T.C.
KAYSERİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK ANABİLİM DALI

SON ADIM EV DIŞI TESLİMAT YÖNTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAKIŞ AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Hazırlayan
Şaban Fatih YILMAZ

Danışman
Doç.Dr. Neslihan DEMİREL

Yüksek Lisans Tezi

Ağustos 2023, KAYSERİ

T.C
KAYSERİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET ve LOJİSTİK ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI TİCARET ve LOJİSTİK BİLİM DALI

SON ADIM EV DIŞI TESLİMAT YÖNTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAKIŞ AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Şaban Fatih YILMAZ

Danışman
Doç. Dr. Neslihan DEMİREL

Ağustos 2023, KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Şaban Fatih YILMAZ

TEZ İNTİHAL RAPORU TESLİM FORMU

T.C.
KAYSERİ ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü

Anabilim Dalı : Uluslararası Ticaret ve Lojistik

Program Adı : Yüksek Lisans

Tez Başlığı : Son Adım Ev Dışı Teslimat Yöntemlerinin Sürdürülebilirlik Bakış Açısıyla Değerlendirilmesi

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının a) Giriş, b) Ana bölümler ve c) Sonuç kısımlarından oluşan (Kapak, Önsöz, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) toplam 87 sayfalık kısmına ilişkin 09/08/2023 tarihinde Turnitin intihal programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre tezin benzerlik oranı: % 2' dür.

Uygulanan filtrelemeler:

1- Giriş dahil

2- Ana Bölümler dahil

3- Sonuç dahil

4- Alıntılar dahil

5- Kapak hariç

6- Önsöz ve Teşekkür hariç

7- İçindekiler hariç

8- Kaynakça hariç

9- Özet hariç

10- Yedi (7) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Kayseri Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Önerisi Hazırlama, Tez Yazma ve Teslim Yönergesini inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim. 09/08/2023

Danışman: Doç. Dr. Neslihan DEMİREL Öğrenci: Şaban Fatih YILMAZ

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

"Son Adım Ev Dışı Teslimat Yöntemlerinin Sürdürülebilirlik Bakış Açısıyla Değerlendirilmesi" adlı Yüksek Lisans Tezi, Kayseri Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi 'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan	**Danışman**
Şaban Fatih YILMAZ	Doç. Dr. Neslihan DEMİREL

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Oğuz ÖCAL

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Doç. Dr. Neslihan DEMİREL danışmanlığında **Şaban Fatih YILMAZ** tarafından hazırlanan **"Son Adım Ev Dışı Teslimat Yöntemlerinin Sürdürülebilirlik Bakış Açısıyla Değerlendirilmesi"** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Kayseri Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

04/08 /2023

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Neslihan DEMİREL

Üye : Doç. Dr. Yılmaz DELİCE

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Latife GÖRKEMLİ AYKUT

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun ……...… tarih ve ……..…… sayılı kararı ile onaylanmıştır.

……. /……../ ……

Doç. Dr. Ahmet TERZİ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu tezin yazılması sürecinde emeğini ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesinden istifade ettiğim kıymetli danışman hocam sayın Doç. Dr. Neslihan Demirel'e, yardım ve katkılarından dolayı başta Arş. Gör. Ömer Faruk ŞEKER, Dr. Musa ÖZÇELİK, Nimet ELMACIOĞLU ve diğer tüm kıymetli arkadaşlarıma en samimi teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her noktasında benden desteklerini esirgemeyen ve bana olan inancını kaybetmeyen başta kıymetli babaannem, ablam ve tüm aileme sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Şaban Fatih YILMAZ, Kayseri, Temmuz 2023

SON ADIM EV DIŞI TESLİMAT YÖNTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAKIŞ AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Şaban Fatih YILMAZ

Kayseri Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2023

Danışman: Doç. Dr. Neslihan DEMİREL

ÖZET

Son Adım (Last-Mile, LM) teslimat, tedarik zincirlerinin son aşamasında ve çoğunlukla şehir merkezlerinde gerçekleşmekte ve kentsel alanların sürdürülebilirliğini doğrudan etkilemektedir. Bunun yanı sıra, Son Adım teslimatının yönetilmesi tedarik zincirlerindeki en karmaşık ve maliyetli aşamadır. Bu sebeple Son Adım teslimat sürdürülebilirlik açısından araştırılmalı ve çözümler geliştirilmelidir. Bu çalışmada, kargoların geleneksel ev teslimatına alternatif olarak altı farklı ev dışı teslimat yönteminin (kargo dolabı, teslimat noktası, tıkla & topla, araç içi (bagaj) teslimat, kabul/teslimat kutusu ve teslim alma/bırakma noktası) değerlendirilmesi yapılmıştır. Uzman görüşlerindeki belirsizlik ve tereddütleri ortadan kaldırmak amacıyla değerlendirme için Kararsız Bulanık Dilsel Terim Setleri yaklaşımı uygulanmıştır. Önerilen metodolojide dikkate alınan kriterler detaylı literatür araştırması ve uzman görüşleri alınarak belirlenmiştir. Tıkla & Topla, çalışmada analiz edilen seçenekler arasında sürdürülebilirlik açısından en yüksek değeri elde etmiştir. Sonuçların sürdürülebilirlik açısından hassasiyetini değerlendirmek için duyarlılık analizleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Son Adım Teslimat, Sürdürülebilirlik, Ev Dışı Teslimat, Çok Kriterli Karar Verme, Kararsız Bulanık Dilsel Terim Setleri.

EVALUATION OF OUT-OF-HOME LAST MILE DELIVERY METHODS IN TERMS OF SUSTAINABILITY

Şaban Fatih YILMAZ

Kayseri University, Institute of Graduate Education,

Master Thesis, August 2023

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Neslihan DEMİREL

ABSTRACT

Last-Mile (LM) delivery takes place at the last stage of supply chains and mostly in inner cities, directly affecting the sustainability of urban areas. In addition, managing LM delivery is the most complex and costly stage in supply chains. For this reason, last-mile delivery should be investigated from a sustainability perspective and sustainable approaches should be developed. In this study, six different out-of-home delivery methods (parcel locker, delivery point, click & collect, in-car, delivery, reception/delivery box and pick-up/drop-off point) were evaluated as an alternative to traditional home delivery of parcels. In order to eliminate the uncertainty and ambiguity in the expert opinions, the "Fuzzy Linguistic Term Sets" approach was applied for the evaluation. The criteria considered in the proposed methodology were determined by detailed literature research and expert opinions. Click & Collect scored the highest value in terms of sustainability among the options analysed in the study. Sensitivity analyses were performed to evaluate the sensitivity of the results in terms of sustainability.

Keywords: Last Mile Delivery, Sustainability, Out-of-Home, Multi-Criteria Decision Making, Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets.

İÇİNDEKİLER

SON ADIM EV DIŞI TESLİMAT YÖNTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAKIŞ AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK i
TEZ İNTİHAL RAPORU TESLİM FORMU ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI iii
KABUL VE ONAY TUTANAĞI iv
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ xi
TABLOLAR LİSTESİ xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ xv
GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

1.1. Sürdürülebilirlik Tanımı 5
1.2. Sürdürülebilirlik Bileşenleri 8
1.2.1. Ekonomik Sürdürülebilirlik 9
1.2.2. Sosyal Sürdürülebilirlik 10
1.2.3. Çevresel Sürdürülebilirlik 11
1.2.4. Teknik Sürdürülebilirlik 11

İKİNCİ BÖLÜM

KENTSEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

2.1. Kentsel Sürdürülebilirlik Hedefleri 15
2.2. Kentsel Lojistik 17
2.2.1. Kentsel Ulaşım 18
2.2.2 Kentsel Teslimat/Dağıtım 19

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SON ADIM TESLİMAT YÖNTEMLERİ

3.1. Tıkla ve Topla (T&T) 24
3.2.Kitle Kaynaklı Teslimat (KKT) 25
3.3. Kargo Dolabı (KD) 25
3.4. Teslimat Noktası (TN) 26
3.5. PUDO 26
3.6. Kabul/Teslimat Kutusu (K/TK) 27
3.7. Araç İçi (Bagaj) Teslimatı 27
3.8. Kargo Bisikleti 28
3.9. Drone 28
3.10. Elektrikli Teslimat Araçları 29
3.11. Otonom Kara Araçları (Autonomous Ground Vehicles-AGV) 29
3.12. Tüp Teslimatı 30
3.13. Ev Dışı Teslimat Yöntemleri 30

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KARAR VERME

4.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) 45
4.1.1. ÇKKV Yöntemleri 46
4.2. Bulanık Mantık 49
4.3. Bulanık Küme 49
4.4. Dilsel Karar Verme 51
4.5. Kararsız Bulanık Kümeler 52

BEŞİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

5.1. Son Adım Teslimatı Konu Alan ÇKKV Çalışmaları 55

ALTINCI BÖLÜM

EV DIŞI SON ADIM TESLİMAT YÖNTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1.Önerilen Model....55
6.2. KBDTS-Karar Verme....56
6.3. Kriterlerin Belirlenmesi....58
6.4. Uygulama....60
6.4.1. Ana Kriterlerin Kıyaslanması....61
6.4.2. Kriter Gruplarının Kıyaslanması....64
6.4.3. Alternatiflerin Her Kriter için Kıyaslanması....76
6.4.4. Kıyaslamaların Tamamlanması ve Değerlendirilmesi....80
6.5. Duyarlılık Analizi....82

SONUÇ....86
KAYNAKÇA....89
ÖZ GEÇMİŞ....110
TEZ İNTİHAL RAPORU....111

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

AB : Avrupa Birliği

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

AGV : Otonom Kara Aracı (Autonomous Ground Vehicle)

AHP : Analitik Hiyerarşi Süreci

ARAS : Additive Ratio Assessment

B2B : İşletmeden İşletmeye (Business to Business)

B2C : İşletmeden Müşteriye (Business to Customer)

BM : Birleşmiş Milletler

BWM : En İyi-En Kötü Yöntemi (Best-Worst Method)

C&C : Tıkla ve Topla (Click And Collect)

C2C : Müşteriden Müşteriye (Customer To Customer)

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemi

CO_2 : Karbondioksit

CoCoSo : Birleşik Uzlaşma Çözümü (Combined Compromise Solution)

COMET : Characteristic Objects Method

COPRAS :Karmaşık Oransal Değerlendirme (Complex Proportional Assessment)

CRITIC : Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önem Tespiti (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation)

CSCMP : Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals)

CWW : Kelimelerle İşlem (Computing with Words)

ÇAKV : Çok Aktörlü Karar Verme

ÇAKV : Çok Amaçlı Karar Verme

ÇBKV : Çok Boyutlu Karar Verme

ÇKKA : Çok Kriterli Karar Analizi

ÇKKV : Çok Kriterli Karar Verme

ÇÖKV : Çok Özellikli Karar Verme

DANP : DEMATEL-ANP

DEMATEL : Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)

DESA : Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Bölümü (Department of Economic and Social Affairs)

DHHFLTS : Çift Hiyerarşili Kararsız Bulanık Dilsel Terim Kümesi (Double Hierarchy Hesitant Fuzzy Linguistic Term Set)

DTS : Dilsel Terim Setleri

EA : Elektrikli Araçlar

ELECTRE : Elimination Et Choix Traduisant La Realite

EYA : Elektrikli Yük Araçları

FARE : Faktör İlişkisi (Factor Relationship)

HFLTS : Kararsız Bulanık Dilsel Terim Seti (Hesitant Fuzzy Linguistic Term Set)

K/TK : Kabul/Teslimat Kutusu

KBDTS : Kararsız Bulanık Dilsel Terim Setleri

KD : Kargo Dolabı

Kİ : Kelimelerle İşlem

KKT : Kitle Kaynaklı Teslimat

Km : Kilometre

KPI : Anahtar Performans Göstergesi (Key Performance Index)

LHS : Lojistik Hizmet Sağlayıcı

MARCOS : Alternatiflerin Ölçülmesi ve Uzlaşma Çözümüne Göre Sıralanması (Measurement of Alternatives and Ranking according to Compromise Solution)

