktadır (Bursa Valiliği, 2021).

Tablo 5. Bursa İli ve İlçe Nüfus Sayıları

İLÇE	2015 NÜFUSU	2016 NÜFUSU	2017 NÜFUSU	2018 NÜFUSU	2019 NÜFUSU	2020 NÜFUSU
Büyükorhan	10.774	10.421	10.041	10.042	9.666	9.485
Gemlik	105.484	107.139	109.494	111.488	113.493	115.404
Gürsu	79.540	84.326	84.880	91.339	93.788	96.985
Harmancık	6.574	6.551	6.491	6.576	6.384	6.145
İnegöl	249.091	255.032	257.931	268.155	273.933	281.384
İznik	42.467	42.530	42.616	43.33	43.531	44.102
Karacabey	80.573	81.629	82.408	83.115	83.923	84.666
Keles	12.773	12.452	11.990	12.355	11.997	11.499
Kestel	54.959	57.818	60.720	65.256	68.204	70.865
Mudanya	83.174	86.426	90.282	93.707	97.631	102.523
Mustafakemalpaşa	99.781	99.753	99.972	100.696	101.119	101.820
Nilüfer	397.303	415.818	424.909	441.299	465.956	484.832
Orhaneli	20.371	19.656	19.503	19.492	19.387	19.055
Orhangazi	76.669	77.297	78.048	78.447	79.145	80.118
Osmangazi	826.742	841.756	856.770	862.516	876.048	881.459
Yenişehir	52.591	53.061	53.228	53.704	53.921	54.315
Yıldırım	643.681	649.731	647.520	653.004	657.994	657.176
Genel Toplam	**2.842.547**	**2.901.396**	**2.936.803**	**2.994.521**	**3.056.120**	**3.101.833**

Kaynak: Bursa Valiliği, 2021

Bursa, sanayinin yanında Uludağ gibi kış turizminin önemli noktalarından birine sahip olmakla birlikte, geçmiş dönemlerde Osmanlı'ya başkentlik yapmış olması sebebiyle şehrin eski yerleşim alanlarında tarihi turistik bölgelere de sahiptir. Şehrin

merkezi dışında kalan ilçelerde ise kırsal bölgelerin bulunması nedeniyle tarımsal faaliyetler de gerçekleştirilmektedir. Marmara Denizi'ne cephe olan ilçeler Mudanya, Gemlik ve İznik Gölü kıyısındaki İznik ilçesinde gerçekleştirilen zeytin üretimi ile ülkenin önemli zeytincilik bölgelerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Zeytinciliğin yanı sıra şeftalisi ve deveci armudu ile meşhur bir tarım şehridir.

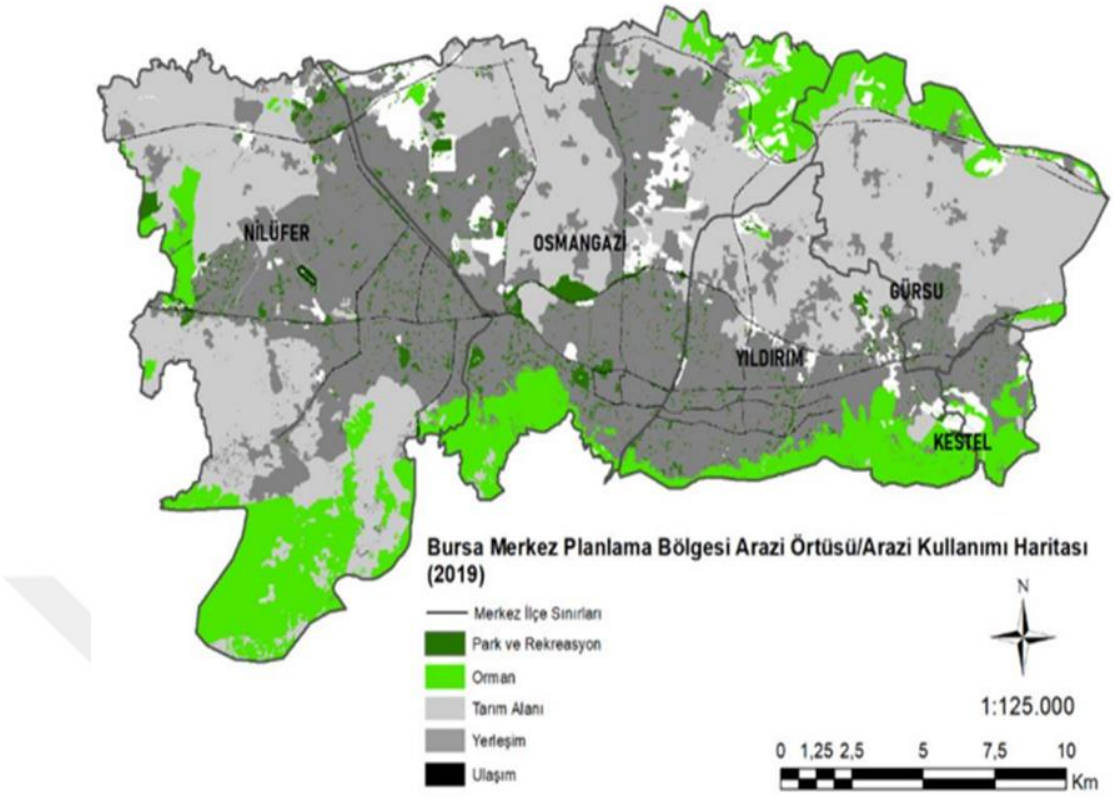
Bursa ili yerel yönetim anlamında 1 Büyükşehir ve 17 ilçe belediyesi olmak üzere toplam 18 adet belediyesi bulunmaktadır. Toplamda 1058 mahalle bulunmaktadır. Nüfus bakımından en büyük ilçeler Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, İnegöl ve Gemlik ilçeleri olarak sıralanmaktadır.



Şekil 18. Bursa İli ve İlçe Sınırları
Kaynak: BUAP, 2018

5.1.1. Kentin Mevcut Arazi Kullanım Yapısı

Bursa, Asya kıtasında 40 derece boylam ve 28-30 dereceler arası enlem daireleri arasında konumlanmaktadır. Toplam yüzölçümü 10.882 km² sahip Bursa, kuzeyinde İstanbul, Kocaeli, Yalova, güneyinde Kütahya, doğusunda Sakarya, Bilecik ve batısında ise Balıkesir illeri yer almaktadır. Kuzeyinde bulunan Marmara Denizi ile denizyolu ulaşımına sahiptir.(Şekil 19)



Şekil 19. 5 Merkez İlçe Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Haritası
Kaynak: Atanur ve Mirici, 2021

Tablo 6. Bursa İlçe Yüzölçümleri ve Nüfusları

İLÇE ADI	YÜZÖLÇÜM (Km²)	BURSA YÜZÖLÇÜMÜNE ORANI (%)	NÜFUS	BURSA NÜFUSUNA ORANI (%)	NÜFUS YOĞUNLUĞU (Km² YE DÜŞEN KİŞİ SAYISI)
Büyükorhan	124	1,1	9 485	0,31	76
Gemlik	413	3,8	115 404	3,72	28
Gürsu	118	1,1	96 985	3,13	822
Harmancık	365	3,4	6 145	0,20	17
İnegöl	1.044	9,6	281 384	9,07	270
İznik	753	6,9	44 102	1,42	59
Karacabey	1.247	11,5	84 666	2,73	68
Keles	640	5,9	11 499	0,37	18
Kestel	423	3,9	70 865	2,28	168
Mudanya	346	3,2	102 523	3,31	296
Mustafakemalpaşa	1.472	13,5	101 820	3,28	69
Nilüfer	909	8,4	484 832	15,63	533
Orhaneli	764	7	19 055	0,61	25
Orhangazi	476	4,4	80 118	2,58	168

Osmangazi	1.165	10,7	881 459	28,42	757
Yenişehir	224	2,1	54 315	1,75	242
Yıldırım	399	3,7	657 176	21,19	1647
Genel Toplam	10.882	100	3.101.833	100	285

Kaynak: Bursa Valiliği, 2021

İlçe yüzölçümü büyüklüklerine bakıldığında ise sırayla Mustafa Kemalpaşa, Karacabey, Osmangazi ve İnegöl ilçeleri yer almaktadır. Nüfus yoğunluklarına bakıldığında ise kent merkezinde yer alan Yıldırım, Gürsu, Osmangazi, Nilüfer ilçeleri sıralanmaktadır.(Tablo 6)

5.1.2. Temel Sektörlerle Bursa Ekonomisi

Bursa ili, gelişmiş düzeyde sanayi ve ticaret faaliyetlerinin sürdürüldüğü ve sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında 2018 yılı itibariyle Türkiye genelinde 5. sırada yer almaktadır. İl genelinde istihdamın sektörel dağılıma bakıldığında hizmet 49.9, sanayi 39.5 ve tarım ise 11.2 ile gerçekleşmektedir (Bursa Valiliği, 2021).

Bursa ili toplamda 1.088.638 hektar alana sahip olup, bu alanın 369.728 hektarında tarım alanı mevcuttur. İklim şartlarına bağlı olarak çeşitli meyve ve sebze üretiminin gerçekleştiği kentte sofralık zeytin, şeftali, incir, armut, ahududu vb. ürünlerde ülkenin önemli üretim noktalarından biri olarak kabul edilmektedir.

Bursa İli Marmara Bölgesi'nde 2020 yılı ihracat rakamlarına göre İstanbul'un ardından gelmektedir. Başta otomotiv olmak üzere tekstil ve makine ile ülke içerisinde imalat sanayi sıralamasında üçüncü sırada yer almaktadır. Bursa'nın yoğun sanayileşme süreci beraberinde çevre kirliliğine de yol açmış olup; yoğun kirlenmeye maruz kalmış ortamlara ilişkin ciddi çevre koruma önlemlerinin alınması gerekmektedir.

Bursa'nın imalat sanayisini, Türkiye'de GSYİH'nın yaratılmasında etken olan sektörlerin büyük bir kısmı oluşturmaktadır. Özellikle tekstil ve konfeksiyon, otomotiv ana ve yan sanayi, makine-metal eşya sanayileri, gıda sanayi ve mobilya sanayi Bursa'nın imalat sanayinin temel belirleyicisi olmaktadır. Sektörleri ayrıntılı olarak incelediğimizde;

Otomotiv sektörünün kalbinin attığı merkez olması açısından Bursa binek tipi otomobil, kamyonet, minibüs-midibüs ve kamyon üretiminin gerçekleştirildiği dört adet araç üretim fabrikası bulunmakta olup, yerli otomobil markası TOGG fabrikasının yapımı devam etmekte ve 2023 yılı itibariyle seri üretime başlaması beklenmektedir. Bu fabrikalara ek olarak yüzlerce yan sanayi firması ile otomotiv üretiminin önemli bir merkezi konumundadır. Türkiye'de 2020 yılında toplam 855.043 adet araç üretilmiştir. Üretilen araçların 562.304 adedi Bursa'da üretilmiştir. Bu rakamla Türkiye'de üretilen araçların yaklaşık %66'sı tek başına Bursa'da üretilmektedir. Üretilen araçların ise 461.605 adedi otomobil, 100.699 adedi ise hafif ticari araç olarak üretilmiştir (Bursa Valiliği, 2021).

Tekstil sektörü geçmişten günümüze, Bursa'nın geleneksel endüstri dokusunda, odak sayılabilecek bir görünüm sergilemektedir. Emek yoğun bir sektör olması sebebiyle de Bursa istihdamını sırtlayan sektör konumundadır. Sektör, pamuklu dokuma, suni ve sentetik iplik üretimi, yünlü dokuma, fantezi iplik üretimi, örme ve trikotaj, havlu, boya-apre-emprime, konfeksiyon, hazır giyim şeklinde alt sektörlere ayrılmış durumdadır.

Bursa'nın doğal şartlar itibariyle uygun bir fiziki konumda bulunması, tarım ürünlerinin, kalite, miktar ve çeşit yönünden zenginlik göstermesine imkan sağlamaktadır. Bursa'da gıda endüstrisine ilişkin olarak hemen her dalda faaliyet gösteren firmalar mevcuttur. Özellikle meyve suyu, alkolsüz içki, konserve, konsantre salça üretiminde Bursa'da mevcut kapasiteler, Türkiye genelinde önemli paya sahiptir.

Bursa'da özellikle ihracat açısından hızla büyüyen bir diğer sektör de makine ve metal sektörüdür. Sektör, şu an Bursa'da mal çeşitliliği ile çok sayıda ülkeye ürünlerini ihraç etmektedir. Tekstil makineleri, ambalaj makineleri, CNC, hidrolik pres, hidrolik makas ve ağır makineler üretim ve ihraç kalemlerinin önemli bölümünü oluşturmaktadır.

2020 yılı rakamlarına göre Türkiye'deki toplam aktif sigortalı çalışanın % 4,18'i Bursa ilinde bulunmaktadır. Toplam aktif sigortalı çalışanın sayısının yaklaşık 1 milyona ulaştığı kentte çalışanların büyük kısmının işçi grubu oluşturmaktadır. İldeki işsizlik oranı ise Türkiye ortalamasının altında % 11,2'dir (Bursa Valiliği, 2021).