MAUT : Çok Nitelikli Fayda Teorisi (The Multi-Attribute Utility Theory)

MICMAC : Sınıflandırmada Uygulanan Çapraz Etki Matris Çarpımı (Cross Impact Matrix Multiplication Applied to Classification)

MOORA : Oran Analizine Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon (Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis)

PROMETHEE : Zenginleştirme Değerlendirmesi için Tercih Sıralama Organizasyonu Yöntemi (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation)

PUDO : Teslim Alma ve Bırakma (Pick-Up Drop-Off)

QFD : Kalite Fonksiyon Yayılımı (Quality Function Deployment)

s. : Sayfa Numarası

SAW : Basit Katkı Ağırlıklandırması (Simple Additive Weighting)

SMART : Spesifik – Ölçülebilir- Kabul Edilebilir – Gerçekçi - Zamanında (Specific-Measurable-Accepted-Realistic-Timely)

SWARA : Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis)

SWOT : Güçlü Yönler-Zayıf Yönler-Fırsatlar-Tehditler (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats)

T&T : Tıkla & Topla

TN : Teslimat Noktası

TOPSIS : İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercihleri Sıralama Tekniği (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution)

UCC : Kentsel Konsolide Merkezi (Urban Consolidation Center)

UN : Birleşmiş Milletler (United Nations)

vb : Ve Benzeri

VIKOR : ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

WASPAS : Ağırlıklı Birleştirilmiş Toplam Ürün Değerlendirmesi

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. *"Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar" Alt Hedefleri* 16
Tablo 3.1. *Son Adım Teslimat Yöntemleri* 24
Tablo 3.2. *Ev Dışı Teslimat Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları.* 31
Tablo 4.1. *Karar Verme Türlerinin Sınıflandırılması* 45
Tablo 5.1. *Son Adım ve Kentsel Teslimatları Konu Alan ÇKKV Literatürü* 63
Tablo 6.1. *Değerlendirme Kriterleri* 59
Tablo 6.2. *Ana Kriterlerin İkili Değerlendirmeleri* 62
Tablo 6.3. *KBDTS için Zarfların Elde Edilmesi* 62
Tablo 6.4. *Dilsel Terimlerin 7'li Ölçeği* 63
Tablo 6.5. *Kötümser Grup Kararları* 63
Tablo 6.6. *İyimser Grup Kararları* 63
Tablo 6.7. *Dilsel Aralıklar ve Ağırlıklar* 64
Tablo 6.8. *Uzmanlardan "Ekonomik" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi* 65
Tablo 6.9. *"Ekonomik" Kriteri çin Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu* 66
Tablo 6.10. *"Ekonomik" Kriteri için Elde Edilen Kötümser Grup Kararları* 67
Tablo 6.11. *"Ekonomik" Kriteri için Elde Edilen İyimser Grup Kararları* 67
Tablo 6.12. *"Ekonomik" Alt Kriterlerinin Ağırlıkları* 68
Tablo 6.13. *Uzmanlardan "Sosyal" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi* 68
Tablo 6.14. *"Sosyal" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu* 69
Tablo 6.15. *"Sosyal" Kriteri için Elde Edilen Kötümser Grup Kararları* 69
Tablo 6.16. *"Sosyal" Kriteri için Elde Edilen İyimser Grup Kararları* 69
Tablo 6.17. *"Sosyal" Alt Kriterlerinin Ağırlıkları* 69
Tablo 6.18. *Uzmanlardan "Çevresel" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi* 70
Tablo 6.19. *"Çevresel" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu* 71
Tablo 6.20. *"Çevresel" Kriteri için Elde Edilen Kötümser Grup Kararları* 71
Tablo 6.21. *"Çevresel" Kriteri için Elde Edilen İyimser Grup Kararları* 71
Tablo 6.22. *"Çevresel" Alt Kriterlerinin Ağırlıkları* 72
Tablo 6.23. *Uzmanlardan "Teknik" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi* 73
Tablo 6.24. *"Teknik" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu* 74
Tablo 6.25. *"Teknik" Kriteri için Elde Edilen Kötümser Grup Kararları* 75
Tablo 6.26. *"Teknik" Kriteri için Elde Edilen İyimser Grup Kararları* 75
Tablo 6.27. *"Teknik" Alt Kriterlerinin Ağırlıkları* 76
Tablo 6.28. *Uzmanlardan " Başlangıç Yatırım Maliyeti (E1)" Kriteri için Tüm Alternatiflerin İkili Karşılaştırılması Sonucunda Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi* 77
Tablo 6.29. *Uzmanlardan " Başlangıç Yatırım Maliyeti (E1)" Kriteri için Tüm Alternatiflerin İkili Karşılaştırılması Sonucunda Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu* 78
Tablo 6.30. *Kötümser Grup Kararları* 79
Tablo 6.31. *İyimser Grup Kararları* 79
Tablo 6.32. *Dilsel Aralıklar ve Ağırlıklar* 79
Tablo 6.33. *Ana Kriterlerin, Kriter Gruplarının ve Tüm Alternatiflerin Puanları* 81

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. *Sürdürülebilirlik Bileşenleri* 9
Şekil 1.2. *Sosyal Sürdürülebilirlik ile İlgili Kavramlar* 11
Şekil 2.1. *Birleşmiş Milletler 1950-2050 Kentsel Kırsal Nüfus Beklentisi* 14
Şekil 2.2. *Ulaşım Sisteminin Birbiriyle İlişkili Alt Modelleri* 18
Şekil 2.3. *Kentleşme, E-Ticaret ve Kentsel Teslimatlar Arasındaki İlişki* 20
Şekil 3.1. *Tıkla & Topla* 25
Şekil 3.2. *Kargo Dolabı Kullanımı* 26
Şekil 3.3. *Teslimat Noktası Kullanımı* 26
Şekil 3.4. *PUDO (Teslim Alma Bırakma Noktası) Kullanımı* 27
Şekil 3.5. *Kabul/ Teslimat Kutusu Kullanımı* 27
Şekil 3.6. *Araç İçi (Bagaj) Teslimat* 28
Şekil 3.7. *Kargo Bisikleti Kullanımı* 28
Şekil 3.8. *Drone Kullanımı* 29
Şekil 3.9. *AGV Kullanımı* 29
Şekil 4.1. *ÇKKV Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları* 47
Şekil 4.2. *Yapılması Gereken Bir İşin Uzunluğu Kavramı* 50
Şekil 4.3. *Kelimelerle İşlem Uygulamasının Adımları* 51
Şekil 4.4. *Dilsel Set ve Karşılık Değerleri* 52
Şekil 6.1. *Yöntemin Uygulanmasına Yönelik Akış Diagramı* 56
Şekil 6.2. *Alternatiflerin Ekonomik Kriterdeki Değişimlere Olan Duyarlılığı* 83
Şekil 6.3. *Alternatiflerin Sosyal Kriterdeki Değişimlere Olan Duyarlılığı* 83
Şekil 6.4. *Alternatiflerin Çevresel Kriterdeki Değişimlere Olan Duyarlılığı* 84
Şekil 6.5. *Alternatiflerin Teknik Kriterdeki Değişimlere Olan Duyarlılığı* 85

GİRİŞ

Özellikle 1950'li yıllardan günümüze kadar gelişen ve tüketici faydasını önceleyerek bunu bir rekabet unsuru haline getiren pazarlama anlayışı; müşteri taleplerine çok hızlı reaksiyon verebilen, hizmet koşullarını pazar hedeflerine göre değiştirebilen işletmelerin daha iyi rekabet edebilme yeteneklerine sahip olduğu bir ticaret ortamı oluşturmuştur. İşletmeler, önce lojistik hizmetleri bir ana faaliyet alanı olarak görmeye başlamış, zamanla bu hizmetten elde edilecek kârlılığın da önemli bir girdi olduğunu kabul etmiştir. Dahası müşteri memnuniyetine giden yolda lojistik hizmet kalitesinin önemli olduğu anlaşılmıştır. İşletmelerin lojistik hizmetlerde verimliliği artırma isteği, lojistiğin tüm aşamalarının daha iyi anlaşılması ve geliştirilmesi ihtiyacını, dolayısıyla bütüncül bir yaklaşımla konunun ele alınması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bunun sonucunda, lojistik faaliyetler arasında kendisine yakın geçmişe kadar tam anlamıyla bir yer bulamayan son adım teslimatlar; neden oldukları maliyetlerin ve ekolojik zararların daha iyi anlaşılması ile önem kazanmaya başlamıştır. Son adım teslimat, tedarik zincirinin en son aşamasında son istasyon/depo/mağaza/aktarma merkezi ile müşteri arasındaki teslimat hizmeti anlamına gelmektedir. Özellikle COVID-19 pandemisi, lojistiğin ne derece hayati bir hizmet olduğunu ve son adım teslimatının lojistik faaliyetler arasındaki ağırlığını tartışmasız şekilde ortaya çıkarmıştır. Bu ağırlığın sebebi, son adım teslimatın müşteri ile temas halinde olunan aşama olması ve müşteri memnuniyetini direkt etkilemesi kadar işletmenin maliyetlerini azaltma potansiyeli ile de alakalıdır. Nitekim son adım teslimat, tedarik zincirinin en maliyetli aşamasını oluşturmaktadır.

Diğer taraftan, ikinci dünya savaşı sonrasında kentsel yaşam özellikle gelişmiş ülkelerde gerek ulaşım gerekse kamusal faaliyetlere erişim kolaylığı başta olmak üzere sosyal imkânlara yakınlık, güvenlik ve ekonomik açılardan kırsal alanlara kıyasla daha fazla tercih edilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde de nüfusun çoğunluğunun yaşam alanı olarak kentleri ve kent merkezlerini tercih etmesi ile içinde bulunduğumuz yüzyılda kentler, insanların habitatı halini almıştır. Kentlerde yaşamı cazip hale getiren çeşitli faydalar bulunmaktadır. Dünya nüfusunun çoğunluğunun kentlerde yaşamaya veya

yaşam alanlarında büyük kentler oluşturmaya başlaması ile insanların ihtiyaç duyduğu neredeyse tüm sosyal ve kültürel faaliyetler bu alanlara taşınmıştır. Özellikle "eğitim için kırsaldan kentlere göç etmek" ya da "iş imkânları sebebiyle kentlere göç etmek" yaklaşımları aşina olduğumuz davranışlardır. Ancak kentleşmenin diğer sebepleri arasında; savaşlar, ekonomik krizler ve ölçüsü ne olursa olsun daha birçok olumsuz etken de bulunmaktadır. Kentleşmenin artmasına ek olarak, teknolojideki gelişmeler ile yaşam tarzlarının ve satın alma alışkanlıklarının değişmesiyle, hükümetler ve toplumlar kentsel alanların sürdürülebilirliği konusunda endişe duymaya başlamıştır. Gelişmişlik seviyesi fark etmeksizin tüm dünya ülkelerinin deneyimlediği COVID-19 pandemisinin de bu yaşam tarzları ve satın alma alışkanlıklarının değişimi üzerinde itici bir güç olduğu söylenebilir. Esasen pandemi sırasında, pandemi sonrasındaki dünyanın ticaret yapma biçimine yönelik bir ön gösterim yaşanmıştır. Bu ortam, pandemi sırasında müşterilerin zorunlu ve/veya korunma amaçlı olarak alışverişlerinin büyük bir kısmını evlerinden ve çevrim içi olarak gerçekleştirme imkânı sunmuştur.

Son adım teslimat, sürdürülebilirlik bağlamında ele alındığında, kentsel sürdürülebilirliğe özellikle çevresel açıdan zarar vermektedir. Kentsel lojistik alanı içinde büyük bir yeri temsil eden son adım teslimat, son derece kirleticidir ve çevre duyarlılığına sahip işletmeler, toplumlar ve yönetimler son adım teslimatın sürdürülebilirliğini hedeflemektedir. Çevresel faydanın sağlanabileceği, maliyetlerin azaltılarak hem müşteri hem de işletme kârlılığına katkının yapılabileceği ve en önemlisi kentsel ekosistemin toplam çıkarlarına hizmet ederek tüm paydaşların tatmin olabileceği bir rol üstlenen son adım teslimat hizmetleri karmaşık ve ekonomik ve ekolojik açılardan yüksek maliyete sahip bir hizmet aşamasını temsil etmektedir.