Tablo 7. Sektörel Firma Dağılım Sayıları

Sektörler	Üye Sayısı	% Dağılım
İnşaat	8079	17,61%
Hizmet	7521	16,40%
Tekstil	6748	14,71%
Otomotiv	4289	9,35%
Gıda	2909	6,34%
Perakende	2480	5,41%
Makina	2343	5,11%
Mobilya	1631	3,56%
Finans	1532	3,34%
Kimya	1512	3,30%
Sağlık	1353	2,95%
Enerji	1000	2,18%
Turizm	994	2,17%
İletişim	970	2,11%
Bilişim	791	1,72%
Eğitim	733	1,60%
Çevre	546	1,19%
Maden	434	0,95%
Toplam	**45865**	**100,00%**

Kaynak: BTSO, 2021

5.1.3. Bursa Dış Ticaret Faaliyetleri

Bursa yoğun sanayi faaliyetleri, sahip olduğu limanlar, ulaşım ağı ve coğrafi konumu itibariyle ülkenin önemli dış ticaret merkezlerinden biridir. 2020 Yılı Türkiye İhracatçılar Meclisi verilerine göre ülke genelinde en çok ihracat yapan 1000 firma içerisinde Bursa merkezli toplam 61 firma yer almaktadır (TİM, 2021).

Bursa ihracatının önemli bir kısmı motorlu kara taşıtları ve yan sanayi oluşturmaktadır. Tekstil ve hazır giyim sektörü ikinci sırada ihracat payına sahiptir. Daha sonra makine ve metal sanayi, mobilya ve gıda sektörü önemli ihracat alanları olarak dikkat çekmektedir. Tarım ve madencilik sektörü ihracatta çok küçük bir paya sahiptir.

İthalat rakamları incelendiğinde otomotiv, makine ve metal sektörü önemli iki sektör alarak yer almaktadır. Bursa iline ait yıllara göre ihracat rakamları Tablo 8 ’de yer belirtilmektedir.

Tablo 8. Yıllara Göre İhracat Rakamları

Yıllar	İhracat Rakamı	Ülke İçerisindeki Sıralaması
2015	9.140.463	3
2016	10.364.727	2
2017	11.066.414	2
2018	11.716.921	3
2019	10.898.036	3
2020	9.553.588	3

Kaynak: TÜİK, 2021

5.1.4. Bursa Organize Sanayi Bölgeleri

Sanayi faaliyetlerinin yoğun olarak sürdürüldüğü kentte kentin çeşitli bölgelerine yayılmış şekilde toplam 17 adet Organize Sanayi Bölgesi bulunmaktadır. Bursa ilinde bulunan organize sanayi bölgelerinin bulundukları ilçeler Tablo 9’da belirtilmektedir.

Tablo 9. Bursa’da Bulunan Organize Sanayi Bölgeleri

Organize Sanayi Adı	Bulunduğu İlçe
Bursa Organize Sanayi Bölgesi	Nilüfer
Bursa Teknoloji Organize Sanayi Bölgesi	Karacabey
Hasanağa Organize Sanayi Bölgesi	Nilüfer

Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi	**Osmangazi**
Uludağ Organize Sanayi Bölgesi	**Gürsu**
İnegöl Organize Sanayi Bölgesi	**İnegöl**
İnegöl Mobilya Ağaç İşleri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi	**İnegöl**
Kestel Organize Sanayi Bölgesi	**Kestel**
Mustafa Kemalpaşa Organize Sanayi Bölgesi	**Mustafa Kemalpaşa**
Mustafa Kemalpaşa Mermerciler Organize Sanayi Bölgesi	**Mustafa Kemalpaşa**
Nilüfer Organize Sanayi Bölgesi	**Nilüfer**
Yenişehir Organize Sanayi Bölgesi	**Yenişehir**
Bursa İhtisas Deri Organize Sanayi Bölgesi	**Nilüfer**
TOSAB Bursa Tekstil Boyahaneleri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi	**Nilüfer**
Barakfakih Organize Sanayi Bölgesi	**Osmangazi**
Kayapa Organize Sanayi Bölgesi	**Nilüfer**
Yenice Organize Sanayi Bölgesi	**İnegöl**

5.2. Bursa Ulaştırma Altyapısının Mevcut Durumu

5.2.1. Karayolu Ulaştırması Mevcut Durumu

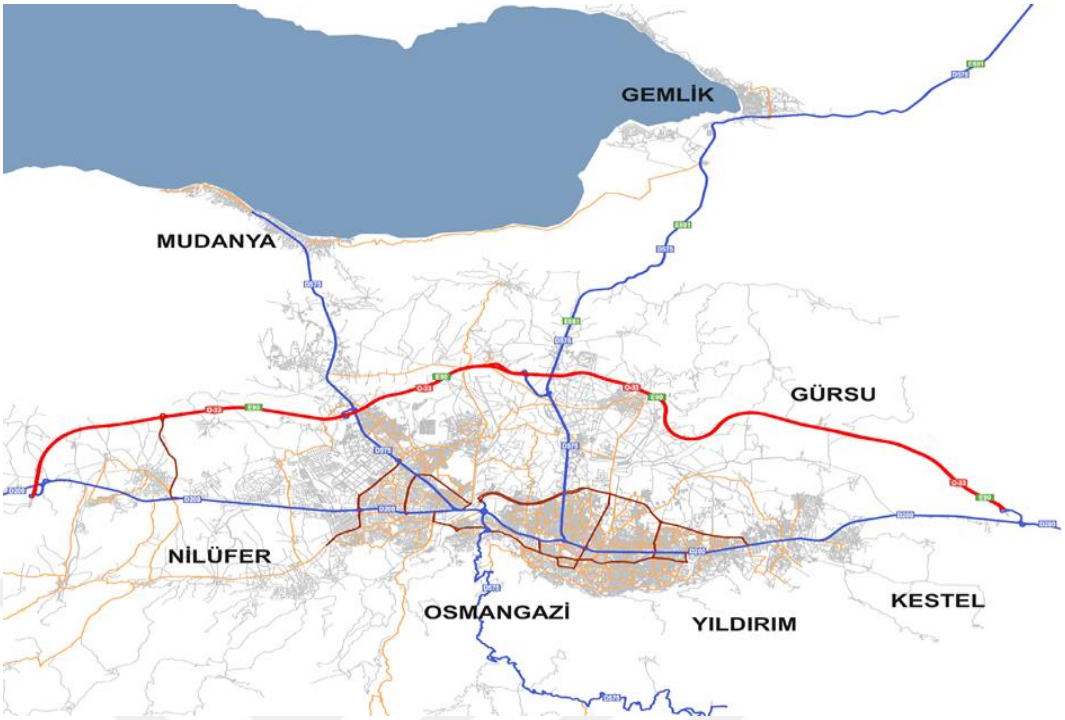
Bursa'da karayolu ağı; Karayolları 14.Bölge Müdürlüğünün sorumluluğunda 131 km otoyol, 432 km devlet yolu, 615 km il yolu olmak üzere toplam 1178 km. yol ağına sahiptir (KGM, 2021). Bursa Büyükşehir Belediyesinin sorumluluğundaki yaklaşık İl Yolu ve Devlet Yolu ile birlikte 505 km uzunluğundaki ana trafik arterleri ve tali yollardan oluşmaktadır.(Şekil 20)



Şekil 20. KGM 14. Bölge Müdürlüğü Sorumluluğundaki Yol Ağı
Kaynak: KGM, 2021

Bursa il sınırları içerisinde şu an İstanbul-İzmir İstikametinde bir Otoyol mevcuttur. Bu Otoyolda geçiş ücreti alınmamaktadır. İzmir – Gebze Otoyolunun Bursa etabının 2017 yılının mart ayında faaliyete geçmesiyle birlikte Bursa-İstanbul otoyolu ve Osmangazi Köprü geçişi ücretli hale gelmiştir.

Şekil 21 ’de görüldüğü üzere mevcut durumda Bursa’nın kuzeyinden doğu batı aksında Otoyol, yine kuzey kısmından geçen Yakın Çevre Yolu, doğu batı aksında Ankara Yolu ve İzmir Yolu, Yalova Yolu ve Mudanya Yolu ana aksları teşkil etmektedir.



Şekil 21. Bursa Ana Trafik Arterleri
Kaynak: BUAP, 2011

Bursa ilinde, 2020 TÜİK verilerine göre verilerine göre 535.851 adet Otomobil olmak üzere toplam 958.803 adet motorlu taşıt bulunmaktadır.

Bursa'da 2020 yılı nüfus verilerine göre her 1000 kişiye düşen toplam araç sayısı 309 iken otomobil olarak her bin kişiye düşen araç sayısı 172 olmuştur ve Türkiye ortalamasının üzerindedir. Gelişmekte olan illerin özel araç sahipliliğinin artışını durdurmak mümkün değildir. Araç sahipliliğindeki büyüme, trafik seviyesinde de eşdeğer bir büyümeye neden olmaktadır. Tablo 10'da Bursa ilinde son beş yılda araç tiplerine göre araç sahipliği tablosu verilmiştir (Bursa Valiliği, 2021).

Tablo 10. Yıllara ve Araç Türlerine Göre Kayıtlı Araç Sayıları

Yıllar	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Diğer	TOPLAM
2015	398.668	12.432	9.046	142.497	25.771	144.237	**732.651**
2016	451.246	13.802	8.907	186.249	20.508	170.215	**850.927**
2017	473.250	14.173	8.734	161.616	27.976	158.237	**843.986**
2018	496.823	14.797	8.507	168.119	20.877	181.701	**890.824**
2019	509.047	15.085	8.152	170.965	20.903	189.291	**913.443**
2020	535.851	15.666	8.135	177.478	21.026	200.647	**958.803**

Kaynak: Bursa Valiliği, 2021

5.2.2. Havayolu Ulaştırması Mevcut Durumu

Bursa'da hali hazırda iki adet Havaalanı mevcuttur. Şehir merkezinde bulunan Yunuseli Havaalanı Pist uzunluğu nedeniyle tarifeli uçuşlar için kullanamamaktadır. Kent merkezinin uzağında bulunan Yenişehir Havaalanından mevcut durumda tarifeli uçuşlar yapılmaktadır.

Sivil-askeri amaçla kurulan Yenişehir Havaalanının şehre uzaklığı 50 km olup 2993x45 ve 2993x30 metre boyutlarında iki adet beton kaplama pisti bulunmaktadır.

Kargo ünitesi toplamda 9460 m^2 kapalı alana sahip olmakla birlikte; her biri 117 m^3 hacimden oluşan 8 adet 12600 kcal/h gücünde, modern soğuk hava deposuna sahiptir. Aynı anda 6 adet uçak park sahası kapasitesine sahiptir.

Atıl durumda bulunan Bursa Yenişehir Havaalanın hava kargo taşımacılığı alt yapı imkânlarını değerlendirmek maksadıyla, BTSO çatısı altında Bursa Büyükşehir Belediyesi ve Bursa Valiliğinin de katkıları ile çalışma başlatılmıştır.

Bursa ve çevresindeki sanayi ve tarım ürünlerinin hava yolu ile ihracatında İstanbul hava limanlarından istifade edilmektedir. Devam eden İstanbul – İzmir otoyolu ile birlikte zaman ve maliyet açısından hava yolu ile ihracatta verimliliği tartışma götürmeyecek olan Bursa Yenişehir Havaalanın bu yeteneğini artmıştır.

Halen inşaatı devam eden demiryolu projesinin Yenişehir Havaalanına çok yakın bir noktada istasyonun planlanması ve mevcut hattın yük taşımasına elverişli olması

havaalanın, kargo ve lojistik amaçlı kullanımı artıracağı ve yeni bir potansiyel haline geleceği öngörülmektedir.

Hava yolu kargo taşımacılığı yapan firmalar ile yapılan ön görüşme neticesinde Bursa ve çevresinde hava kargo taşımacılığı ürün segmentinde otomotiv, tekstil ve yaş sebze-meyvenin ciddi bir potansiyel olduğu tespit edilmiştir.

5.2.3. Demiryolu Ulaştırması Mevcut Durumu

Bursa'da mevcut durumda demiryolu hattı bulunmamaktadır. Ulaştırma Bakanlığı tarafından projelendirilen Osmaneli-Yenişehir-Bursa-Bandırma hızlı tren hattının faaliyete geçmesiyle birlikte demiryolu altyapısı sağlanmış olacaktır. 2024 yılında bitirilmesi planlanan hatta yolcu ve yük taşımacılığı birlikte yapılacaktır. Planlanan demiryolu hattının yük taşımasına elverişli olması, Bursa yük potansiyeli açısından önemli bir gelişme olacaktır.

Ayrıca Osmaneli-Bursa-Bandırma Hızlı Tren etabına entegre edilmesi planlanan ve ihale aşamasında olan Gemlik limanlar bölgesi iltisak hattı ile birlikte, özellikle Gemlik limanlarının hinterlandında olan Eskişehir, Bilecik, Kütahya, Ankara vb. şehirlerden karayolu ile gelen yükün önemli bir kısmının demiryolu ile taşınması sağlanacaktır.

5.2.4. Denizyolu Ulaştırması Mevcut Durumu

Hali hazırda Bursa'da Güzelyalı ve Mudanya olmak üzere iki adet yolcu taşımacılığı yapılan iskele mevcuttur. Güzelyalı iskelesinde İstanbul Deniz Otobüsleri (İDO) tarafından işletmecilik yapılmaktadır. Arabalı feribot ile araç ve yolcu, deniz otobüsüyle sadece yolcu taşımacılığı altyapısı mevcuttur.

2013 yılında Bursa Büyükşehir Belediyesinin iştiraki olarak hizmete giren Bursa Deniz otobüsleri (BUDO) Mudanya İskelesi ile İstanbul-Sirkeci iskelesi arasında günde yaklaşık 8 sefer sıklığı ile hizmet vermektedir

Gemlik Liman Bölgesi, Bursa'nın en büyük ve önemli yük limanı olarak hizmet vermektedir. Gemlik Liman Başkanlığının verilerine göre toplamda, 13.000.000 Ton genel kargo, 1.670.000 TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) konteyner, 650.000 adet araç

elleçleme kapasitesi ile sadece Bursa'nın değil Türkiye'nin de en önemli Yük Limanları bölgelerinden birini oluşturmaktadır. Gemlik Limanlar Bölgesinde 600.000 m^2 gümrüklü, 270.000 m^2 gümrüksüz terminal sahası bulunmaktadır. Bursa ilinde, Gemlik Liman Başkanlığı kontrolünde hizmet veren 6 adet Limanıyla bölgenin en önemli dış ticaret merkezlerinden biri olma özelliği taşımaktadır.

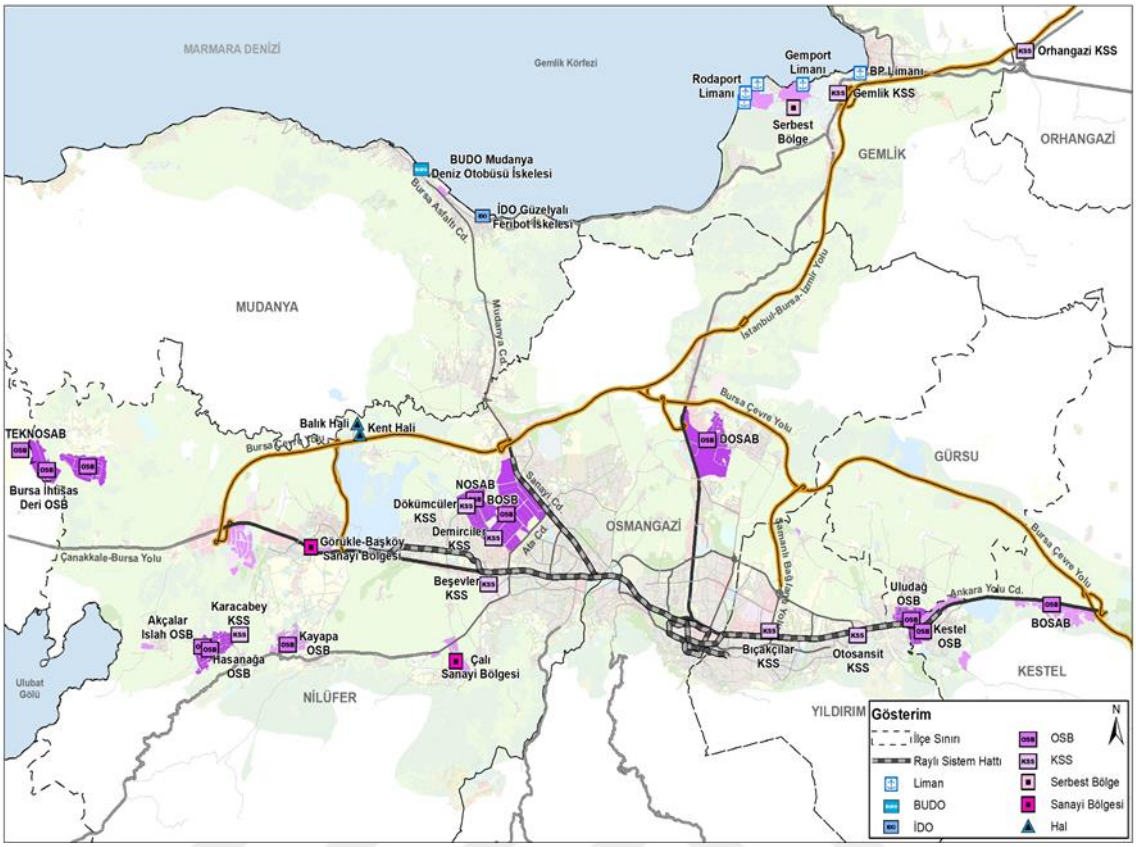
2014 yılında Gemlik Limanı sınırlarında mevcut liman, rıhtım ve iskelelere yerli ve yabancı bayraklı 3.982 adet, 2015 yılında 3914 adet ve 2016 yılında 3992 adet gemi hareketi olmuştur.

Yine 2016 Gemlik Liman Başkanlığı verilerine göre limanlarda 7.676.015 ton yük gelmiş ve 5.596.793 ton yük çıkışı olmuştur. Toplamda 13.272.808 ton yük elleçlemesi gerçekleştirilmiştir.

5.3. Kentsel Lojistik

Büyükşehir Belediyesinin görüşüne göre, karayolu ağının fonksiyon yeteneğinin ve trafik akışının güvenliğinin (bilhassa zirve trafik saatlerinde) sağlanabilmesi için, şehir merkezindeki lojistik trafiğine mahsus düzenlemeler söz konusudur. Mevcut durumda, Bursa'daki yüklerin dağıtımı, kargo işletmeleri, ambarlar, taşıma kooperatifleri ve daha küçük özel nakliye şirketleri sahip oldukları kendi firma araçları ile gerçekleştirmektedir. Bursa'daki nakliye şirketleri ilgili Esnaf Odası'nın zorunlu üyeleridir.

Şekil 22'de görüldüğü üzere şehir merkezinde doğu batı ve kuzey yönlerinde dağılmış olarak Organize Sanayi Bölgeleri, Küçük Sanayi Siteleri, Limanlar, Serbest Bölge, Kent Hali vb. yük üreten oldukça fazla çekim noktası bulunmaktadır. Söz konusu ticari ve endüstriyel faaliyetlere hizmet sağlamak üzere şehir içinde gelişi güzel dağılmış birçok depo, antrepo, tır kamyon parkı, gümrük vb. lojistik unsurlar yer almaktadır. Lojistik çekim noktalarının şehir yerleşimi ile iç içe olması kentsel lojistikten kaynaklanan trafik sıkışıklığı, gürültü, hava kirliliği vb. birçok sorunu beraberinde getirmektedir.



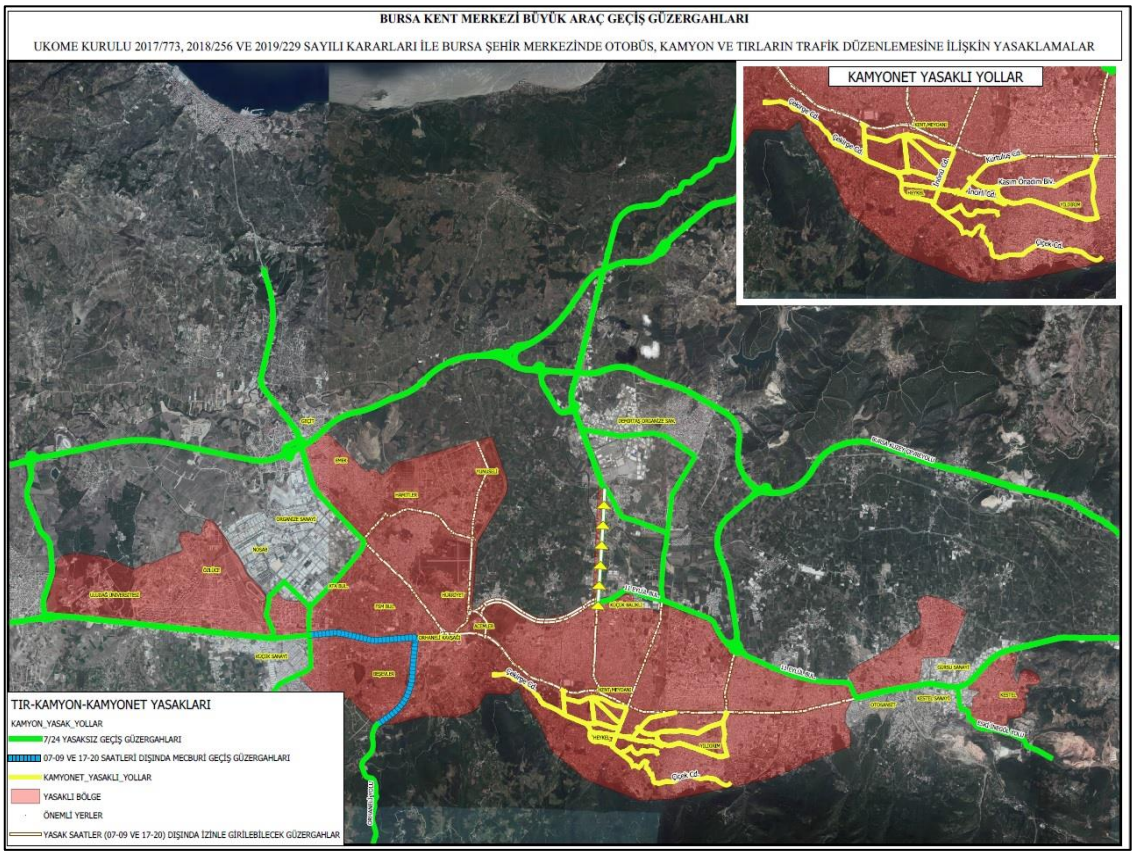
Şekil 22. Bursa Yük Trafiği Haritası
Kaynak: BUAP, 2018

Söz konusu lojistik faaliyetlerin kent trafiğine olumsuz etkisini azaltarak bir düzen dahilinde sağlamak üzere Ulaşım Koordinasyon Merkezi (UKOME) Kurulu tarafından bir dizi kararlar alınmıştır. Şekil 23'de görüldüğü üzere alınan UKOME kararlarında;

- Yeşil renkli güzergahlar hiçbir kısıtlama olmaksızın 7/24 serbest esasına dayalı olarak tüm yük araçlarına (tır, kamyon, kamyonet, iş makinası vb.) kesintisiz olarak hizmet vermektedir.

- Kırmızı olarak taralı alanlar yasaklı bölgeler olup 3,5-21 ton ağırlık taşıma kapasitesi arasındaki kamyonlar zirve saatler (07:00-09:00 – 17:00-20:00) haricinde trafik zabıtasından alınacak izinle yasaklı bölgelere girebilirler. 21 ton ağırlık taşıma kapasitesi üzerindeki kamyonlar ve tırlar 22:00 – 06:00 saatleri arasında trafik zabıtasından alacakları izinle yasaklı bölgelere girebilirler.
- Sarı renkle işaretli yollar kent merkezinde trafik yoğun bölgeler olup yük taşıma kapasitesi 3,5 tona kadar olan kamyonetler 08:00-10:00 – 12:00-14:00 – 16:00-

18:00 saatleri arasında haritada sarı ile işaretli yollarda yük indirme bindirme yapamazlar.



Şekil 23. Bursa B.B. Lojistik Güzergahlar ve Yasaklı Bölgeler Haritası
Kaynak: Bursa B.B. UKOME Kararları

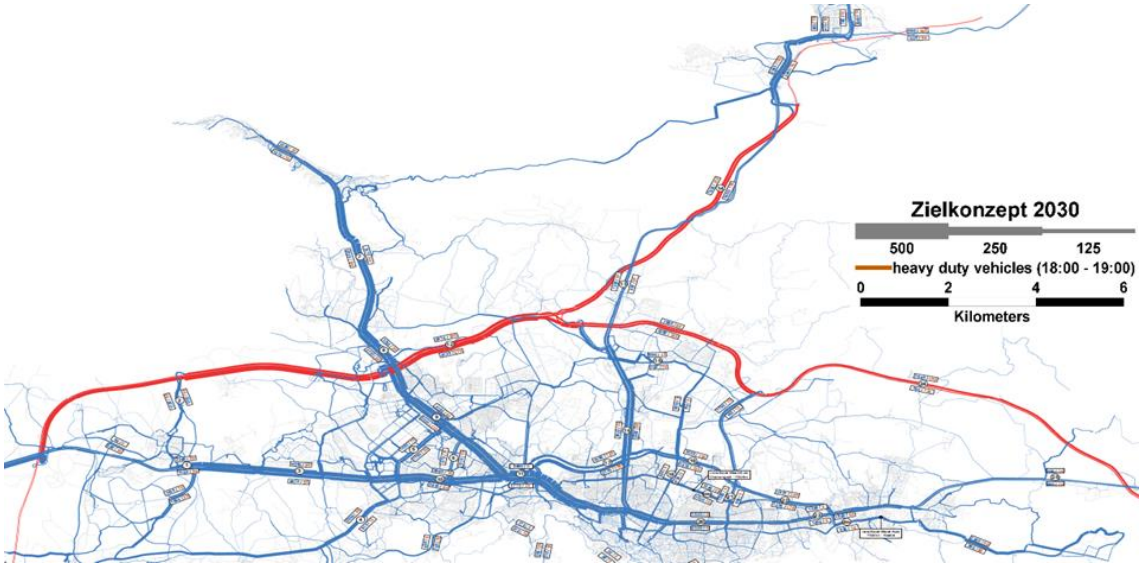
Alınan kararlar doğrultusunda tüm güzergah üzerinde yönlendirme tabelaları ve işaretlemeler ile Şekil 24'te görüldüğü üzere yönlendirmeler yapılarak sürücülerin ilgili kararlara uyması sağlanmıştır. Söz konusu düzenlemelerin şehir merkezinde kentsel lojistikten kaynaklanan trafik yoğunluğuna ciddi etkileri olduğu görülmüştür.