Bu tez, son adım teslimat yöntemlerini sürdürülebilirlik odağında kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu değerlendirme için kararsız bulanık dilsel terim setleri ile çok kriterli karar verme hiyerarşisi kullanılmıştır. Bu yöntem, tüm değerlendirme adımlarında kararsızlığı ve bulanıklığı analize dâhil eden ve daha hassas sonuçlar elde edebilme imkânı sağlayan başarılı bir yöntemdir.

Kullanımı literatürde ve gerçek hayatta her geçen gün kabul gören son adım teslimat yöntemleri, kentlerin sürdürülebilirliğine katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Bunu başarabilmek için öncelikle literatürdeki kavramsal kargaşanın çözülmesi gerekmektedir. Çözüme yönelik ilk yaklaşım bu yöntemleri araç ve teslim alma/bırakma noktaları

şeklinde sınıflandırmaktır. Bu tezin literatüre katkılarından ilki; kavramsal olarak son adım teslimat yöntemleri arasında ev dışı teslimat şeklinde gerçekleştirilen yöntemlerin yerini ayırmaktır. Burada kullanılan "ev dışı" esasen geleneksel eve teslimat yöntemine alternatif olabilecek, sürdürülebilir alternatif teslimat yöntemlerinin bir kümesini ifade etmektedir. Bu küme son adım teslimatı ev dışında bir noktada gerçekleştiren tüm son adım teslimat yöntemlerinden oluşur. Doğası gereği ev dışı teslimat yöntemlerini kendi aralarında kıyaslamak hem araç hem de ev dışı seçeneklerin birbirleriyle kıyaslanmasına göre daha tutarlı bir yaklaşımdır. Söz konusu ev dışı teslimat yöntemleri; Tıkla & Topla "T&T" (Click and Collect "C&C"), teslimat noktası (Pick-up Point), Teslim Alma/Bırakma Noktası "PUDO noktası" (Pick-up Drop-off Point), kargo dolabı (Parcel Locker-literatürde otomatik kargo dolabı, akıllı dolap, kargo otomatı şeklinde isimlendirmelere de sahiptir), Kabul/teslimat kutusu "K/TK" (Reception Box) ve Araç İçi (Bagaj) Teslimatı (In-car/Trunk Delivery) şeklinde dikkate alınmıştır. Çalışmada sürdürülebilirlik bakış açısıyla değerlendirilen bu yöntemler, müşterinin son adım teslimat sürecine katıldığı (attended) ev dışı teslimat yöntemleridir. Bununla birlikte, kargo bisikleti ile teslimat, dron ile teslimat, elektrikli araç veya bisiklet ile teslimat, otonom kara aracı (Autonomous Ground Vehicle-AGV) ile teslimat ve tüp teslimat yöntemleri de son adım teslimat çerçevesinde kullanılan sürdürülebilir ve yenilikçi stratejileri oluşturmaktadır. Ancak tezin kapsamını oluşturan teslimat noktasından ziyade, teslimat aracı sınıflandırmasına dâhil oldukları için kapsam dışı bırakılmıştır.

Çalışmaya dâhil edilen altı adet son adım teslimat yönteminin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere sürdürülebilirlik bakış açısıyla literatürdeki ilgili kriterlerin detaylı bir araştırması yapılarak 24 adet değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Daha sonra kriter önem dereceleri hesaplanmış ve son adım teslimat alternatifleri sürdürülebilirlik açısından sıralanmıştır.

Tezin ilerleyen bölümleri aşağıdaki şekilde organize edilmiştir:

Birinci bölümde tezin kavramsal çerçevesinin daha doğru anlaşılabilmesi için "Sürdürülebilirlik" tanımı yapılmış ve bileşenleri açıklanmıştır. Bu bileşenler aynı zamanda çalışmanın ana değerlendirme ölçütleridir. İkinci bölümde "kentsel sürdürülebilirlik" kavramı açıklanmıştır. Konuyu desteklemek amacıyla, Birleşmiş Milletler'in kentlere yönelik sürdürülebilirlik hedeflerine yer verilmiştir. Kentlerin sürdürülebilirliğine etkisi bakımından "kentsel lojistik" kavramı "ulaşım" ve

“teslimat/dağıtım” olarak iki başlıkta incelenmiştir. Üçüncü bölümde son adım teslimat yöntemleri alt başlıklar halinde tanıtılmıştır. Değerlendirme ve seçim yapmak amacıyla bu teze dâhil edilen ev dışı teslimat yöntemleri, detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Dördüncü bölümde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri tanıtılmıştır. Bulanık mantık yaklaşımı, bulanık küme kavramı, dilsel karar verme süreçleri ve kararsız bulanık kümeler kavramı bu bölümde açıklanmıştır. Beşinci bölümde kapsamlı bir literatür araştırması ile son adım teslimatı konu alan çalışmalar sunulmuştur. Çalışmalar amaçlarına göre incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Altıncı bölümde ev dışı son adım teslimat yöntemlerinin değerlendirilmesi için uygulanacak model tanıtılmış ve uygulama adımları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Uygulama aşamasında, bütün kıyaslama adımları başlıklar halinde verilmiştir. Önerilen modelin uygulanması sonucunda elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Sonuçların duyarlılığını ölçmek amacıyla duyarlılık analizi uygulanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Başta barınma ve beslenme olmak üzere insan sürekli olarak temel ihtiyaçlarını karşılama mücadelesi içinde olmuştur. Verilen bu mücadele günün koşullarında elde edilebilir olsa bile düşünebilen bir varlık olan insan; kaynakların kullanımını bir devamlılık içinde zamana yaymak ve bugün olduğu gibi yarın da ihtiyacını karşılamak için plan yapmaktadır. İşte "sürdürülebilirlik" kavramının oluşmasına ve gelişmesine sebep olan durum, bu ihtiyaçları sürekli ve planlı olarak karşılama arzusudur. Bu bölümde sürdürülebilirlik kavramının tanımı, bileşenleri ve lojistik ile olan ilişkisinden bahsedilecektir.

1.1. Sürdürülebilirlik Tanımı

Sürdürülebilirlik kavramının tarihsel kökenine gidilecek olursa, ilk kez Hans Carl von Carlowitz tarafından 1712 yılında kaleme alınan "Sylvicultura Oekonomika" adlı eserde orman yönetiminin sürekliliğini ifade etmeyi amaçlayan bir kavram olarak kullanılmıştır (Scoones, 2007, s.590). Carlowitz'in kitabında sürdürülebilirliğe bakışı, orman kaynağının ihtiyaçlar karşısında dengesini sağlamak başka bir ifade ile "stokların muhafazası" şeklindedir (Şen vd., 2018, s.10).

Birleşmiş Milletler "İnsan ve Çevre" konulu 1972 Stokholm konferansı özgürlük, eşitlik gibi temel insan hakları başta olmak üzere sürdürülebilirlik açısından incelendiğinde; "Hava, su, toprak, flora ve fauna ve özellikle doğal ekosistemlerin temsili örnekleri dâhil olmak üzere yeryüzünün doğal kaynakları, uygun olduğu şekilde dikkatli planlama veya yönetim yoluyla şimdiki ve gelecek nesillerin yararı için korunmalıdır" ve "Yeryüzünün yenilenemeyen kaynakları, gelecekte tükenme tehlikesine karşı korunacak ve bu tür istihdamdan elde edilecek faydaların tüm insanlık tarafından paylaşılmasını sağlayacak şekilde kullanılmalıdır" kabul gören 26 ilkeden dikkat çeken ilkelerdir (United Nations, 1973, ss. 4,5). Günümüze ulaşana kadar sürdürülebilirliğin esas çerçevesini oluşturan ve kavramsal olarak alanının genişletilmesinin önünü açan gelişme; 1987 yılında

yayımlanan ve “Brundland Raporu” olarak da bilinen “Ortak Geleceğimiz” adlı raporda geçen "Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama becerilerinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılamak" (WCED, 1987, s. 8) şeklinde “Sürdürülebilir Kalkınma” için yapılmış olan tanımdır. Raporda vurgulanmak istenen üç temel olgu; ekonomik verim ve tasarruf, çevreci eylemler ve sosyal değerlere atıfla kabul edilebilirliktir (Şen vd., 2018, s.4). Bu üç temel sürdürülebilir kalkınma bileşeni zamanla sürdürülebilirliğin temel bileşenleri olarak kabul görmüş ve sürdürülebilirliğin ölçekleri haline gelmiştir. 1992 yılında Birleşmiş Milletler’in Rio Konferansı’nda bu bileşenler, alt unsurlarının da önemine atıfla sürdürülebilirliğin üç temel sacayağı şeklinde sunulmuştur (Yeni, 2014, s.186).

Sürdürülebilir kalkınmayı başarıya götüren faktörler, sürdürülebilirliğin bütün çalışma alanlarına yayılması ve sürdürülebilir olma gayesinin toplumsal bir seviyeye ulaşmasıdır (Akyıldız, 2007, s.21). Sürdürülebilirliği “Sürdürülebilir kalkınma” olarak ana bir temada incelemek, tarihsel sürecinde sürdürülebilirliğin amacına da hizmet eden bir yaklaşımdır (Kuhlman ve Farrington 2010, s.3438). Bu iki kavram, amaç çerçevesi ve çıkarımları açısından aynı anlamdadır ve birbirlerinin yerine kullanılabilir (Holden vd., 2014, s.131). Esas kullanımı; etimolojik bir yaklaşımla ‘sür-mek, sür-dür-mek’ gibi devamlılığı ifade eden, devam edebilir, devam ettirilebilir anlamına gelen, İngilizcesi “sustainability” olan ve Latince “sustain” kelimesinden üretilmiş bir kavramdır. Günümüzde sürdürülebilirliği ifade etmek için bazı genel tanımlar kullanılmakta olsa da sürdürülebilirliğin genel kabul gören tek bir tanımı bulunmamaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramı 21. yüzyılın en fayda yönlü kavramlarından biridir. Nitekim bu kavram pek çok problemin çözümü için gerekli olan formül niteliğinde; bilim insanları, ekonomik kuruluşlar ve özellikle hükümetler tarafından sıkça kullanılmaktadır. Kapsadığı alan çeşitliliği başta olmak üzere sürdürülebilirlik konusunda vurgulanması gereken önemli hususlar arasında; sürdürülebilirliğin devamlı şekilde kendini yenileyen dinamik yapıdaki bir kavram olduğu, kendisini besleyen düşüncenin kaynaklar aleyhinde işleyen kaynak-ihtiyaç dengesizliği olduğu ve çevresel duyarlılığı artırdığı gerçeği yer almaktadır (Şen vd., 2018, s.8). Birleşmiş Milletler üye ülkeleri tarafından 2015 yılında kabul edilen “2030 Sürdürülebilir Kalkınma Acendası” 2030 yılına kadar çeşitli düzenlemeler ile sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamayı amaçlayan ve acil eylem

çağrısı olan 17 sürdürülebilir kalkınma hedefini içermektedir. Bu hedefler aşağıda sıralanmıştır (UN General Assembly, 2015, ss.14-26):

- Yoksulluğu ortadan kaldırmak,
- Açlığı sonlandırmak,
- Sağlıklı ve kaliteli yaşam koşulları sağlamak,
- Kapsayıcı ve eşitlikçi kaliteli eğitim sağlamak,
- Toplumsal cinsiyet eşitliği sağlamak,
- Temiz su ve arındırma,
- Sürdürülebilir şekilde enerjiye erişim,
- Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve istihdam,
- Dirençli altyapı inşa etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir altyapıyı teşvik etmek sanayileşme ve yenilikçiliği teşvik etmek,
- Eşitsizliği azaltmak,
- Sürdürülebilir şehir ve topluluklar oluşturmak,
- Sürdürülebilir tüketim ve üretim sağlamak,
- İklim değişikliği ve etkileriyle mücadele etmek,
- Denizlerdeki yaşamın korunması ve sürdürülebilirliğini sağlamak,
- Karasal yaşamın korunması ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak,
- Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumları teşvik etmek ve kapsayıcı kurumlar oluşturmak,
- Sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığı canlandırmak.