Şekil 24. Bursa B.B. Lojistik Güzergah Yönlendirme Tabelaları

Şekil 25 ’de görüldüğü üzere Bursa büyükşehir belediyesinin 2011 Ulaşım verileri ışığında yaptırmış olduğu Ulaşım Ana Planı 2030 atama senaryosunda Bursa’da yakın gelecekte yük taşımacılığından kaynaklanan yüksek bir trafik yoğunluğunun oluşacağı özellikle şehrin batı bölgesinde İzmir yolu - Mudanya yolu aksında ve otoyolun batı güzergahında lojistik trafiğin önemli bir artış göstereceği gözlemlenmektedir.

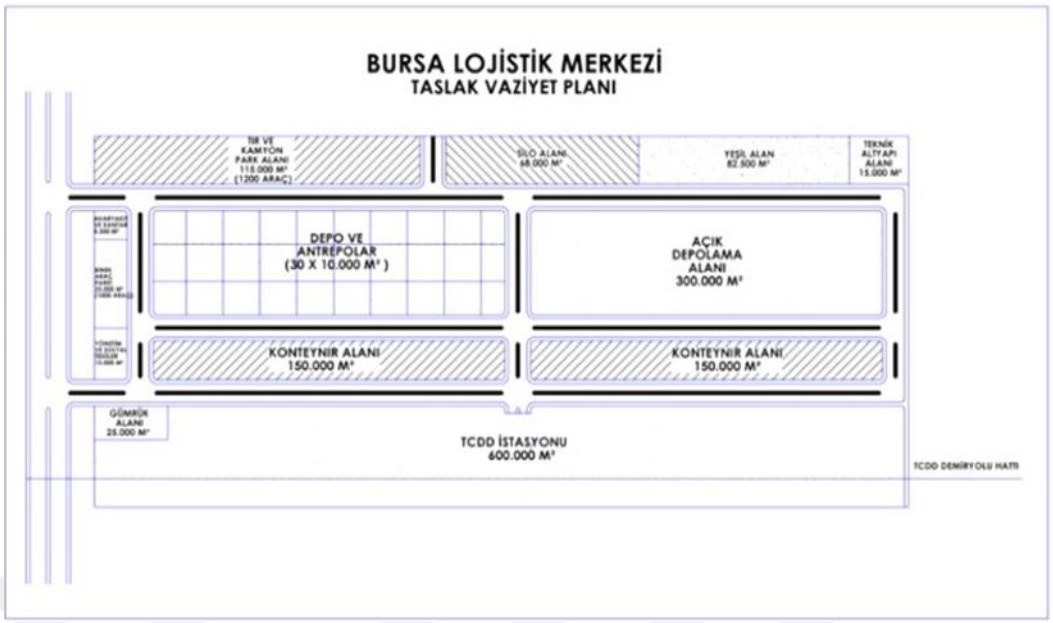
Şehirde akan yük trafiğinin Lojistik Merkez/Merkezler marifetiyle tek elden verimli ve düzenli olarak yönetilmesi, yeni gelişen bölgelerde planlamanın kentsel lojistik alanı düşünülerek ele alması kaçınılmaz hale geleceği düşünülmektedir.



Şekil 25. Bursa B.B. Ulaşım Ana Planı 2030 Yük Taşımacılığı Ataması
Kaynak: BUAP, 2011

Bu amaçlarla 2013 yılında Bursa Lojistik Merkez Fizibilite Raporu hazırlanmıştır. Rapor aşamasında 400 adet lojistik hizmeti alan ve 100 adet lojistik hizmeti veren firma ile anket çalışması yapılmış, 10 adet firma ile yüz yüze görüşme ve 2 adet çalıştay yapılarak kurulması planlanan lojistik merkezin büyüklüğü, konumu, hangi alanlarda hizmet sağlaması gerektiği analiz edilmiştir.

Çalışma neticesinde Şekil 26'da görüldüğü üzere taslak vaziyet planı oluşturulmuştur. Bursa'daki endüstriyel ve ticari faaliyetlere hizmet sağlamak üzere tren yolu ile taşımacılık yapılabilecek altyapının olduğu, konteyner alanları, depolar, antrepolar, açık depo alanları, silolar, tır kamyon parkı, gümrük alanının bulunduğu, gümrük müdürlüğü, idari yapı ve teknik alanları bulunan 2000 dönümlük bir yerleşim planı yapılmıştır.



Şekil 26. Bursa Lojistik Merkezi Taslak Vaziyet Planı

Böylelikle Bursa ilinde depolama, taşıma, yük, indirme bindirme, tır kamyon parkı ihtiyaçlarından kaynaklanan trafik yükünün, tek noktadan sevk ve idare edilerek şehir yaşamanı olumsuz etkisinin en aza indirecek, sürdürülebilir, verimli ve rekabetçi bir şehir ekonomisinin oluşması planlanmıştır.

Bursa'da kentsel lojistik faaliyetleri kapsamında lojistik güzergah oluşturulması, yasak bölge ve saat düzenlemeleri, Lojistik Merkez çalışmaları haricinde Akıllı Ulaşım Sistemleri alanında da çalışmalar yürütülmektedir.

Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından trafiği daha etkin yönetmek amacıyla Trafik Yönetim Merkezi kurulum çalışmalarına başlanmıştır (Şekil 27). 2022 yılsonunda devreye alınması beklenen merkezle birlikte trafiğe etkin müdahale, anlık sürücü yönlendirme, kaza bilgisi, yol ağı kapasitesinin etkin kullanımı vb. birçok yetenek kazanılacaktır.



Şekil 27. Bursa Trafik Yönetim Merkezi

Bu kapsamda yük araçlarının etkin kullanımını sağlamak amacıyla rota planlama, araç yönlendirme, yasaklı bölge bilgisi, alternatif güzergahlar vb. bilgilendirmeler yapılacaktır. Böylece yük araçlarının trafikte kalma süresi ve kat edilen mesafe azaltılarak kentsel lojistik problemine olumlu katlı sağlanmış olacaktır.

Bu çalışma Bursa kent yönetimi tarafından yürütülen kentsel lojistik düzenlemeleri ve faaliyetleri haricinde, hangi planlamaların kent trafiğine olumlu katkı sağlayacağı konusunda öneriler getirmektedir.

5.4. AHP Modelinin Sonuçları

Bölüm 4.3'te oluşturulan AHP Hiyerarşik yapısında bulunan her bir kriterin ve faaliyetin uzman görüşü kullanılarak ağırlıklandırılması yapılmıştır. Tüm uzman görüşlerinin geometrik ortalaması alınarak Tablo 11 ve Tablo 12 'deki ortalamalar oluşturulmuştur.

Tablo 11. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

	HAREKETLİLİK	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	YAŞANABİLİRLİK	DİRENÇLİLİK
HAREKETLİLİK	1	0.724779664	1.807370318	2.626527804
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	1 3/8	1	0.84412088	3
YAŞANABİLİRLİK	0.553290042	1.184664453	1	1.475773162
DİRENÇLİLİK	0.380730788	0.333333333	0.677610913	1

Tablo 12. Projelerin Ağırlıklandırılması 1

HAREKETLİLİK	LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	YASAK SAATLER	KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	LOJİSTİK KÖY	AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ
LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	1	5.156315783	0.193547485	0.525305561	0.677610913
YASAK SAATLER	0.19393692	1	0.158096041	0.254046747	0.186983975
KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	5.166690748	6.325269095	1	1.933182045	2.713085417
LOJİSTİK KÖY	1.903653939	4	0.517281858	1	1.379729661
AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ	1.475773162	5.348051879	0.368584046	0.724779664	1

Uzman Görüşlerinin geometrik ortalaması alındıktan sonra yapılan Tablo 13, 14, 15, 16, 17 'daki iterasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 13. Projelerin Ağırlıklandırılması 2

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	YASAK SAATLER	KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	LOJİSTİK KÖY	AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ
LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	1	4.663175051	0.281373627	0.84412088	1.051547497
YASAK SAATLER	0.214446164	1	0.163438051	0.229373842	0.229373842
KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	3.553993358	6.118526224	1	3.680109614	2.713085417
LOJİSTİK KÖY	1.184664453	4 1/3	0.271731037	1	1.551845574
AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ	0.950979393	4.359695041	0.368584046	0.644394015	1

Tablo 14. Projelerin Ağırlıklandırılması 3

YAŞANABİLİRLİK	LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	YASAK SAATLER	KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	LOJİSTİK KÖY	AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ
LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	1	2.141127368	0.350515832	1.051547497	0.616267827
YASAK SAATLER	0.467043677	1	0.163706203	0.338503759	0.271731037
KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	2.852938178	6.108504014	1	2.626527804	2.141127368
LOJİSTİK KÖY	0.950979393	3	0.380730788	1	1.551845574
AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ	1.622671112	3.680109614	0.467043677	0.644394015	1

Tablo 15. Projelerin Ağırlıklandırılması 4

DİRENÇLİLİK	LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	YASAK SAATLER	KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	LOJİSTİK KÖY	AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ
LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	1	3.743324423	0.39424132	1.035485788	0.517281858
YASAK SAATLER	0.267142221	1	0.138187824	0.677610913	0.281373627
KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	3.111554123	7.236527564	1	2.713085417	2.667268608
LOJİSTİK KÖY	0.965730299	1 1/2	0.368584046	1	1.820564203
AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ	1.933182045	3.553993358	0.374915371	0.549280272	1

Tablo 16. Projelerin İterasyonu

	HAREKETLİLİK	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	YAŞANABİLİRLİK	DİRENÇLİLİK
LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	0.13164	0.31447	0.14489	0.15726
YASAK SAATLER	0.04503	0.04582	0.06170	0.06287
KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	0.43181	0.45649	0.41388	0.43414
LOJİSTİK KÖY	0.21289	0.18159	0.18797	0.16767
AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ	0.17863	0.15613	0.19156	0.17806

Tablo 17. Kriterlerin iterasyonu

	AĞIRLIK ORTALAMASI
HAREKETLİLİK	0.51339
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0.11875
YAŞANABİLİRLİK	0.26696
MOBİLİTE	0.10089

Tablo 18. Alternatif Çözümlerin Sonuç Tablosu

	PUAN	YÜZDE
LOJİSTİK GÜZERGAHLAR	0.19692	19.7%
YASAK SAATLER	0.05145	5.1%
KENTSEL DAĞITIM MERKEZLERİ	0.43582	43.6%
LOJİSTİK KÖY	0.19128	19.1%
AKILLI ULAŞIM SİSTEMELERİ	0.17436	17.4%

AHP Modeli ile kriterlerin ağırlıklandırılması gerçekleştirilmiştir. Yapılan işlemler sonucunda %43.6 oranıyla Kentsel Dağıtım Merkezi, %19,7 oranıyla Lojistik Güzergahlar, %19,1 oranıyla Lojistik Köy, %17,4 oranıyla Akıllı Ulaşım Sistemleri ve % 5.1 oranıyla Yasak Saatler belirlenmiştir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde Kentsel Dağıtım Merkezlerinin kurulumu Haraketlilik, Sürdürülebilirlik, Yaşanabilirlik ve Dirençlilik kriterlerini %43,9'luk ağırlığıyla en fazla etkileyen kriter olarak ortaya çıkmaktadır. Doğru yerde ve büyüklükte planlanacak Kentsel Dağıtım Merkezleri şehir içine dağıtılan ve toplanan lojistik yükün daha küçük araçlarla, doluluk oranı yüksek olarak ve daha az araç sayısıyla yapılmasıyla birlikte şehir içinde kentsel lojistikten kaynaklanan trafik yükünün en aza indirilmesi ve şehrin yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmektedir.

5.5. Genetik Algoritma Modelinin Sonuçları

AHP Modeli kullanılarak bulunan Kentsel Dağıtım Merkezinin Bursa'da hangi konumda kurulması gerektiği problemini çözüme kavuşturmak amacıyla Genetik Algoritma modeli kurulmuştur. 15 kriter ve Bursa şehir merkezinde bulunan 322 mahalle verisi kullanılarak oluşturulan modelin çözüm fonksiyonu (fitness function) Şekil 28 'de gösterilmektedir.

```
function result = fitnessBURULAS(inputs, cityData, ratios)

% ************************************************************************
%   POZİTİF YÖNLÜ PARAMETRELER
% ************************************************************************


    % 1. Nüfus Yoğunluğu (KM² düşen kişi sayısı, 2020 yılı)
    NY = inputs(1) * ratios(1);

    % 2. Konut Yoğunluğu (KM² düşen konut sayısı)
    KY = inputs(2) * ratios(2);

    % 3. İşyeri Yoğunluğu (KM² düşen işyeri sayısı)
    IY = inputs(3) * ratios(3);

    % 4. Ortalama Gelir (TL)
    OG = inputs(4) * ratios(4);

    % 5. Ortalama Harcama (TL)
    OH = inputs(5) * ratios(5);

    % 6. İstihdam Oranı
    IO = inputs(6) * ratios(6);

    % 7. Eğitim Düzeyi Ortalaması
    ED = inputs(7) * ratios(7);

    % 8. POI Yoğunluğu (KM² düşen POI sayısı)
    POI = inputs(8) * ratios(8);

    % 9. Karayolu Yoğunluğu (KM² düşen Karayolu uzunluğu)
    KAY = inputs(9) * ratios(9);

    % 10. BOSALAN/YUZOLCUMU
    ABOS = inputs(10) * ratios(10);

    % 11. DIGERMAHALLELERE POTANSIYEL
    DPOT = inputs(11) * ratios(11);

    % 12. OTOYOLAYAKINLIK
OTO = inputs(12) * ratios(12);

    positiveEffects = ...
        (NY + KY + IY + OG + OH + IO + ED + POI + KAY + ABOS + DPOT + OTO) / 100.0;

% ************************************************************************
%   NEGATİF YÖNLÜ PARAMETRELER
% ************************************************************************

    % Ortama Trafik Yoğunluğu
    TY = inputs(13) * ratios(13);

    % Nüfus Çoğalma katsayısı
    NC = inputs(14) * ratios(14);

     % Rayiç bedel (TL)
     RB = inputs(15) * ratios(15);

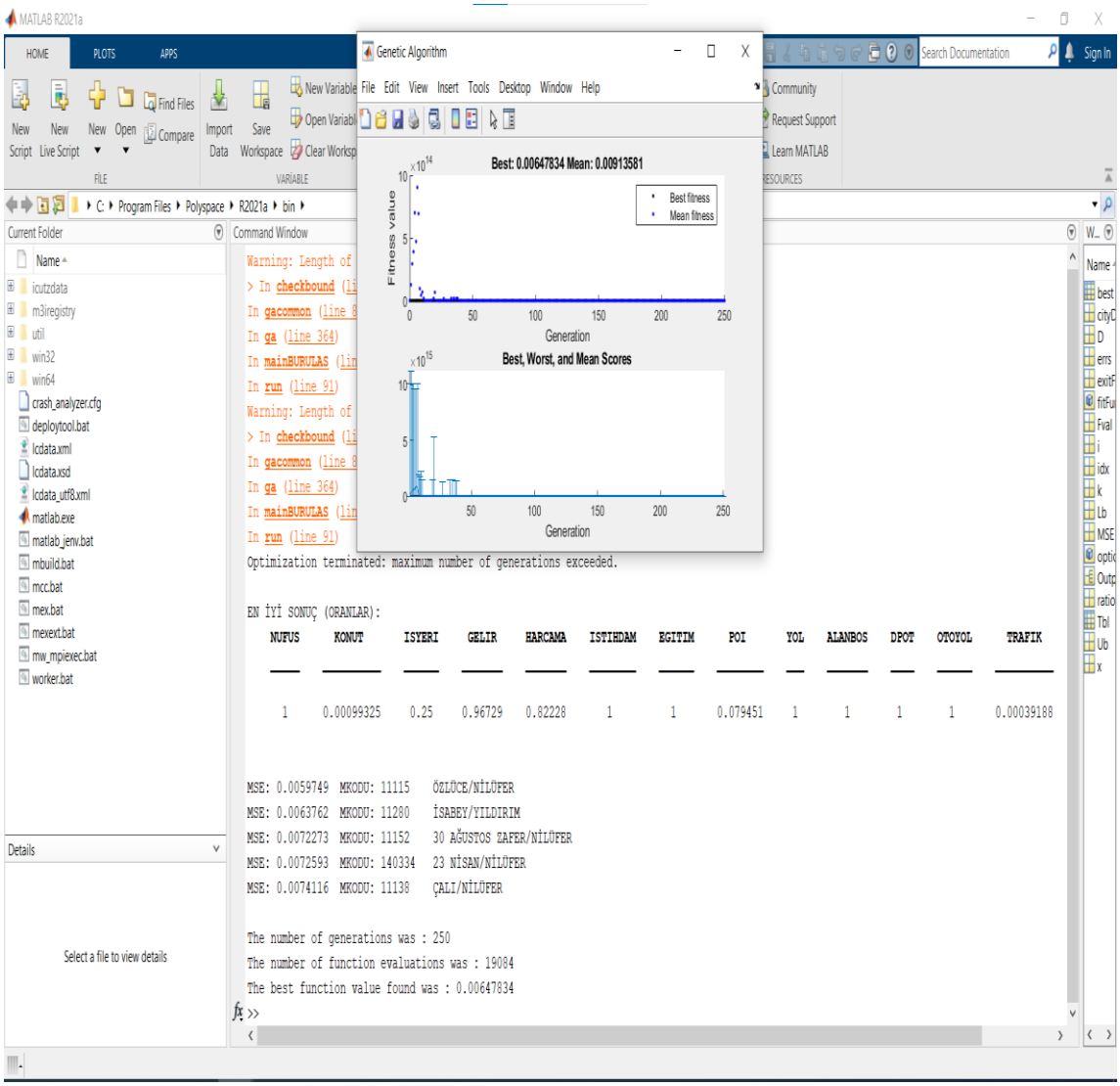
    penalty = TY + NC + RB;


% ************************************************************************
%   UYGUNLUK DEĞERİ HESAPLAMA
% ************************************************************************


    result = (penalty / (positiveEffects + eps));
end
```

Şekil 28. Genetik Algoritma Modelinin Çözüm Fonksiyonu

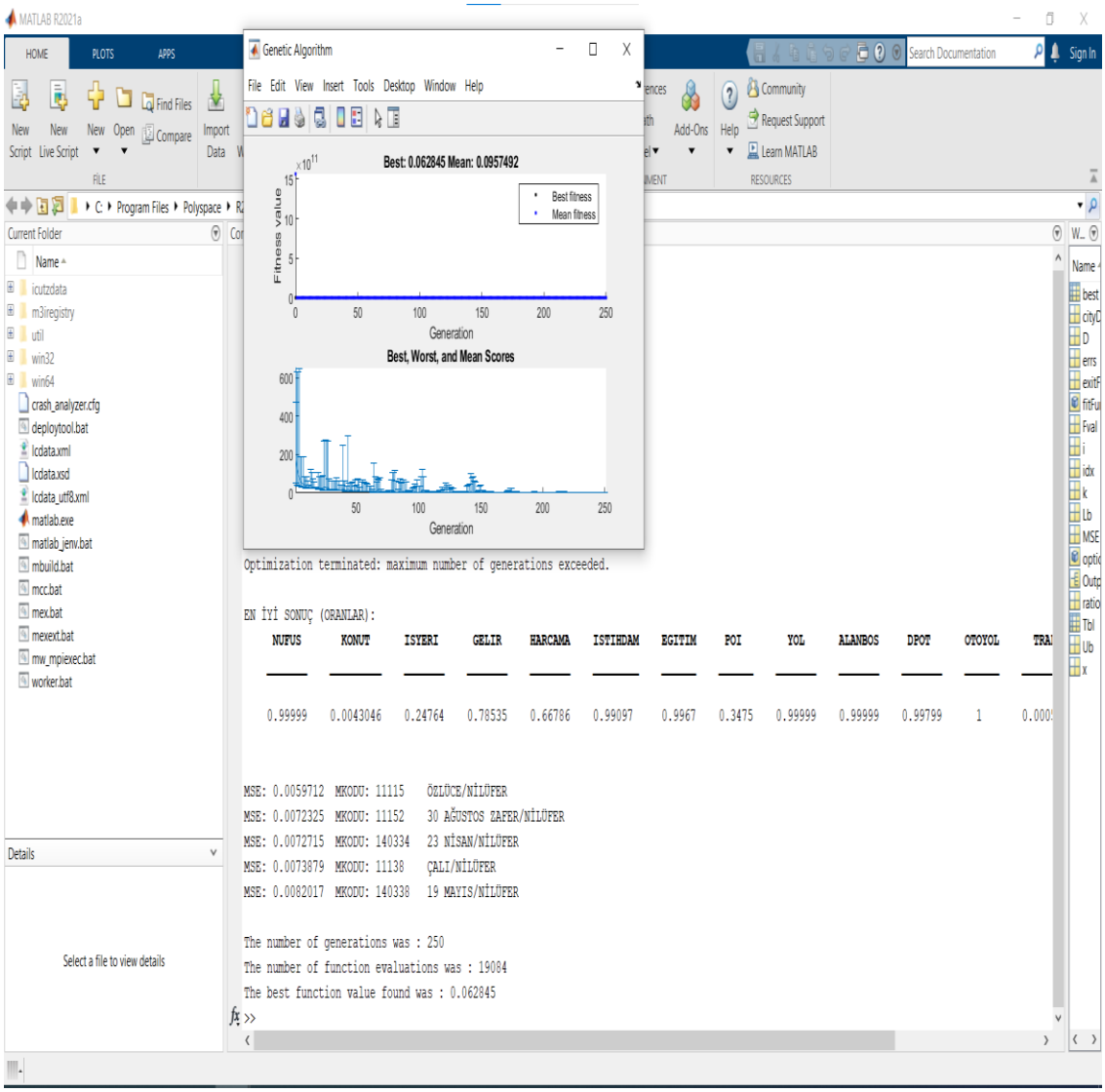
Genetik Algoritma modeliyle oluşturulan amaç fonksiyonunda, MATLAB programı kullanılarak çözüm aşamasına geçilmiştir. MATLAB programında çalıştırılan modelin sonuçları ise Şekil 29 ‘da gösterilmektedir.



Şekil 29. Genetik Algoritma Modelinin MATLAB Programında 5 Merkez İlçe için Elde Edilen Sonuçları

MATLAB programıyla çalıştırılan modelin sonucunda en ideal noktalar sırasıyla Nilüfer İlçesi Özlüce Mahallesi, Yıldırım İlçesi İsabey Mahallesi, Nilüfer ilçesi 30 Ağustos Zafer Mahallesi, Nilüfer İlçesi 23 Nisan Mahallesi, Nilüfer İlçesi Çalı Mahallesi olarak bulunmuştur.

GA modeliyle bulunan ideal sonuçların Nilüfer ilçesine odaklandığı görülmektedir. Yapılan duyarlılık analizinde sadece Nilüfer ilçesinde bulunan ilçelerin sayısal verileri kullanılarak çalıştırılan modelde ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Modelin Nilüfer ilçesi için elde edilen sonuçlar Şekil 30 ‘da gösterilmektedir.



Şekil 30. Genetik Algoritma Modelinin MATLAB Programında Nilüfer İlçesi için Elde Edilen Sonuçları

Ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırıldığında beş ilçe için çalıştırılan modelin sonuçlarıyla Nilüfer ilçesi için çalıştırılan modelin sonuçlarının ve sıralamasının değişmediği görülmüştür. Netice olarak modelin daha küçük çalışma alanında yapılan iterasyondaki ortaya çıkan sonucun aynı kaldığı kanıtlanarak, GA modelinin kendi içinde tutarlı olduğu görülmüştür.

5.6. TOPSİS Yöntemi Sonuçları

Kentsel Dağıtım Merkezinin yer seçiminde kullanılan GA algoritma yönteminin doğru bir yöntem olduğunu değerlendirmek amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSİS yöntemi kullanılmıştır.

Kurulan GA modelinde kullanılan veri büyüklüğü nedeniyle TOPSİS yönteminin tüm veri alanında çalıştırılabilmesi mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle GA yönteminde sonuçların odaklandığı Nilüfer ilçesi çalışma alanı olarak analiz edilmiştir.

TOPSİS Yönteminin adımları Nilüfer ilçesindeki 42 mahalle 15 kriter çerçevesinde incelenmiştir. Şekil 31'de kullanılan veri seti, Şekil 32'de kullanılan kriterlerin ağırlık değerleri gösterilmektedir.

SIRA	R_KONUT	R_ISYERI	GELIR	R_OTOYOL	R_NUFUS	ISTIHDAM	R_EGITIM	R_POI	R_YOL	ALANBOS	R_DPOT	HARCAMA	R_NCK	TRAFIK	R_RAYIC
K1	555.5487	41.2154	0.9222	5.3679	1474.7371	0.0726	3.8194	14.1678	11.4859	0.8928	301365.18	0.9222	0.1334	0.0013	706
K2	5883.7613	637.8189	0.9931	6.3466	11980.58	0.1049	3.817	35.8477	45.1845	0.8604	417380.92	0.9931	0.1433	0.15	1178
K3	3990.4057	276.707	0.9482	6.0205	10669.238	0.1379	3.6995	72.0894	55.0031	0.8521	348729.13	0.9482	0.034	0.0974	1184
K4	882.6576	19.065	0.8557	4.3839	500.1211	0.01	3.67	1.7519	15.1657	0.9814	190913.28	0.8557	0.2984	0.0497	692
K5	4222.7938	560.6192	0.9067	0.8279	7477.612	0.0777	3.4022	66.5483	52.6197	0.7912	333223.65	0.9067	0.092	0.0651	862
K6	214.9381	24.1477	0.6639	9.764	271.7608	0.1016	2.7065	0.1992	12.6222	0.9894	125768.04	0.6639	0.1632	0.0055	367
K7	112.1398	219.0639	0.7363	9.3096	124.3101	0.4325	2.3571	23.616	37.4522	0.9647	303873.9	0.7363	0.0302	0.1224	668
K8	2386.6996	277.7276	0.97	5.9588	6484.0606	0.1229	3.7023	51.6784	44.6933	0.8816	349842.61	0.97	0.0371	0.1093	1000
K9	6555.535	457.1213	0.8735	5.9363	13333.964	0.0549	3.457	189.8376	81.0229	0.8462	467744.05	0.8735	0.0093	0.1176	1203
K10	18.522	3.822	0.5979	21.2654	23.7552	0.0011	2.2673	0	6.05	0.9983	152223.37	0.5979	0.0855	0	25

Şekil 31. TOPSİS Yöntemi Nilüfer İlçesi Veri Seti Örneği

	KONUT	ISYERI	GELIR	OTOYOL	NUFUS	ISTIHDAM	EGITIM	POI	YOL	ALANBOS	DPOT	HARCAMA	NCK	TRAFIK	RAYIC
W	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.0125	0.0125	0.025	0.025	0.025	0.15	0.125	0.3	0.1	0.1

Şekil 32. TOPSİS Yöntemi Kriterlerin Ağırlık Değerleri

Şekil 33'de ideal çözüme yakınlık hesaplarının sonuçları gösterilmektedir.