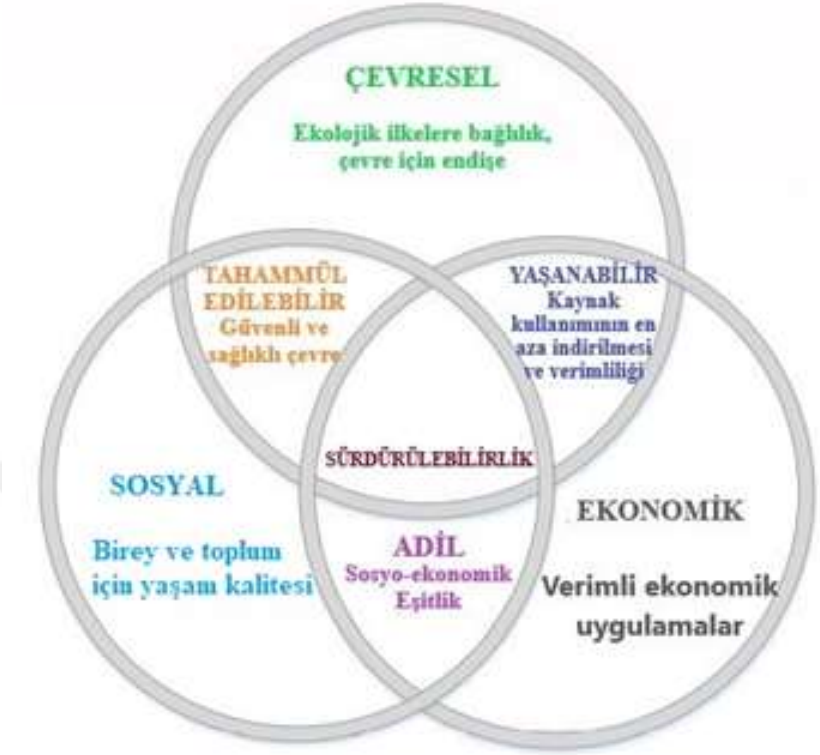
Günümüzde işletmeler de sınırlı kaynaklar ve artan giderler gibi zorlu koşullar nedeniyle kaynak verimliliğini artırmak ve sürdürülebilir bir yönetim stratejisi seçmek için gayret göstermektedir (Gedik, 2020, s. 206). Birçok uluslararası nitelikteki ticari kuruluşun hedef politikaları arasında yer alan "sürdürülebilirlik" kavramı; çevresel açıdan faydalı, maliyet etkin veya sosyal açıdan kabul edilebilir hedeflere ulaşma idealini tanımlamak için kullanılmaktadır. İşletme ölçeğinde ele alınan sürdürülebilirlik genel olarak kurumsal sürdürülebilirlik şeklinde ifade edilmektedir. İşletmelerin sürekli kaynak ihtiyacından doğan sürdürülebilir yönetim ve planlama ihtiyacına kaynak dengesizliği dışında etki eden bir diğer faktör ise toplumsal duyarlılığın artmış olmasıdır. Her ne kadar toplumun sürdürülebilirlik duyarlılığı büyük oranda çevresel hassasiyetlerden kaynaklanıyor olsa da işletmelerin müşteri kazanmak ya da mevcut müşterilerini elde tutmak için toplumun

hassasiyetlerine pozitif geri dönüşler sağlayabilmesi gerekmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri ve internet temelli yeni iş dünyasında; işletmelerin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliklerini sağlamalarının var olabilmeleri ve rekabet edebilmeleri için bir gereklilik olduğu açıktır (Sarıkaya vd., 2010, s. 32). Öyle ki özellikle uluslararası işletmeler belirli periyotlarla iç dinamiklerinde yaşanan değişimleri, tüm faaliyet kalemlerini ve genel süreç yönetimlerini sürdürülebilirlik açısından değerlendirmekte ve bu değerlendirme çıktılarından elde edilen sonuçlara göre kendilerine başarı atfedebilmektedir. Kurumsal sürdürülebilirlik dışında sürdürülebilir turizm, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir mimari ve yapılaşma gibi pek çok farklı alanlarda sürdürülebilirliğin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bununla birlikte son dönemlerde kentlerin sürdürülebilirliği de hükümetler, yerel yönetimler, halk ve akademisyenler tarafından ilgi çekmektedir. Kentsel sürdürülebilirlik, değerlendirmelerde sadece ekonomik, sosyal ve çevresel yaklaşımın yeterli olamayacağı kadar karmaşık ve büyük bir alandır. Açıkçası kentlerin sürdürülebilirliğinin değerlendirmesini sadece mevcut üç bileşeni kullanarak gerçekleştirebilmek oldukça zor bir hâle gelmiştir. Karmaşık ve yeterince objektif olunamayan; üretim, tedarik zincirleri, araç, ürün veya strateji gibi özel alanlarda "teknik sürdürülebilirlik" kavramı bir sürdürülebilirlik ölçütü olarak değerlendirmeye dâhil edilmektedir. Özellikle işletmeler, teknik konularda uzmanlaşmak için mevcut durumlarını değerlendirmek istediklerinde; teknik sürdürülebilirliğin de en az diğer bileşenler kadar önemli olduğunu kabul etmiştir.

1.2. Sürdürülebilirlik Bileşenleri

Sürdürülebilirliğin ölçülebilmesi, belirlenen ölçüm faktörlerine bağlı olacak şekilde mümkündür. Bir ülkenin, işletmenin ya da eylemin sürdürülebilirliği çeşitli kriterler göz önüne alınarak ölçülebilmektedir. Elde edilen veriler önceki dönemlerle ya da hedef seviyelerle kıyaslanabilmektedir. Sürdürülebilirliği değerlendirmek için yararlanılan araçların başında gelen göstergeler, çoğunlukla ekonomik, sosyal ve/veya çevresel gelişme seviyesidir (Ness vd. 2010. s.499). Bu üç ana bileşen ve bunların dengesini açıklamak amacıyla tanımlanan sürdürülebilirlik Şekil 1.1'de gösterilmektedir.

Şekil 1.1. *Sürdürülebilirlik Bileşenleri*



Kaynak: *Paredes, G., & Herrera, R. F. (2020). s.6*

Ekonomik, çevresel ve sosyal bileşenlerden sürdürülebilirliği tamamlayan temel unsurlar olarak bahsedebilmek için eş zamanlı ve bütüncül bir hedef sistematiği içerisinde gerçekleştirilebilmesi gerekliliği unutulmamalıdır. Uygulanmaları sırasında aralarındaki ilişki ya da uygulanmaları sonrasında birbirlerine destekleyici mi yoksa bir çatışmaya sebebiyet verecek şekilde mi etki edecekleri konusu; ekonomik, sosyal ve çevresel ilkelerin entegre edilebilirliği ile ilişkilidir (Hansmann vd. 2012). Örneğin gelecek planlamasında hedeflenen çevre politikaları, ekonomik sürdürülebilirlikle çatışma içinde olabilir veya gelecek planlamasında toplumsal ve sosyal gelişim hedefleri, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilir. Fakat sürdürülebilirlik bileşenlerini daha iyi anlayabilmek için tam olarak karşılık geldikleri alanı tanımlamak gerekmektedir. Bu sebeple tüm bileşenleri detaylı biçimde ele almak, sürdürülebilirliğin yaşamın içinde nasıl algılanması gerektiğine dair yol gösterici olabilir (Goodland, 1995, s. 2).

1.2.1. Ekonomik Sürdürülebilirlik

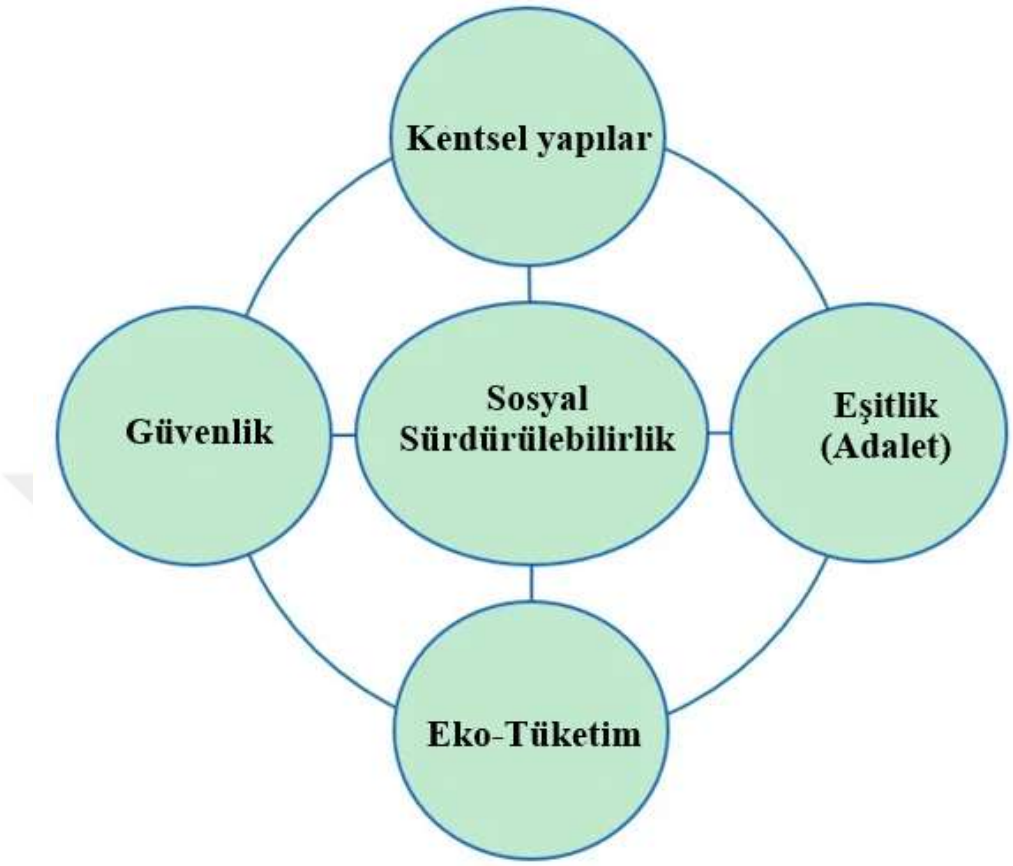
Ekonomik sürdürülebilirlik ya da ekonominin sürdürülebilirliği; insan ve doğa etkileşimi üzerine odaklı ve zamansal olarak geleceğe yönelik bir yaklaşımla ekonomik verimlilik

kaygısını temsil etmektedir (Baumgärtner ve Quaas, 2010, s. 446). Çevrenin, ekonomi ile arasında bulunan sürekli geri bildirim sistemine uygun bir şekilde büyüyen ekonomik ortamda sürekli olarak kendini yenilemesi gerekmektedir (Klaassen ve Opschoor, 1991). İnsanların günümüzde elde edecekleri refah düzeyinin gelecek nesillerin refah seviyesine olan etkisi ile emek ve sermayenin ekolojik düzene olduğu kadar sosyal gereksinimlere karşı duyarlılığı ve tüm ekonomik girdilerin tasarruflu kullanımı ekonomik sürdürülebilirliğin konularıdır. Günümüzde küresel ekonomiye her gün yeni bir katkısı ile gündeme gelen paylaşım ekonomisinin sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilme potansiyeli üzerinde tartışmalar bulunmaktadır. Ancak mevcut durumda paylaşım ekonomisi, sürdürülebilir tüketim uygulamalarını hayata geçirme kapasitesine rağmen etrafında oluşan karmaşadan ötürü, bunu gerçekleştirmeye çok yakın görünmemektedir (Curtis ve Lehner 2019, s.16). Paylaşım ekonomisi; değişen koşullara göre rejenere olması ve sürekli hale gelmesi durumunda, özellikle mal ve hizmet paylaşımı ve ekonomik sisteme dâhil olan tüm aktörler sayesinde çevresel ve sosyal bileşenlerle etkileşime girerek ekonomik sürdürülebilirliğe bütüncül bir fayda sağlayabilir.