MKODU	ILCE	MAHALLE	rank
11152	NİLÜFER	30 AĞUSTOS ZAFER	0.85825
11115	NİLÜFER	ÖZLÜCE	0.72271
11136	NİLÜFER	AKÇALAR	0.58311
11144	NİLÜFER	KURTULUŞ	0.5637
11124	NİLÜFER	BALAT	0.55628
140334	NİLÜFER	23 Nisan Mah.	0.5439
11138	NİLÜFER	ÇALI	0.52544
140338	NİLÜFER	19 Mayıs Mah.	0.50199
11153	NİLÜFER	KAYAPA	0.42026
11125	NİLÜFER	MİNARELİÇAVUŞ	0.41111
11143	NİLÜFER	DUMLUPINAR	0.41021
11123	NİLÜFER	AHMET YESEVİ	0.39787
11120	NİLÜFER	DEMİRCİ	0.38785
183429	NİLÜFER	ATLAS	0.38084
11147	NİLÜFER	BALKAN	0.36586

Şekil 33. TOPSİS Yöntemi İdeal Çözüme Göre Nispi Yakınlıklar

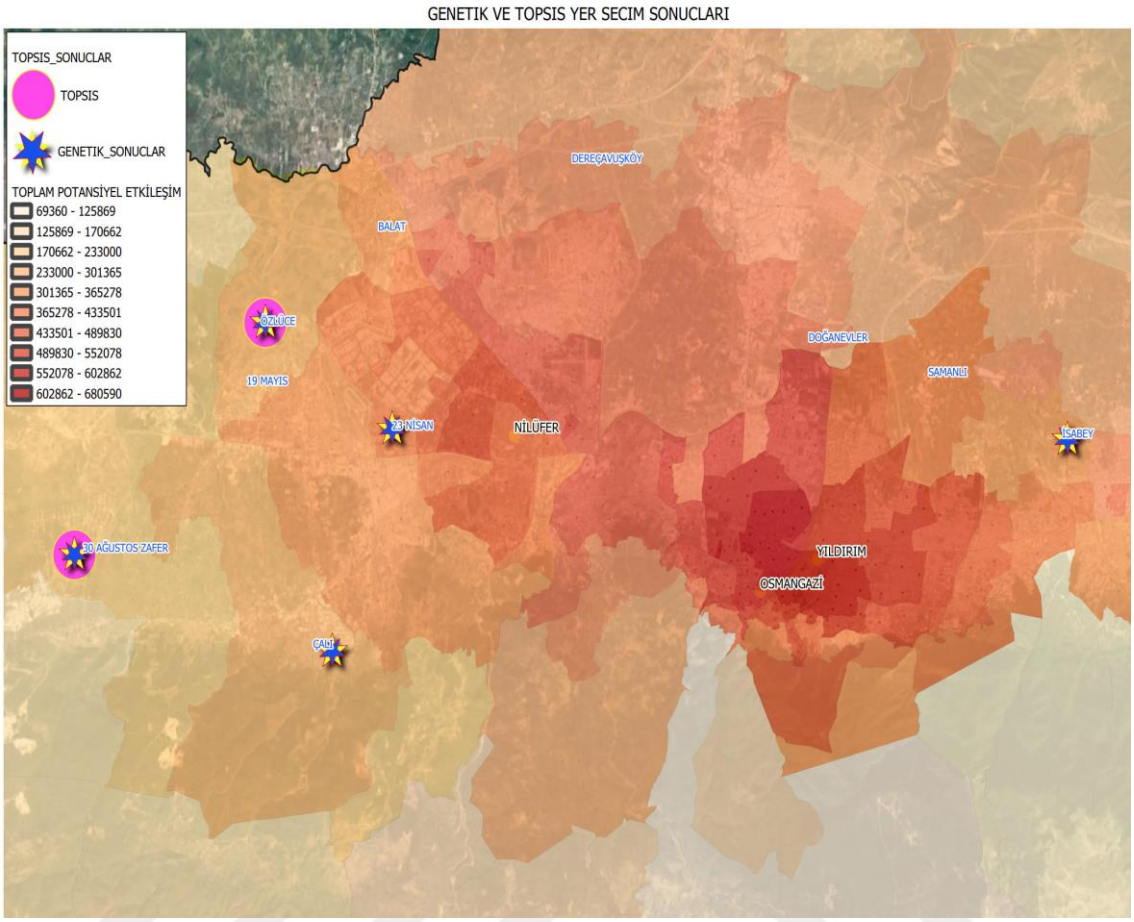
Yöntemin işlem adımlarının tamamlanmasının ardından elde edilen sonuçlar Şekil 34'te gösterilmektedir.

MKODU	ILCE	MAHALLE	rank
11152	NİLÜFER	30 AĞUSTOS ZAFER	0.85825
11115	NİLÜFER	ÖZLÜCE	0.72271
11136	NİLÜFER	AKÇALAR	0.58311
11144	NİLÜFER	KURTULUŞ	0.5637
11124	NİLÜFER	BALAT	0.55628
140334	NİLÜFER	23.Nis	0.5439
11138	NİLÜFER	ÇALI	0.52544
140338	NİLÜFER	19.May	0.50199
11153	NİLÜFER	KAYAPA	0.42026
11125	NİLÜFER	MİNARELİÇAVUŞ	0.41111
11143	NİLÜFER	DUMLUPINAR	0.41021

Şekil 34. TOPSİS Yöntemi İdeal Çözümler

Analiz sonucunda 1'e en yakın ideal çözüm sonuçları sırasıyla 30 Ağustos Zafer >Özlüce> Akçalar > Kurtuluş >Balat olarak bulunmuştur.

Yapılan değerlendirmede GA Nilüfer ilçesi sonuçlarıyla TOPSİS Nilüfer ilçesi sonuçlarının benzerlik gösterdiği görülmüştür. GA modelinde 1. sonuç olan Özlüce Mahallesinin, TOPSİS yönteminde 2. sonuç; GA yönteminde 2. Sonuç olan 30 Ağustos Zafer Mahallesinin, TOPSİS yönteminde ikinci olarak çıktığı görülmektedir.



Şekil 35. Genetik Algoritma Modeli ve TOPSİS Yönteminden Elde Edilen Noktalar

Sonuç olarak GA yöntemi ve TOPSİS yöntemi kullanılarak ortaya çıkan sonuçların birbirini doğruladığı görülmüştür. Şekil 35 ‘de Genetik Algoritma modelinden elde edilen sonuçlar ve TOPSİS Yönteminden elde edilen sonuçların coğrafi noktaları gösterilmektedir. Yapılan analiz sonucunda GA yöntemiyle elde edilen sonuçlarla, TOPSİS yöntemiyle elde edilen sonuçların birbirine yakınsadığı görülmüştür. Nilüfer ilçesindeki sonuçların her iki yöntemde de birbirine yakın olması ve çalışma alanındaki veri büyüklüğü nedeniyle TOPSİS yönteminin tüm çalışma alanına uygulanmasının zorluğundan dolayı GA yönteminin probleminin çözümünde doğru yöntem olarak seçildiği görülmektedir.

5.7. Bursa Kentsel Dağıtım Merkezi

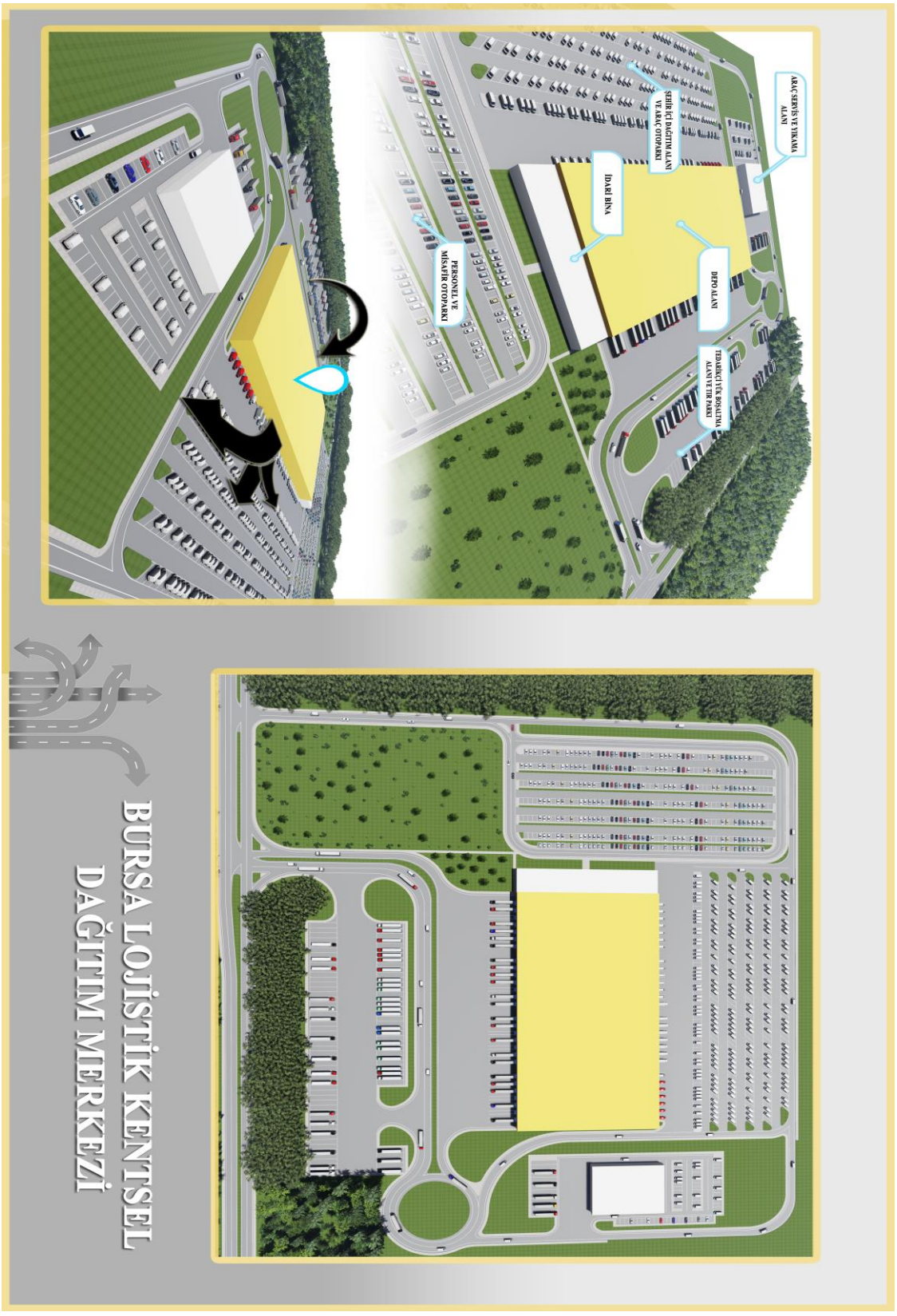
Genetik Algoritma yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda Bursa’da kurulması planlanan Kentsel Dağıtım Merkezinin konumunun Özlüce

Mahallesi olarak seçilmesine karar verilmiştir. Kurulmasına karar verilen Bursa Kentsel Dağıtım Merkezinin içinde yer alması gereken unsurlar;

- Depolama alanı,
- Yükleme – boşaltma alanı,
- İdari bina,
- Tır parkı,
- Şehir içi dağıtım araçları otoparkı,
- Misafir otoparkı,
- Yıkama ve bakım alanı,
- Şoför dinlenme alanı,

olarak sıralanabilir. İçinde yer alması gereken yeteneklere karar verilen Bursa KDM'nin oluşturulan taslak vaziyet planında yaklaşık alan büyüklüğü 19000 m^2 olarak değerlendirilmektedir.

Bursa Kentsel Dağıtım Merkezinin taslak vaziyet planı Şekil 36'da gösterilmektedir. Yer seçimi yapılacak alanın büyüklüğü ve Kentsel Dağıtım Merkezine gelecek yükün miktarını hesaplamak için yapılacak ayrıntılı fizibilite çalışmalarının ardından KDM'nin içinde yer alacak özellikler, ayrıntılı vaziyet planı ve projelendirmesi yapılarak kuruluma hazır hale gelmesi mümkün olacaktır.



Şekil 36. Bursa Kentsel Dağıtım Merkezi Taslak Vaziyet Planı

BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Dünyadaki şehirli nüfusun artışı ve kentlerdeki ticari, sınai faaliyetlerle kent yaşamının iç içe geçmesi, kentsel lojistik probleminin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Şehirlerdeki ticari faaliyetlerin ve lojistik operasyonların şehir hareketliliğiyle ortak ulaşım alt yapısını kullanması kentlerde trafik sıkışıklığı, düşük hız, yüksek enerji tüketimi, gürültü, kazalar, uzayan ulaşım süreleri vb. problemleri beraberinde getirmektedir. Sanayi bölgeleri, gümrükler, limanlar, depolar, demiryolu terminalleri, tır kamyon parkları, dağıtım ve aktarma merkezleri, alışveriş merkezleri, şehir içi dağıtım lojistiği vb. unsurlar lojistik çekim noktalarını oluşturmaktadır. Seri üretimin hızlanması, hizmet ekonomisinin yükselişiyle kargo ve kurye servislerine olan ihtiyaçların artması, elektronik ticaretle birlikte satın alma alışkanlarının değişmesi gibi faktörler de kentsel lojistik sürecini daha karmaşık hale getirmektedir.

Yerel yönetimler kent mücavir alanında lojistik faaliyetlerden kaynaklanan trafik yoğunluğunu azaltmak ve bir düzen dahilinde hizmet sağlamak amacıyla, lojistik akış güzergahlarının belirlenmesi, yasak saat ve araç uygulamaları, Kentsel Dağıtım Merkezlerinin kurulması, Lojistik Köylerin planlanması, Akıllı Ulaşım Sistemlerinin kullanımı vb. yatırım ve düzenlemeler yapması mümkündür.

Bu çalışmada üç milyonu aşan nüfusu, yirmi bir adet organize sanayi bölgesi, serbest bölgesi, limanları, sanayi, ticaret, turizm ve tarım faaliyetleriyle yüksek şehir hareketliliği değerlerine sahip olan Bursa ili kentsel lojistik açısından ele alınmıştır.

Şehrin yüksek nüfus değeri ve sınai faaliyetlerin yoğunluğu trafik sıkışıklığını beraberinde getirmektedir. İnsan ve yük hareketliğinin aynı yol ağını kullanması özellikle zirve saatlerde trafik yoğunluğuna sebep olmaktadır. 2021 yılı Tomtom verilerine göre Bursa %31 trafik sıkışıklığı oranıyla Türkiye'de beşinci, dünya sıralamasında yetmiş üçüncü olarak yer almaktadır. Akşam zirve saatinde bu oran %67'lere kadar çıkmaktadır. 2035 yılı Bursa Ulaşım Ana Planı nüfus projeksiyonunda dört milyonun üzerine çıkması tahmin edilen büyükşehir nüfusu ve aynı oranda artan hareketlilik katsayısıyla, trafik

probleminin önümüzdeki yıllarda da şehrin ana sorunlarından biri olacağı öngörüsünü ortaya çıkarmaktadır.

Şehirlerde ortaya çıkan hareketliliğin yaklaşık olarak %20-30'luk oranının kentsel yük hareketliliğinden kaynaklandığı düşünüldüğünde; Bursa gibi yüksek lojistik hareketliliğin yaşandığı kent merkezinde, trafik sıkışıklığını azaltmak amacıyla kentsel lojistik alanında yapılacak düzenleme ve yatırımların trafik yoğunluğuna olumlu etkisi ve dolayısıyla şehrin yaşam kalitesine sağlayacağı katkı kaçınılmazdır.

Sonuç olarak kentsel lojistiğin hedefleri arasında yer alan sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik, hareketlilik ve dirençlilik değerlerine en yüksek oranda katkıyı sağlayacak kentsel lojistik faaliyetini belirlemek üzere çok kriterli karar alma yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır. Uzman görüşlerinin geometrik ortalaması alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda Kentsel Dağıtım Merkezlerinin kurulumu, hedef kriterleri sağlamada en ağırlıklı faaliyet olarak seçilmiştir.

Kentsel Dağıtım Merkezleri, tır kamyon vb. yüksek kapasiteli araçlarla gelen yüklerin kısa süreli depolama ve ayrıştırma faaliyetlerini üstlenmektedir. Yük birleştirmesi yapılan malların, daha düşük kapasiteli ve küçük araçlarla ölçek ekonomisi dahilinde dağıtımı ve tersine lojistiği bu merkezler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu sayede tır, kamyon gibi yüksek hacimli araçların şehir içinde gereksiz dolaşımı engellenmekte, yük ataması ve güzergah optimizasyonu yapılarak dağıtım araçlarının şehir içinde kat edeceği mesafe azalmaktadır. Dolayısıyla lojistik faaliyetlerin trafik sıkışıklığına etkisi azaltılmaktadır.

Bir başka karar alma problemi kurulacak bu Kentsel Dağıtım Merkezinin konumunun nerede olacağıdır. Kurulacak merkezin operasyonlarını en kısa sürede, en az kilometre miktarıyla ve en düşük maliyetle yapabilmesi için optimum konumun seçilmesi gerekmektedir.

Merkez beş ilçede (Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, Gürsu, Kestel) üç yüz yirmi iki mahallede on beş değişken kullanılarak, dört bin beş yüz satır veri üzerinden yapılacak optimizasyonun değişken sayısının ve veri miktarının fazlalığından dolayı Genetik Algoritma yöntemi kullanılarak çözümü uygun görülmüştür. Oluşturulan amaç

fonksiyonunun MATLAB programı kullanılarak çözümü sağlanmıştır. Yapılan optimizasyonda Özlüce Mahalle sınırlarında kurulacak Bursa Kentsel Dağıtım Merkezinin en uygun konum olarak operasyon avantajı sağlayacağı ve Bursa trafiğine en fazla katkıyı seçilen konumun sağlayacağı ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuç daha küçük örneklemde TOPSİS yöntemi kullanılarak test edilmiş ve yakınsak sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Özlüce Mahalle sınırlarında kurulacak Bursa Kentsel Dağıtım Merkezi, şehir merkezindeki lojistik operasyonları bir noktadan yönetilmesini sağlayarak kentsel lojistik hedeflerine en üst seviyede katkı sunacaktır.

Problemin çözümünde kullanılan Genetik Algoritma modeli dünyanın herhangi bir şehrinde ya da bölgesinde, modelde kullanılan on beş kısıta ait sayısal veriler elde edilmesi ve çalışılacak alanın sınırlarının belirlenmesi durumunda model çalıştırılarak istenilen sonuçların elde edilmesi mümkündür. Modeldeki herhangi bir kısıtın eksilmesi durumunda kalan kısıtların ağırlık katsayıları yeniden hesaplanarak model revize edilebilir. Bölüm 4.2.'de kısıtlara yönelik yapılan literatür taraması verileri ve uzman görüşü değerlendirmesine göre; ortalama gelir, ortalama harcama, eğitim düzeyi ortalaması, istihdam oranı, eğitim düzeyi ortalaması değişkenleri kritik değişkenler olmayıp modelin daha duyarlı sonuç vermesi amacıyla kullanılmıştır. Bu değişkenler modelden çıkarılması durumunda ağırlık katsayıları değiştirilerek modelin kalibre edilmesi mümkündür. Diğer kısıtların değiştirilmesi durumunda modelin yeniden kurulması ya da problemin seçilecek başka bir yöntemle çözülmesi gerekmektedir.

6.2. Öneriler

Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP), Genetik Algoritma (GA) ve TOPSİS yöntemleri kullanılarak yapılan optimizasyonla birlikte Özlüce mahallesinde Bursa Kentsel Dağıtım Merkezinin kurulması önerilmektedir.

Kurulacak Bursa Kentsel Dağıtım Merkezinin büyüklüğünü, içinde bulunacak alanların genişliğini, vaziyet planını, teknik özelliklerini ve yeteneklerini belirlemek için bir tahmin modeline ihtiyaç duyulacaktır.

Söz konusu planlamayı yapabilmek için ticaret odalarından, alışveriş merkezilerinden, lojistik hizmet sağlayıcılarından, sektör temsilcilerinden ve kamu idarelerinden, yük talebi ve sosyo-demografik veriler toplanmalı, talep tahmini sağlayacak anketler yapılmalı, saha ziyaretleri, odak gurup toplantıları ve çalıştaylar düzenlenmelidir.

Yapılan çalışmalar sonucunda kurulacak dağıtım merkezinin büyüklüğü ve teknik özellikleri belirlenmelidir. Yatırım bütçesi hazırlanarak ekonomik ve mali analizleri de içeren fizibilite çalışması yapılmalıdır.

Yatırımın kamu tarafından mı, özel sektör ya da STK'lar aracılığıyla mı hayata geçirileceği yönetim modelinin nasıl oluşturulacağı belirlenmelidir.

Kentsel Dağıtım Merkezi önerisiyle birlikte Bursa'da yaşanan kentsel lojistik problemine katkı sağlamak amacıyla;

- Kent merkezi ve toplu taşıma güzergâhlarını kullanan yük taşıtlarının, kent içi trafikteki oranı azaltılmalıdır.
- Nazım imar planlarında konut bölgeleri ile sanayi, lojistik alanları ayrıştırılmalı, sanayi alanlarına erişim ile insan hareketliliği ayrı yapılandırılmalıdır.
- Kent trafiğini yakından ilgilendiren yük hareketliliği yaratan iş alanları ve depolama alanları; sanayi ve toptancı sitelerine yakın konumlandırılmalı ve bağlantıları, toplu taşıma yolculuklarının yoğun olmadığı arterlerden sağlanmalıdır.
- Kent dışından gelip transit geçiş sağlayacak tır, kamyon ve ağır tonajlı araçların kente girişine izin verilmeyip Bursa Çevre Yolu üzerinden geçişleri sağlanmalıdır.
- Gündelik mal dağıtımının trafiğin yoğun olmadığı, zirve saatler dışında yapılması ve ana yolların dışındaki ara bağlantıların ve servis yollarının kullanılmasına yönelik UKOME kararları alınarak gerekli yönlendirmeler yapılmalıdır.
- Kent içinde belirli alan veya güzergâhlarda yük indirme-bindirme alanları oluşturularak yoğun bölgelerde online rezervasyon yoluyla lojistik hizmeti sağlanmalıdır.

- Şehir merkezinde yük indirme bindirme faaliyetine araç ve yaya hareketinin yüksek olduğu saat dilimlerinde yasak getirilmeli; belirlenen saat dilimlerinde yükleme-boşaltma izni verilmelidir.
- Lojistik odakların ihtisaslaşması ve birleşerek büyük tesisler olarak kurulmasının teşviki sağlanmalıdır. Bu hususta kamu idareleri, meslek gurupları ve birlikler işbirliği sağlamalıdır.
- Şehir içinde gelişigüzel noktalarda faaliyet gösteren depo, antrepo, gümrük müdürlükleri, tır-kamyon parkları vb. unsurlar yeterli büyüklükte kurulacak Bursa Lojistik Köy 'ünde toplanmalıdır.
- Kurulacak Bursa Lojistik Köyüne demiryolu bağlantısı sağlanmalı, limanlarla ilişkisi kurgulanmalı ve Organize Sanayi Bölgelerine optimum uzaklıkta ve şehir merkezinin dışında kurgulanmalıdır.

Bu çalışmada tez aşamasında kullanılan optimizasyon yöntemleri ve ortaya çıkan öneriler çerçevesinde Bursa'da kentsel lojistik problemine belirli bir sistematik dahilinde çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır.

KAYNAKÇA

Aksoy, O., & Özyörük, B. (2015). The importance of freight villages: an implementation in TCDD. Applied Mathematical Modelling, 39(19), 6043-6049.

Aljohani, K., & Thompson, R. G. (2020). A multi-criteria spatial evaluation framework to optimise the siting of freight consolidation facilities in inner-city areas. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 138, 51-69.

Allen, J., Thorne, G., & Browne, M. (2007). BESTUFS good practice guide on urban freight transport.

Arikan, F. (2012). Lojistik köyler ve bir uygulama (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Aşıcı, Ö. (1989). Pazarlama. İzmir: İstiklal Matbaası

Atanur, G., & Mirici, M. E. Yeşil Altyapı Kavramı Çerçevesinde Bursa Merkez Planlama Bölgesi Yeşil Alan Sisteminin Belirlenmesi. Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi, 2(1), 11-18.

Babacan, M. (2003). "Lojistik Sektörünün Ülkemizdeki Gelişimi ve Rekabet Vizyonu". Ege Akademik Bakış Dergisi. 3(1): 8-15.

Ballou, R.H. (1992). Business Logistics Management: Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain. Fourth Edition, New Jersey: Prentice Hall

Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Pearson educación.

Başkaya Z. ve Akar C., (2005), "Üretim Alternatifi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci: Tekstil İşletmesi Örneği", Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Eskişehir

Bay, M., & Erol, F. (2016). Lojistik köylerin önemi ve intermodal taşımacılık faaliyetleriyle desteklenmesi: Karaman ilinde bir uygulama. Sosyal ve Ekonomik Arastırmalar Dergisi, 18(30), 124.

Bilgili, T. (2008). Lojistikte Hız Yönetimi: Küresel Bir İşletmede Hız Matrisinin Uygulanması. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Bowersox, D. J. ve D.J. Closs. (1996). Logistical Management. The Integrated Supply Chain Process, McGraw-Hill Publishing

Browne, M., Sweet, M., Woodburn, A., & Allen, J. (2005). Urban freight consolidation centres final report. Transport Studies Group, University of Westminster, 10.