1.2.2. Sosyal Sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirlik "Toplumsal değerlerin, sosyal kimliklerin, sosyal ilişkilerin ve sosyal kurumların geleceğe ne ölçüde devam edebileceği" şeklinde tanımlanabilir (Gedik, 2020, s. 209). Müşterek yaşam koşullarının iyileştirilmesi, sürekliliği ve hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik ile destekleyici ve tamamlayıcı bir yapıda olması gerekliliği açıktır. Sosyal sürdürülebilirliğin bir toplumda varlığından söz edebilmek için; bireylerin ve toplumun refahına yönelik özellikleri ve toplumsal faydanın sağlanıp devamlılığının getirilebilmesi özelliklerine sahip olması gerekir (Bilgili, 2017, s. 566). Eizenberg ve Jabareen (2017, ss. 7-12) sosyal sürdürülebilirlik kavramını "sürdürülebilir kentsel yapılar, eşitlik, güvenlik ve eko-tüketim" kavramları ile açıklamaya çalışmıştır (Şekil 1.2). Bu tanımlama içinde bahsi geçen "sürdürülebilir kentsel yapılar" kavramı; sosyal sürdürülebilirliğe "temiz enerji", "yeşillendirme" ve "sürdürülebilir ulaşım" gibi sosyal topluluğun sürdürülebilirlik ana bileşenlerinin de dâhil edilebilmesi için gerekli görülmüştür.

Şekil 1.2. *Sosyal Sürdürülebilirlik ile İlgili Kavramlar*



Kaynak: *Eizenberg ve Jabareen, 2017, s.11*

1.2.3. Çevresel Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirliğin atıfta bulunduğu en anlamlı bileşen çevresel/ekolojik faydanın devamlılığıdır. Ekolojik sistemin sürdürülebilirliğinde amaç, yaşamı idame ettiren tüm unsurların varlığını kalıcı kılmayı hedeflemektir (Goodland. 1995, s. 6). Bu hedef çevresel sürdürülebilirliğin diğer bileşenlerle uyumlu bir şekilde ve insan varlığının devam ettiği süre boyunca kesintisiz olarak devam etmesi anlamına gelmektedir. Çevresel sürdürülebilirliği destekleyici ilkeler; toplumsal ihtiyaçların uygun şekilde karşılanması, biyolojik çeşitliliğin korunması, yenilenebilir kapasitenin sağlanması, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve son olarak atık yönetimi ve yenilenemeyen kaynakların sınırlandırılması olarak tanımlanabilir (Morelli. 2011, ss. 5-6).

1.2.4. Teknik Sürdürülebilirlik

Literatürde sürdürülebilirlik ölçütleri arasında teknik/teknolojik sürdürülebilirlik kavramı, sürdürülebilirliğin değerlendirileceği konuya ya da kapsama bağlı olarak gerekli

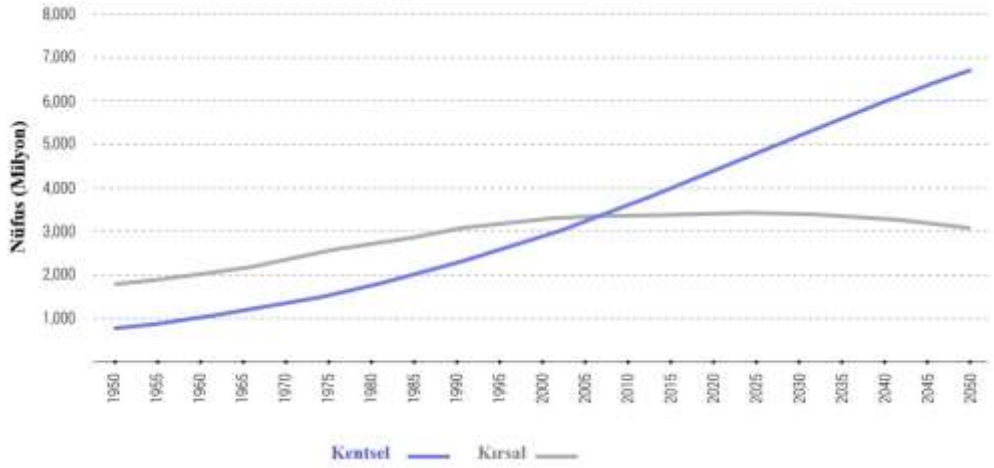
olabilmektedir. Teknik sürdürülebilirlik ekonomik, sosyal ya da çevresel sürdürülebilirlik kavramlarının tanımlarında yer alan ve faydanın ve dengenin diğer bileşenlerle birbirini destekleyici bir biçimde ve zamansal olarak sürekli olmasını teknik özellikler açısından amaçlayan bir kavramı ifade etmektedir. Bu amaç doğrultusunda sürdürülebilirliğin hedeflendiği konu için gerekli olan teknik özellikler, teknik sürdürülebilirliği yakalamayı sağlayacak alt faktörlerdir. Örnek olarak; bio-enerji üretimi konusunda (Nzila vd. 2012), üretim süreçlerinin değerlendirilmesinde (Kluczek, 2017), kentsel su dağıtım sistemlerinin analizinde (Aydın vd., 2014), yenilenebilir enerji sistemlerinin değerlendirilmesinde (Babatunde ve Ighravwe, 2019), kaynakların karşılaştırılmasında (Lee ve Chang, 2018) ve bulaşıcı tıbbi atıkların bertarafında kullanılacak arıtma yönteminin seçiminde (Voudrias, 2016) çok geniş bir alanda ve farklı faktörler sürece dâhil edilerek teknik sürdürülebilirlik değerlendirmeleri yapılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

KENTSEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Kırsal bölgelerden kentsel bölgelere veya şehir merkezlerine göçün arkasında temel güdülenmenin ağırlıklı olarak ekonomik, kültürel ve eğitim koşulları gibi çeşitli etmenler olabileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak, yakın geçmişte ortaya çıkan savaşların, küresel krizlerin ve ekolojik yıkımın da göçü tetikleyen başlıca nedenler arasında yer aldığı söylenebilir. Kırsal bölgelerde insana dayalı iş gücünün artık yerini insansız çözümlere bıraktığı tarım ve hayvancılık gibi endüstrilerin oluşturduğu yeni durum; kırsal nüfusun kentlere göçünü etkileyen bir başka sebeptir. Birleşmiş Milletlerin hazırladığı rapora göre, dünya genelinde 1990 yılında 2,29 milyar olan kent nüfusu 2018 yılında 4,22 milyara kadar ulaşmıştır. Söz konusu artış hızı ile önümüzdeki yıllarda nüfusun artmaya devam etmesi hatta 2050 yılında 6,68 milyara ulaşması beklenmektedir. Bahse konu olan bu raporda, 2018 yılında Asya bölgesindeki kentsel nüfusun tüm küresel kentsel nüfusun yaklaşık %53'ünü oluşturduğu belirtilmektedir (DESA, 2019). 2050 yılına kadar dünya nüfusunun beklenen kentsel ve kırsal dağılımı Şekil 2.1’de yer almaktadır (UN Habitat, 2022, s.5).

Şekil 2.1. *Birleşmiş Milletler 1950-2050 Kentsel Kırsal Nüfus Beklentisi*



Kaynak: *UN HABITAT. (2022) s.5. Envisaging the Future of Cities, World Cities Report 2022.* https://unhabitat.org/wcr/

Kentsel alanlara ve büyük şehirlere doğru kırsal kesimden göçün her geçen yıl artmaya devam etmesinin yanında, kimi bölgelerde göç hareketleri küresel ortalamadan çok daha yüksek oranlarda gerçekleşmiştir. Kuzey Amerika'da 2021 yılında kentsel nüfusun toplam nüfusa oranı %82, Latin Amerika ve Karayipler'de %79, Avrupa'da %75 ve Asya'da %52'dir (Statista, 2021). Öte yandan, Türkiye'de kent nüfusunun toplam nüfusa oranı 2010 yılında %70,83 iken 2020 yılında %76,11'e yükselmiştir (Statista, 2022a). Çin'deki kentsel nüfusun toplam nüfus içindeki payının 2010 yılında %50 civarında iken 2020 yılında yaklaşık %64 olması (Statista, 2022b) ve 2020 yılında Kanada'da kentsel nüfusun toplam nüfusun %81,56'sını oluşturması diğer çarpıcı istatistiklerdir (Statista, 2022c). Kentsel nüfus artışı, insanların içinde bulunduğumuz yüzyılda ve gelecekte doğal yaşam alanları olarak kentleri tercih edeceklerini göstermektedir. Bu açıdan kentlerin sürdürülebilirliklerinin sağlanabilmesi ve mevcut durumun değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu bölümde kentsel sürdürülebilirlik hedefleri ve kentsel lojistik kavramlarından bahsedilecektir. Son olarak bu tezin konusu olan son adım teslimatı yakından ilgilendiren lojistik faaliyetlerin kentsel sürdürülebilirliğe etkisi de ayrı bir başlık içinde incelenecektir.

2.1. Kentsel Sürdürülebilirlik Hedefleri

Sürdürülebilirlik amaçlarının uygulanmasında şüphesiz küresel nüfusun büyük bölümünü barındıran kentler hem insanların yaşam alanını oluşturmaları hem de çevresel kaygıların büyük bölümüyle doğrudan ilişkilendirilmeleri sebebiyle oldukça önemlidir. Kentsel sürdürülebilirlik insanların gereksinimlerinin küresel açıdan da sürdürülebilir olarak karşılanabilmesini gerektirir, başka bir ifade ile kısa vadede kent ihtiyaçlarının başka bölgelerden karşılanıp kentin neden olduğu olumsuzlukların başka bölgelere etki etmesi ile sadece geçici ve mahallî bir sürdürülebilirlikten söz edilebilir (Alberti, 1996, s. 383). Kavram farklı toplumların ve yaşam koşullarının dikkate alındığı bir ortamda tek bir tanıma karşılık gelmez ve değerlendirme ölçütleri çok çeşitli olmakla beraber "alan temelli", "hedef temelli", "sektörel", "sorun", "nedensel" ve "kombinasyon" çerçevelerinden birden fazla paydaşı dâhil ederek incelenebilir (Maclaren, 1996, ss.185,186,190). BM'nin 17 sürdürülebilirlik hedefi içinde yer alan ana hedeflerden "sürdürülebilir şehirler ve topluluklar" hedefi kentlere yönelik 10 farklı alt hedefi içermektedir. Bu hedefler Tablo 2.1'de gösterilmektedir.