BTSO (2022). Bursa'da Sektörlerin Durumu. Erişim Adresi: https://www.btso.org.tr/?page=bursaeconomy/sectorstructure.asp Erişim Tarihi: 05.01.2022.

BUAP, (2011). Bursa Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Ana Planı 2011. Bursa

BUAP, (2018). Bursa Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Ana Planı 2018. Bursa

Bursa Valiliği (2021). Bursa 2021 Yılı Ekonomik Ve Sosyal Göstergeler.

Carr, Jenna (2014, Mayıs 16). "An Introduction to Genetic Algorithm". Senior Project, 1-40.

Cengiz Ö. (2020). Lojistik İş Süreçlerinin Dijital Dönüşümü: Lojistik 4.0 Uygulamalarında Türkiye'de Mevcut Durum. Doktora Tezi. Kafkas Üniversitesi. Kars

Christopher, M. (1998). Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service Financial Times. London: Pitman Publishing.

Chwesiuk, K., Kijewska, K., & Iwan, S. (2010). Urban consolidation centres for medium-size touristic cities in the Westpomeranian Region of Poland. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2(3), 6264-6273.

CSCMP, (2013), Supply Chain Management Professionals, http://cscmp.org/

Çakmak, E., Önden, İ., Acar, A. Z., & Eldemir, F. (2021). Analyzing the location of city logistics centers in Istanbul by integrating Geographic Information Systems with Binary Particle Swarm Optimization algorithm. Case Studies on Transport Policy, 9(1), 59-67.

Çancı, M. ve Erdal, M. (2009). Uluslararası Taşımacılık Yönetimi., İstanbul: Mataş Matbaacılık, 3.baskı.

Demiroğlu, Ş., & Eleren, A. (2014). Küresel lojistik Köyleri ve Türkiye de kurulması planlanan lojistik Köy bölgelerinin çkkv yöntemleriyle belirlenmesi1. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (42), 189-202.

DGG, (2022). Freight Village. Erişim Adresi: https://www.gvz-org.de/en/freight-villages/ Erişim Tarihi: 13.01.2022

Doğan, M. (1998). İşletme Ekonomisi ve Yönetimi. İzmir:Anadolu Matbaacılık

Elevli, B. (2014). Logistics freight center locations decision by using Fuzzy-PROMETHEE. Transport, 29(4), 412-418.

Elgün, M. N. (2011). Ulusal Ve Uluslararasi Taşima Ve Ticarette Lojistik Köylerin Yapilanma Esaslari Ve Uygun Kuruluş Yeri Seçimi. Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(2), 203-226.

Elgün, M. N., & Aşıkoğlu, N. O. (2016). Lojistik köy kuruluş yeri seçiminde TOPSIS yöntemiyle merkezlerin değerlendirilmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(1).

Elmas, Ç. (2016). Yapay zeka uygulamaları:(yapay sinir ağı, bulanık mantık, sinirsel bulanık mantık, genetik algoritma). Seçkin Yayıncılık.

Emel G. ve Emel E. 1998. " İşletmelerde Pazar Gücünün Belirlenmesinde Çok Kriterli Bir Yaklaşımı", Verimlilik Dergisi, Milli Produktivite Merkezi Yayını, Ankara.

Engin, T. (2013). Genetik algoritma ile toplu ulaşım sistemi hareket çizelgesi optimizasyonu (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü).

Eraslan, S. (2015). A decision making method via TOPSIS on soft sets. Journal of New results in Science, 4(8), 57-70.

Erdir, A. (2013). Kentsel lojistik: İzmir ili için bir uygulama (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).

Erkayman, B., Gundogar, E., Akkaya, G., & Ipek, M. (2011). A fuzzy TOPSIS approach for logistics center location selection. Journal of Business Case Studies (JBCS), 7(3), 49-54.

Feng, X., Chu, F., Chu, C., & Huang, Y. (2021). Crowdsource-enabled integrated production and transportation scheduling for smart city logistics. International Journal of Production Research, 59(7), 2157-2176.

Gümüş, Y. (2012). Lojistik Faaliyetler ve Maliyetler. Ankara: Gazi Kitabevi.

Güngör ve Büyüker İşler D. 2005, "Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Otomobil Seçimi", Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Zonguldak

Hu, W., Dong, J., Hwang, B. G., Ren, R., & Chen, Z. (2019). A scientometrics review on city logistics literature: Research trends, advanced theory and practice. Sustainability, 11(10), 2724.

İzmir Ticaret Odası (İZTO). 2009. İzmir Lojistik Merkezi Projesi Raporu.

Jamshidi, A., Jamshidi, F., Ait-Kadi, D., & Ramudhin, A. (2019). A review of priority criteria and decision-making methods applied in selection of sustainable city logistics initiatives and collaboration partners. International Journal of Production Research, 57(15-16), 5175-5193.

Jung, H., Jeon, J., & Choi, H. (2021). Important Factors in the Development of Biopharmaceutical Logistics Centers. The Asian Journal of Shipping and Logistics, 37(4), 301-306.

Karaboğa, D. (2017). Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları (5. Baskı). Nobel Akademi Yayıncılık, 73-106, Ankara.

Karaşan, A., & Kahraman, C. (2019). A novel intuitionistic fuzzy DEMATEL–ANP–TOPSIS integrated methodology for freight village location selection. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 36(2), 1335-1352.

Katsela, K., & Pålsson, H. (2019). A multi-criteria decision model for stakeholder management in city logistics. Research in Transportation Business & Management, 33, 100439.

Kaya, E. (2014). Genetik algoritma ile bulanık kural kümesinin otomatik olarak oluşturulmasında yeni bir yaklaşım. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı.

Kayabaşı, A. (2007). İşletmelerin rekabet gücünün geliştirilmesinde lojistik faaliyetlerin performansının arttırılması: Üretim işletmeleri üzerine bir uygulama (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).

Kayikci, Y. (2010). A conceptual model for intermodal freight logistics centre location decisions. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2(3), 6297-6311.

Keçek G. Yıldırım E. 2010, Kurumsal Kaynak Planlama (Erp) Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahp) İle Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama.

KGM, (2022). KGM 14.Bölge Müdürlüğü Bölge Haritası. Erişim Adresi: https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Bolgeler/14Bolge/Harita.aspx Erişim Tarihi: 05.01.2022

Knoppen, D., Janjevic, M., & Winkenbach, M. (2021). Prioritizing urban freight logistics policies: Pursuing cognitive consensus across multiple stakeholders. Environmental Science & Policy, 125, 231-240.

Lambert, D. M. ve Stock, J. R. (1993). Strategic Logistics Management. Boston: Homewood, IL Irwin.

Lambert, D., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). Fundamentals of logistics management. McGraw-Hill/Irwin.

Li, Y., Liu, X., & Chen, Y. (2011). Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management. Expert systems with applications, 38(6), 7901-7908.

Lindholm, M. (2012). How local authority decision makers address freight transport in the urban area. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 39, 134-145.

LODER, (2008). Loder Üniversiteler Arası 5. Lojistik Vak'a Yarışması 2008.

Nabiyev, V. V. (2012), Yapay Zeka, 4. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara. Pan, Y. ve Xia, Y. (2014), "Solving TSP by Dismantling Cross Paths", IEEE International Conference on Orange Technologies, 20–23 September, Xian.

Novack, R. A., Rinehart, L. M. ve Wells, M. V. (1992). "Rethinking Concept Foundations in Logistics Management". Journal of Business Logistics, 13(2): 233-267.

Öner, A., & Ülengin, F. (1995). Silah seçiminde AHP yaklaşımı. Kara Harp Okulu, I. Sistem Mühendisliği ve Savunma Uygulamaları Sempozyumu, Bildiriler-II, 1109, 1122.

Önden, İ., Acar, A. Z., & Eldemir, F. (2018). Evaluation of the logistics center locations using a multi-criteria spatial approach. Transport, 33(2), 322-334.

Önden, İ., & Eldemir, F. (2021). A multi-criteria spatial approach for determination of the logistics center locations in metropolitan areas. Research in Transportation Business & Management, 100734.

Onder, E., & Yıldırım, B. F. (2014). VIKOR method for ranking logistic villages in Turkey. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 12(23), 293-314.

Öz, M. (2011). Lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanımı ve üçüncü parti lojistik işletmelerinin firmaların pazarlama tabanlı temel yeteneklerini oluşturmada ve müşteri değerini arttırmadaki rolü. Yayınlanmamış doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Özceylan, E., Erbaş, M., Tolon, M., Kabak, M., & Durğut, T. (2016). Evaluation of freight villages: A GIS-based multi-criteria decision analysis. Computers in Industry, 76, 38-52.

Özdamar D.Y. (2004). "Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi: Bir Satın alma ihalesinde Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Partovi F. Burtan J. ve Banerjee A. 1989. "Application Of Analytical Hierarchy Process in Operations Management", International Journal Of OperationsProduction Management, 10 (3)

Polat, A. (2006). Kafes Sistemlerin Genetik Algoritma ile Çok Amaçlı Optimizasyonu. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ramokgopa, L. N. (2004). City logistics: changing how we supply. SATC 2004.

Rao, C., Goh, M., Zhao, Y., & Zheng, J. (2015). Location selection of city logistics centers under sustainability. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 36, 29-44.

Saaty, T. (1980). The analytic hierarchy process (AHP) for decision making. In Kobe, Japan (pp. 1-69).

Saaty T. L. 1988, Mathematical Methods of Operations Research, Dover Publications, New York

Saaty T. L. 1994. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, Pittsburg.

Saaty, T. L. (2000). Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process (Vol. 6). RWS publications.

Saaty T.L. ve Vargas L.G. 2001. Models, Methods, Concept and Applications of The Analytic Hierarchy Process. Kluwer Academic Publishers, London.

Satman, M. H. (2016). Genetik algoritmalar. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Sezen, B., & Gürsev, S. (2014). Türkiye'de Kurulması Planlanan Lojistik Merkezler Hakkında Bir Analiz Çalışması-An Analysıs Of The Planned Logıstıcs Centers In Turkey. Öneri Dergisi, 11(42), 105-126.

Stević, Ž., Vesković, S., Vasiljević, M., & Tepić, G. (2015, May). The selection of the logistics center location using AHP method. In 2nd Logistics International Conference (pp. 86-91).

Stock, J. J. ve Lambert D. M. (2001). Strategic Logistics Management. (4th. ed.).(New York:McGraw-Hill).

Tabak, Ç., Yıldız, K., & Yerlikaya, M. (2019). Logistic location selection with Critic-Ahp and Vikor integrated approach. Data Science and Applications, 2(1).

Taniguchi, E. (2001). City logistics. Infrastructure Planning Review, 18, 1-16.

Taniguchi, E., Fwa, T. F., & Thompson, R. G. (Eds.). (2013). Urban transportation and logistics: Health, safety, and security concerns. CRC Press.

Taniguchi, E., Thompson, R. ve Yamada, T., (2003). Visions for city logistics, Proceedings of the 3rd International Conference on City Logistics (ss.1-16). Madeira, Portugal.

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.G., Yamada, T. ve Duin, R.V. (2001). City LogisticsNetwork Modelling and Intelligent Transport Systems, Pergamon.

Tanyaş M. ve Arıkan F. (2013), Bursa İli Lojistik Merkez Ön Fizibilitesi Raporu, BEBKA, Bursa.

Taşkın, Çağatan ve Emel, Gül Gökay (2009). Sayısal Yöntemlerde Genetik Algoritmalar. Bursa: Alfa Aktüel Yayınları.

Tek, Ö. B., & Karaduman, İ. (2012). Lojistik Yönetimi. İstanbul: İhlas Gazetecilik AŞ, 5, 254.

Tek, B. Ö. ve Özgül, E. (2008). Modern Pazarlama İlkeleri (3. Baskı). İzmir: Birleşik Matbaacılık.

TİM, (2021). İlk 1000 İhracatçı Araştırması 2020 Erişim Adresi: https://tim.org.tr/tr/raporlar-ilk-1000-ihracatci-arastirmasi-dosyalar-2020 Erişim Tarihi: 08.01.2022

Travelwest, (2022). Freight Consolidation. Erişim Adresi: https://travelwest.info/projects/freight-consolidation Erişim Tarihi: 11.01.2022

TÜİK, (2021) Yıllık Dış Ticaret İstatistikleri.

Tunçbilek, M.(2002). Lojistik Hayati Bir Konu, 3D Lojistik Dergisi, Ekim Kasım 2002, Sayı 14

Uyanik, C., Tuzkaya, G., & Oğuztimur, S. (2018). A Literature Survey On Logistics Centers'location Selection Problem. Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, 36(1), 141-160.

Yıldırım, B. F., & Önder, E. (2014). Evaluating potential freight villages in Istanbul using multi criteria decision making techniques. Journal of Logistics Management, 3(1), 1-10.

Yılmaz, H. (2017). Rota analizi için üç boyutlu genetik algoritma yönteminin gerçek zamanlı problemlere uygulanması/Implementation of real-time problems of three-dimensional genetic algorithm method for route analysis.

Yılmaz N. (2000), "Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Wanke, P. F. ve Saliby, E. (2009). Consolidation effects: whether and how inventories should be pooled. Transportation Research Part E, 45. 678–692.

Witkowski, J. ve Janiak, M.K.. (2012). Correlation between city logistics and quality of life as an assumption for referential model. The seventh International Conference on City Logistics, Procedia- Social ve Behavioral Sciences, 39:568-581.