Tablo 2.1. *"Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar" Alt Hedefleri*

"Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar"	
11.1	Herkes için yeterli, güvenli ve makul fiyatlı barınma ve temel hizmetlere erişim imkânı
11.2	Dezavantajlı insan gruplarının gereksinimlerine özel önem gösterilmesi, ulaşım sistemlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve yolların güvenli hale getirilmesi
11.3	İnsan yerleşimlerinin sürdürülebilir şekilde planlanması
11.4	Kültürel ve doğal mirasın korunması
11.5	Afetlerin insan hayatı ve ekonomi üzerine olumsuz etkilerinin azaltılması
11.6	Hava kalitesi ve atık yönetimi konusunda iyileştirmeler
11.7	İnsanların kamusal ve yeşil alanlara güvenli erişiminin sağlanması
11.a	Nüfus ve kaynak dengesini gözeterek ulusal ve bölgesel kalkınma planlamasının geliştirilmesi
11.b	Afet risk yönetimi
11.c	En az gelişmiş ülkelerde sürdürülebilir ve dayanıklı yapıların inşa edilmesi

Kaynak: Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Amaçlar, https://www.kureselamaclar.org/amaclar/surdurulebilir-sehirler-ve-topluluklar/ *Erişim:10.06.2023*

Birleşmiş Milletlerin "sürdürülebilir şehirler ve topluluklar" amacından hareketle küresel sürdürülebilirliğin, daha küçük alanlarda kümelenmiş ve büyük oranda kentlerin sürdürülebilirliğine bağlı genel bir kavram olduğu anlaşılabilir. Çevre ve ekonomi politikalarının birbirini destekleyici şekilde uygulanabilmesi ve aynı zamanda giderek artan kentsel nüfusun ihtiyaç ve sorunlarının karşılanabilmesine yönelik yapılan çalışmalar, kentsel sürdürülebilirlikle ilişkilidir ve bu durum kentsel sürdürülebilirliğin

gelecek nesillerin hayatına etki eden önemli bir kavram olduğunu göstermektedir (Kocaoğlu ve Sert, 2018, s.7).

2.2. Kentsel Lojistik

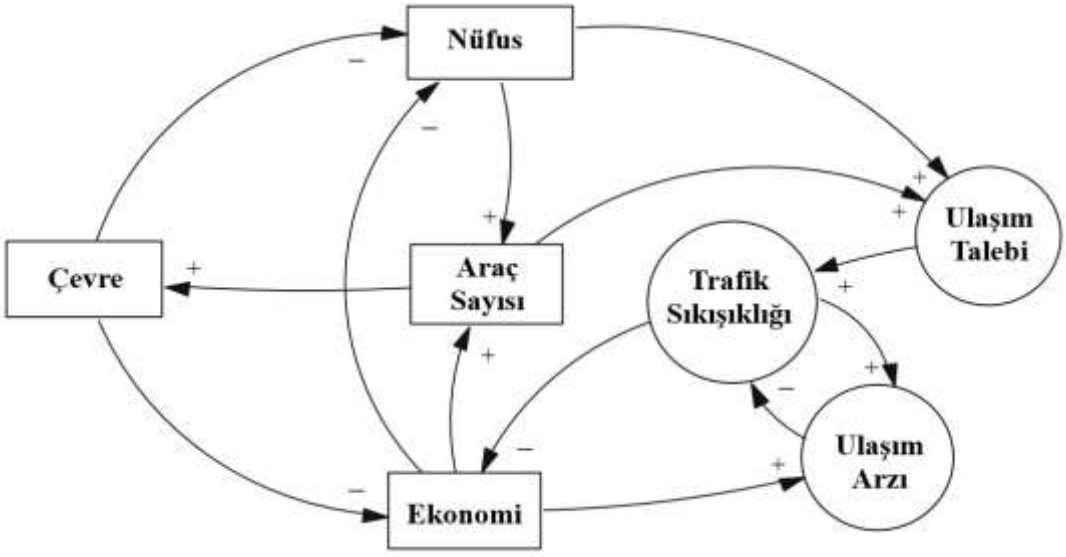
Dünya nüfusunun artması ve bu artışın özellikle kentsel bölgelerde yoğunlaşması sonucunda insan yaşam alanının artık kentler olduğu kabul edilebilir bir durumdur. Lojistik faaliyetlerin taşıma modları ve uluslararası lojistik kadar önemli olan; lojistiğin şehirlerde uygulanan bölümlerini ifade eden "kentsel lojistik faaliyetleri" tedarik zincirlerinin en maliyetli adımlarından oluşmaktadır. Kavramın daha iyi anlaşılabilmesi için lojistiğin kapsamının bilinmesi faydalı olacaktır. Başta askeri bir kavram olarak ortaya çıkmış olan lojistik; sadece taşımacılık anlamına gelmeyen, üretimin ilk noktasından müşteriye ulaşıncaya kadar sürecin değerini artıran tüm varlık ve eylemlerin planlanması, yönetilmesi ve doğru şekilde uygulanabilmesi anlamına gelmektedir. Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (CSCMP), lojistiği "Müşteri ihtiyaçlarını karşılamak üzere üretim noktası ile tüketim noktası arasında malların, hizmetlerin ve bunlarla ilgili bilgi akışının etkin ve verimli bir şekilde her iki yöne doğru hareketinin ve depolanmasının planlanması, uygulanması ve kontrolü sürecidir" şeklinde tanımlamıştır (http://www.cscmp.org/). Bu tanımdan hareketle lojistik bilgi ve fiziki gerekliliklerin bütünleşmiş bir şekilde yerine getirilmesi gereken çok aktörlü bir alandır. Kentler için düşünüldüğünde lojistik; yük akışlarıyla ilgili farklı aktörlerin dâhil olduğu bir sistemi, örneğin bir araçta farklı aktörlerin yük birleştirmesi sağladığı ya da bir kentsel depoyu operasyonel anlamda paylaştığı durumları ifade etmektedir (Crainic, 2008, ss.182,183). Kısacası kentsel lojistik, lojistiğin daha küçük parçalara ayrılmış şeklidir ve işlevini yitirmeden karışık bir formda uygulanmasıdır. Kentsel lojistik; sürdürülebilirlik, hareketlilik ve yaşanabilirlik şeklinde tanımlanan üç temel esasa yönelik enerji tasarrufu, trafiği azaltma, çevreyi koruma, güvenlik ve verimli olma amaçlarını içermektedir (Büyüközkan ve Mukul, 2019, s.1033). Kentsel sürdürülebilirliğe büyük oranda olumsuz ektisi olan kentsel lojistik faaliyetlerin iyi yönetilmesi durumunda olumsuz etkilerin azaltılması mümkündür. Örneğin kentsel ulaşım sistemleri olarak çevre dostu taşıma sistemlerinin kullanılması (gürültü ve hava kirliliği gibi olumsuzlukları azaltabilir) ve ekonomik ulaşım imkânlarının sağlanması (sosyal eşitlik konusunda yerleşik halka katkı sağlar) kentsel lojistiğin daha sürdürülebilir olmasını mümkün kılabilir. Ulaşım sistemlerinin yaygın bir alanda herkes tarafından erişilebilir olması, ekonomik olması ve

teknik/teknolojik imkân ve kabiliyetlerinin yeterli olması hedefleri de sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilir. Şehir içinde gerçekleşen teslimat/dağıtım faaliyetleri kentsel lojistik için en önemli konulardan biridir. Sürdürülebilirlik açısından tıpkı ulaşım sistemlerinde olduğu gibi teslimat/dağıtım faaliyetlerinde de olumsuzlukların azaltılması mümkündür. Bu bakımdan kentsel lojistik; barındırdığı sistemler ve dâhilinde yer alan hizmet alanları dikkate alındığında, ulaşım sistemlerini ve kent içi teslimat/dağıtım faaliyetlerini içermektedir.

2.2.1. Kentsel Ulaşım

Kırsal bölgelerden gelen göçlerin sebep olduğu kentsel nüfus yoğunluğu, hızlı ve etkili bir kentleşme yönetimi ihtiyacını doğurmuştur. Kentleşmenin etkili bir şekilde yönetilebilmesi için kentin barındıracağı nüfusa denk gelen ulaşım ihtiyacını karşılayabilecek gerekli alt yapı ve teknik gelişmenin sağlanması gerekmektedir. Bu ihtiyacın özellikle sürdürülebilirlik göstergelerine uygun biçimde karşılanması sürdürülebilir kalkınma için hayati önem taşımaktadır. Kentsel ulaşım; nüfus, çevre, ekonomi ve ulaşım sektörlerinin doğrudan ve dolaylı etkisi altındadır bu sebeple kentsel ulaşımın sürdürülebilir bir anlayış ile yönetilebilmesi için ekonomik, çevresel, sosyal ve ulaşım sürdürülebilirliğini desteklemesi gerekmektedir (Jifeng vd., 2008, ss. 83-84). Kentsel ulaşımın birbiri ile ilişkili sistem alt modelleri Şekil 2.2'de gösterilmektedir.

Şekil 2.2. *Ulaşım Sisteminin Birbiriyle İlişkili Alt Modelleri*



Kaynak: *Jifeng vd., 2008, s.84*

Şekil 2.2'de bir kentsel ulaşım sisteminde birbiriyle bağlantılı birçok faktörün (göç, ölüm oranı, ulaşım yatırımları ve hava kirliliği ölçütleri vb.) basitleştirilmiş bir gösterimi sunulmuştur. Buradan anlaşılacağı üzere bir kentsel ulaşım ekosisteminde nüfus artışına bağlı olarak araç sayısı da (toplu ve bireysel ulaşım araçları) artacak, bu artış ulaşım talebinde (ulaşım için gerekli altyapı vb.) artışa sebep olacaktır. Sistemin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için öne çıkan 4 farklı ve birbiriyle ilişkili bileşen aşağıdaki şekilde tanımlanabilir (Kennedy vd., 2005, ss. 395-396):

- Etkili bir şekilde alan kullanımının planlanabilmesi için gerekli yönetim,
- Etkili bir finansman yapısı oluşturulması,
- Ulaşımın yeterli ve planlı karşılanabileceği alt yapının oluşturulması,
- Alana yönelik yatırımın planlanması.

Sonuç olarak kentsel ulaşım; giderek artan kent nüfusuna bağlı yapılaşmanın, o yapılaşma alanında ulaşım gereksinimlerini de karşılayacak şekilde gerçekleşmesini konu almaktadır. Özellikle yerel yönetimlerin nüfus artışı ve kentleşmenin gerçekleştiği/gerçekleşmesi beklenen bölgelerde hassas bir ulaşım ağı oluşturması gerekmektedir. Bireysel araç kullanımının sebep olabileceği trafik sıkışıklığını önlemeye bağlı yatırımların yanı sıra kent nüfusunun ulaşım ihtiyacını verimli bir şekilde karşılayabilecek toplu taşıma ağlarının oluşturulması ve ulaşım araçlarının kiralama ya da satın alma gibi yollarla kentsel ulaşıma dâhil edilmesi gerekmektedir.

2.2.2 Kentsel Teslimat/Dağıtım

Kent yaşamına olumsuz etkileri ile öne çıkan lojistik faaliyetler, doğası gereği kentsel sürdürülebilirlik girişimlerinin de öncelikli alanı haline gelmiştir. Kentlerdeki genişleme, ulaşım açısından bakıldığında artan araç sayısına ve buna bağlı CO_2 salınımlarında artışa sebep olmaktadır. Bu durum sıklıkla kentleşmenin bir özelliği olarak kabul edilmektedir (Sun vd., 2022b). Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde kentleşme ve karbon emisyonları arasında doğrudan bir ilişki olabileceğini gösteren Sun vd. (2022a), düzensiz kentleşmenin çevreye zarar verecek sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymuştur. Kentsel alanlardaki CO_2 ve diğer zararlı emisyonlardaki artışın bir nedeni de hızla yükselen e-ticarete bağlı olarak artan kargo teslimatlarıdır.

Şekil 2.3. *Kentleşme, E-Ticaret ve Kentsel Teslimatlar Arasındaki İlişki*



Hızlı bir yükseliş yakalayan e-ticaret ve özellikle e-perakende, lojistik hizmeti veren işletmelere önemli sorumluluklar yüklemiştir (Tu vd., 2022). Bu sorumluluklar arasında ticaretin dijitalleşmesi sonucunda ortaya çıkabilecek risklerin göz ardı edilmemesi önemli bir yer işgal etmektedir. Müşteri memnuniyetinin yanı sıra yasal gerekliliklerin de karşılanabilmesi için dijitalleşmeyle beraber ortaya çıkan riskler tanımlanmalı ve doğru yönetilmelidir. Bu riskler; gizliliğin zarar görmesi, yapay zekânın azınlık gruplar, dinler ya da ırklar gibi hassas noktaları hedef alan çıktılar vermesi, yapay zekânın sebep olduğu konfor alanı sayesinde insanların karar alma süreçlerinden uzaklaşması ve insanlardan fayda veya hizmet amaçlı elde edilen verilerin amacının dışında ya da kötüye kullanımı şeklinde tanımlanabilir (UN Habitat, 2022, s. 297). Öte yandan işletmelerin, değişen müşteri alışveriş davranışlarının sebep olduğu artan teslimatları karşılama hedefi, yerel yönetimlerin düşük kirlilik, trafik sıkışıklığı ve çevre dostu düzenlemeleriyle ters düşmektedir. Bu zor durum karşısında işletmeler yüksek trafik sıkışıklığının ortasında daha fazla teslimat rotası kullanarak kirlilik ve sıkışıklığı da artırmaktadır (Do Trung vd., 2020). Ayrıca, kentsel teslimatlardaki belirgin artış, teslimat araçlarının dâhil olduğu veya bunların tetiklediği kazalarda da artışlara sebebiyet vermektedir. ABD'de kentsel teslimatlarla ilişkili kazalardaki ölüm ve yaralanma oranlarının 2009'dan 2015'e kadar önemli ölçüde arttığı ortaya konmuştur. (McDonald vd., 2019). Kırsal alanlara nazaran çok geniş bir bölgeye yayılmış halde olacak yapı ve hizmetleri daha toplu halde ve ulaşılabilir kılması, diğer yandan mobilite için yoğun bölgeler olması sebebiyle kentler, lojistik faaliyetlerin sebep olduğu trafik sıkışıklığı problemi ile mücadeleyi gerektirmektedir. Kent içinde gerçekleştirilen teslimatlarda genelde tek seferde tek bir teslimatın yapılması, müşterilerin evde bulunmaması, hatalı teslimatlar gibi olumsuzluklar nedeniyle teslimat seyahatlerinin mesafeleri artabilmektedir. Bu durum, trafik yoğunluğunu, teorik olarak kaza riskini ve çevresel olumsuzlukları artırma potansiyelinin yanı sıra maliyetleri de neredeyse tüm aktörler için artırabilmektedir.

Sonuç olarak kentsel teslimat/dağıtım süreçlerinin doğru yönetilmesi için; yerel politikaların baskısı, artan maliyetler, müşteri memnuniyetini karşılayabilmek için taleplerin daha etkin ve hızlı şekilde karşılanması gerekliliği, sebep olunan trafik sıkışıklığı ve emisyonlar gibi olumsuzluklarla mücadele etmek gerekmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SON ADIM TESLİMAT YÖNTEMLERİ

Ticaret uygulamalarının zaman içinde çok büyük değişimler yaşadığı bilinmektedir. Bu değişimlerde açık bir gerçek olarak karşımıza çıkan gelişme internet olmuştur. 1960'lı yıllarda ABD Savunma Bakanlığı tarafından bilgi ve iletişim aktarımı ihtiyacını karşılayabilmek için ilk internet bağlantısı kurulmuştur. Zaman içerisinde gelişen teknoloji ile internet, dünya geneline yayılmış ve küresel bir bilgi ve iletişim ağına dönüşmüştür. Özellikle 2000'li yılların başından itibaren tüm hayatımıza etkisini artıran bu teknolojik gelişme, daha sonra 21. yüzyılın bilgi ve iletişim devri ya da dijitalleşme çağı olarak adlandırılmasına sebep olmuştur. Ticaretin çevrim içi ortamda gerçekleştirilmesi, diğer bir adıyla e-ticaret yine bu dönemde yaygınlaşmıştır. Özellikle akıllı telefonların piyasaya sürülmesi ile e-ticaret ivmelenmiş ve ticarete konu tarafların büyük bir bölümünün sadece şirketlerden değil bireylerden de oluştuğu bir dönem başlamıştır. Dijitalleşmenin alışveriş davranışını ve alışkanlıklarını kökten değiştiren en önemli katkısı, nakit para ihtiyacını ortadan kaldırması ve fiziksel ödeme imkânı tanımasıdır. Ayrıca e-ticaret uygulamaları geri bildirimleri sayesinde dijitalleşmeye dâhil olan tüm teknolojileri geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır.

E-ticaretin büyük oranda etki ettiği ve geliştirilmesini zorunlu kıldığı en önemli alan lojistik faaliyetlerdir. Lojistik faaliyetler söz konusu olduğunda ise ilk akla gelen uluslararası taşımacılıktır. Bu faaliyetler karayolu, deniz ve iç suyolu, demir yolu, boru hattı ve hava yolu taşımacılığı şeklinde modlar ve bu modların birleşiminden oluşan ve özelliklerine göre çok modlu, modlararası ve/veya kombine taşımacılık şeklinde ifade edilen faaliyetler olarak bilinmektedir. E-ticaretin etki ettiği en görünür lojistik faaliyet, tedarik zincirlerinin son aşamasını temsil eden diğer bir ifadeyle satın almaya konu olan ürünün müşterinin eline ulaşmadan önceki yolculuğunun son adımına karşılık gelen lojistik faaliyettir. Son adım teslimat olarak adlandırılan bu faaliyet; kentleşme ve e-

ticaret oranları nedeniyle artan teslimat hacmi, sürdürülebilirlik, maliyet, teslimat süresinden kaynaklanan zaman baskısı ve işgücünün yaşlanması gibi etkenler tarafından tetiklenmektedir (Boysen vd., 2021). Bahse konu tetikleyici unsurlar arasında en dikkat çekici olan maliyettir. Son adım teslimat, tedarik zincirleri toplam maliyetinin en az %13'lük kısmına sebep olabilmekte ve bu hiç azımsanmayacak olan yüzdelik pay değişen koşullar altında %75'lik muazzam bir seviyeye kadar ulaşabilmektedir (Gevaers vd., 2009, s. 4). Bunun yanı sıra, tedarik zinciri içinde son adım teslimatın gerçekleştirildiği aşama oldukça kirleticidir. Özellikle kentsel alanlarda kullanılan son adım teslimat araçları, neden oldukları emisyonlar ile çevreye büyük oranda zarar vermektedir (Aditjandra vd., 2016). Bu durum; gün içerisinde defalarca teslimat turu gerçekleştiren son adım teslimat araçlarının genellikle yenilenemeyen enerji kaynaklarını kullanması, şehir içinde trafik yoğunluğuna sebep olmaları ve buna bağlı olarak kirlilik ve gürültüyü artırmaları şeklinde açıklanabilmektedir.

Son adım teslimatın çerçevesi, hızlı teslimatlar (genellikle gıda ve market teslimatları için), büyük teslimatlar (tipik olarak işletmeden işletmeye/business to business-B2B) ve küçük teslimatlar (tipik olarak işletmeden müşteriye/business to customer-B2C) gibi son derece geniş bir alanı temsil etmektedir. Bu ayrım, son adım teslimatın özelliklerini de yansıtmaktadır ve bu özellikler dikkate alındığında gönderilerin tesliminin farklı şekillerde yapılması da normal bir durumdur. Ürünün müşteri tarafından mağazadan fiziksel olarak alınması şeklinde gerçekleşen geleneksel perakende alışveriş anlayışı e-ticaret uygulamaları ile birlikte yerini mağazaya bağımlı kalmadan teslimatların gerçekleştirilebileceği yöntemlere bırakmıştır. Son adım teslimatın gerçekleştirilme biçimine göre değişiklik gösteren bu yöntemler; müşterinin bulunduğu konuma, teslimatın gerçekleştirilmesini talep ettiği lokasyona veya teslimatı gerçekleştirecek aracın türüne göre isimlendirilmektedir. Kitle kaynaklı teslimat (KKT), tıkla ve topla (T&T) teslimat, teslimat noktası (TN), teslim alma bırakma (PUDO) noktası, kargo dolabı (KD) (otomatik kargo dolabı, akıllı kargo dolabı, kilitli dolap, akıllı dolap), araç içi veya bagaj teslimatı, kabul/teslimat kutusu (K/TK), kargo bisikleti ile teslimat, drone ile teslimat, elektrikli araç ile teslimat, otonom kara aracı (AGV) ile teslimat, tüp taşıma, kentsel konsolidasyon merkezi (Urban Consolidation Center-UCC) ve geleneksel ev teslimatı literatürde son adım teslimat yöntemleri başlığı altında incelenmektedir. Bu yöntemlerden bazıları teslimat aracını tanımlarken, diğerleri teslimat veya teslim alma lokasyonlarını tanımlamaktadır. Yılmaz vd. (2022) son adım teslimat yöntemlerini

"taşıma aşamasına göre insanlı ve insansız", "teslimat aşamasına göre insanlı ve insansız" ve "eve teslimatta katılımlı ve katılımsız" şeklinde sınıflandırmıştır. Ayrıca söz konusu çalışma, ev dışı teslimat yöntemlerini son adım teslimat yöntemleri içinde teslimat araçları ve geleneksel teslimat uygulamalarından ayırmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. *Son Adım Teslimat Yöntemleri*

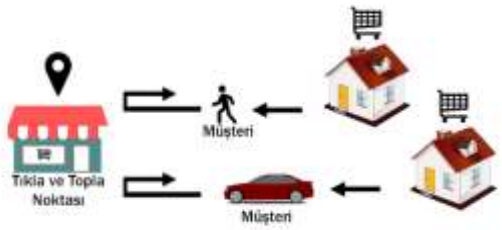
Son Adım Teslimat Yöntemi	Taşıma Aşaması		Teslimat Aşaması		Eve Teslimat		Ev Dışı Teslimat
	İnsanlı	İnsansız	İnsanlı	İnsansız	Katılımlı	Katılımsız	
KKT	✓		✓		✓	✓	✓
T&T	✓		✓				✓
TN	✓		✓				✓
PUDO	✓		✓				✓
KD	✓			✓			✓
K/TK	✓			✓		✓	
Araç İçi	✓			✓			✓
Kargo Bisikleti	✓		✓		✓	✓	
Dron		✓		✓	✓	✓	
AGV		✓		✓	✓	✓	
Geleneksel Teslimat	✓		✓		✓	✓	

Kaynak: *Yılmaz vd., 2022, s.1078)*

3.1. Tıkla ve Topla (T&T)

T&T yöntemi, müşterinin çevrim içi sipariş vermesi ile başlamakta, ardından siparişin teslim alınması ile tamamlanmaktadır (Gielens vd., 2020). Müşterinin paketi kendisinin almasını ifade eden T&T yöntemi, paketi almak için mağaza merkezli müşteri hareketini içermektedir. Burada teslimat noktası olarak bir PUDO lokasyonu ve kargo dolabı kullanılabilir (Yılmaz vd., 2022, s. 1080). T&T yöntemi geleneksel mağaza alışverişinin, çevrim içi ödeme imkânı sayesinde iki aşamalı bir uygulama şeklinde gerçekleştirilebilmesini mümkün kılmaktadır (Şekil 3.1).

Şekil 3.1. *Tıkla & Topla*



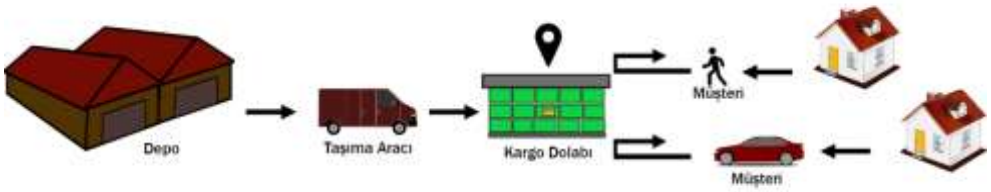
3.2.Kitle Kaynaklı Teslimat (KKT)

Bir lojistik hizmet sağlayıcı, teslimatı gerçekleştirmek için dışarıdan bir işgücü (dış kaynağın kendi araçlarını, depolarını veya mağazalarını sürece dâhil ederek) kullandığında, bu hizmet biçimi kitle kaynaklı teslimat veya kitle gönderimi olarak adlandırılmaktadır. Kitle kaynaklı teslimat, şehirlerde teslimat yapan kargo araçlarının sayısını ve ayrıca kurye hizmeti veren işletmelerin operasyonel giderlerini azaltma potansiyeline sahiptir (Taniguchi vd., 2020).

3.3. Kargo Dolabı (KD)

González-Varona vd. (2020) geleneksel teslimat yöntemlerinde oluşabilecek aşırı karbon emisyonu, trafik yoğunluğu, yanlış adres ve park sorunu gibi olumsuzlukları giderecek bir çözüm olan kargo dolaplarını, müşterilerin paketlerini günün her saati alabilecekleri otomatik dolaplar olarak tanımlanmaktadır. Müşteri kargosunu teslim almak için teslimat tercihini kargo dolabı olarak belirlediğinde, seçtiği en yakın konumdaki kargo dolabını kullanabilmektedir. Bu yöntemde LHS'ler teslimatları dağıtmak için müşteri lokasyonlarına teslimat turları gerçekleştirmek yerine aynı bölgede bu yöntemi kullanmayı tercih etmiş birden fazla müşterinin kargosunu tek seferde kargo dolabına teslim ederek maliyetlerini azaltma imkânı bulabilmektedir (Şekil 3.2). Dahası azalan teslimat turları ve buna bağlı olarak azalan teslimat mesafeleri neden olunan ekolojik zararın azaltılması için LHS'lere fırsat tanımaktadır.

Şekil 3.2. *Kargo Dolabı Kullanımı*



3.4. Teslimat Noktası (TN)

Teslim alma ya da diğer bir adıyla teslimat noktaları, bir müşterinin teslim alma hareketini yerine getirebileceği veya ev dışı teslimata imkân sağlayan bir konumu tanımlamak için kullanılabilmektedir. Bununla birlikte, literatürde tipik olarak LHS'nin yerel bir mağazayı veya herhangi bir yerel şirketi teslimat yeri olarak kullandığı görülmektedir. Bir kargo dolabı aynı zamanda bir teslimat noktası veya bir ev dışı teslimat seçeneği olarak da hizmet verebilmektedir (Şekil 3.3). Kargo dolabının paket boyutu sınırlamaları varken, teslim alma noktalarının böyle bir sınırlaması yoktur. Bununla birlikte, kargo dolabı 24 saat hizmet verirken, teslim alma noktaları yalnızca anlaşmalı mağaza saatleri içinde hizmet verebilmektedir (Zenezini vd., 2018).

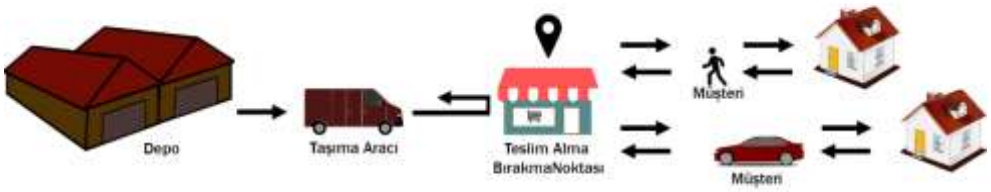
Şekil 3.3. *Teslimat Noktası Kullanımı*



3.5. PUDO

PUDO noktası esasen teslimat noktası mantığıyla çalışan bir yöntemdir ancak PUDO yönteminde müşteriler mallarını bu noktadan teslim alabildikleri gibi iade ve gönderilerini de buraya bırakabilmektedir. PUDO, kuryenin ürün teslimatı sırasında müşterilerin evde bulunmaması dezavantajını en aza indirmektedir (Kawa, 2020) ve müşteriden müşteriye (Customer to Customer-C2C) gönderilere de olanak sağlamaktadır. Kargo dolabı ya da teslimat noktası gibi PUDO yöntemi de bir ev dışı teslimat yöntemidir (Şekil 3.4).

Şekil 3.4. *PUDO (Teslim Alma Bırakma Noktası) Kullanımı*



3.6. Kabul/Teslimat Kutusu (K/TK)

Kabul/teslim kutuları, evlerin bahçelerine veya mahallenin ortak yerlerine kurulan müşterilerin alması için paketlerin LHS tarafından içerisine bırakıldığı kilitlenebilir paket kutularıdır. Deutsch ve Golany (2018) kabul kutusunu, müşterinin evinin dışına monte edilen ve bir kilit veya elektronik şifre kullanılarak girilen sabit bir kutu olarak tanımlarken, teslimat kutusunu müşterinin evine geçici olarak bağlı olan LHS'ye ait bir kutu olarak tanımlamıştır. Sonuç olarak kabul/teslimat kutuları kargo dolabı gibi bir işleve sahip olmakla birlikte müşteriye çok yakın bir mesafeye konumlandırılabilen, dolayısıyla müşterinin teslimat esnasında evde bulunmak zorunda olmadığı ve bu özelliğiyle eve teslimat yönteminden ayrılan bir yöntemdir (Şekil 3.5).

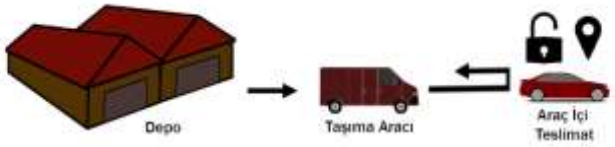
Şekil 3.5 *Kabul/ Teslimat Kutusu Kullanımı*



3.7. Araç İçi (Bagaj) Teslimatı

Araç içi veya bagaj teslimatı yöntemi, LHS'nin müşterilerin park halindeki uygun teknolojiyle donatılmış otomobillerine eriştiği ve paketleri aracın bagajına teslim ettiği yeni bir ev dışı teslimat yöntemidir (Şekil 3.6). Kurye, bu yöntemde aracın kilidini açmak için tek seferlik bir dijital kod kullanmakta ve bu şekilde müşterilerin paketlerini arabalarının bagajına teslim etmektedir (Mangiaracina vd., 2019; Reyes vd., 2017; Yuan vd., 2018).

Şekil 3.6. *Araç İçi (Bagaj) Teslimat*



3.8. Kargo Bisikleti

Yerel bir depodan, mağazadan veya şehirdeki bir konumdan son adım teslimatı gerçekleştirmek için kargo bisikletlerinin kullanılması sürdürülebilir ve çevre açısından faydalı bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Şekil 3.8). Kas gücüyle hareket eden kargo bisikletleri iki ya da üç tekerlekli olabilmekte ve daha büyük yükler ya da eğimli rotalar için elektrik motorlu olanları bulunmaktadır. (Conway vd., 2017).

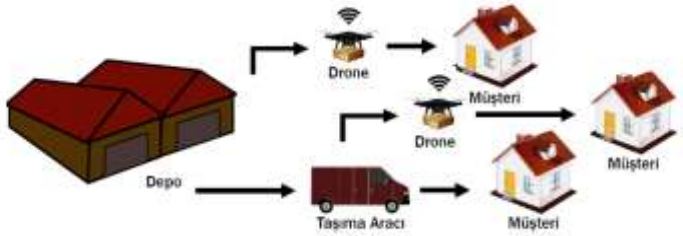
Şekil 3.7. *Kargo Bisikleti Kullanımı*



3.9. Drone

Diğer bir son adım teslimat yöntemi ise drone kullanılarak gerçekleştirilen teslimat kavramıdır (Şekil 3.8). Drone'ların onarımı geleneksel teslimat kamyonlarına göre daha az maliyetlidir ve kamyonlardan daha hızlı teslimat yapabilmektedirler (Dorling vd., 2016). Düzenli olarak kullanılan teslimat drone'larının başlıca dezavantajları; batarya yetersizliği sebebiyle depoya/istasyona geri dönme ihtiyacı, taşıma kapasitesi eksikliği ve yasal engellerdir. Drone teslimatına ek olarak, hizmet kalitesini artırmak, maliyetleri ve teslimat süresini azaltmak ve verimliliği ölçmek için kamyona entegre veya kombine drone teslimatları üzerine çalışmalar mevcuttur (Boysen vd., 2018; Ha vd., 2018; Li vd., 2021; Murray ve Chu, 2015). Ayrıca Zhang vd., (2022) afet yardımı konusunda senkronize kamyon-drone teslimatını inceleyen bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Şekil 3.8. *Drone Kullanımı*



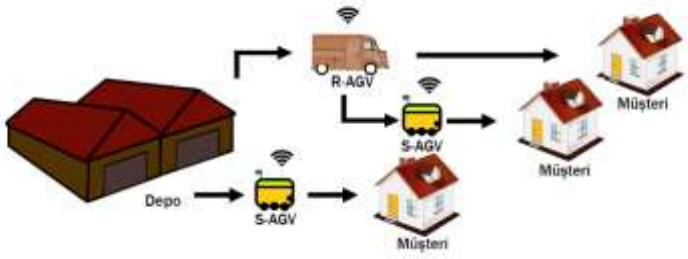
3.10. Elektrikli Teslimat Araçları

Elektrikli araçlar (EA) veya Elektrikli Yük Araçları (EYA) son adım teslimatta elektrikli kamyonları tanımlamak için literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır (Taniguchi vd., 2020). EA'lar dizel motorlu araçlarla karşılaştırıldığında, emisyonlarda her 20 km'de %'17 gibi önemli bir düşüşe yol açmaktadır (Siragusa vd., 2022). Bu bağlamda, EA'lar çevre dostu bir son adım teslimat aracı olarak kullanılabilir, ancak şarj istasyonlarının yetersizliği EA'ların kullanımını sınırlamaktadır (Vadakkepatt vd., 2021).

3.11. Otonom Kara Araçları (Autonomous Ground Vehicles-AGV)

AGV, sürücüsüz elektrikli otonom araçlar, otonom kara araçları veya otonom robotlar için kullanılan ortak isimdir (Şekil 3.9). Kamyona entegre otonom robot kullanılarak yapılan teslimat, geleneksel kamyonla teslimat yöntemine kıyasla maliyetleri üçte ikiye kadar azaltabilirken aynı zamanda dağıtım için gerekli olabilecek kamyon filosunu da küçültme potansiyeline sahiptir (Ostermeier vd., 2022). Bununla birlikte, AGV'lerin yatırım, yüksek maliyetler, halkın kabulü, uygun şekilde geliştirilmiş akıllı sistemlere olan gereksinim, diğer sürücülerle etkileşimler, etik zorluklar, sorumluluk ve yasal izinler gibi kısıtlamaları da söz konusudur (Mounce ve Nelson, 2019).

Şekil 3.9. *AGV Kullanımı*



3.12. Tüp Teslimatı

Son olarak, kentsel alanlarda tüp taşımacılığı veya yeraltı tünelleri sistemi olarak adlandırılan bir yeraltı tüp sisteminden malların aktarılması, sürdürülebilir son adım teslimatı için yeni bir yöntemdir (Martinez Vidal, 2021). Kullanımının yaygınlaşmasının önündeki engel olarak, başlangıç yatırım maliyeti ve sistemin geliştirilmesi için zamana ihtiyaç duyulması gibi kısıtlamalar söz konusudur.

3.13. Ev Dışı Teslimat Yöntemleri

Yukarıda yer alan başlıklarda yapılan tanımlardan anlaşılacağı üzere son adım teslimat, eve veya ev dışına yapılmasına göre eve teslimat ve ev dışı teslimat olarak sınıflandırılabilir. Buna ek olarak, eve teslimat kendi içinde katılımlı veya katılımsız olarak sınıflandırılabilir. Örneğin, depodan eve kamyonla veya mikro depodan eve bisikletle yapılan teslimatlar katılımlı ev teslimatları iken, drone tarafından evin kapısının önüne veya balkonuna bırakılan ve müşteri tarafından daha sonra alınan paketler katılımsız ev teslimatlarıdır (Boysen vd., 2021).

Ev dışı teslimat seçenekleri, yüksek nüfuslu kent merkezlerinde eve teslimatın neden olduğu zorlukları çözmekte ve müşterileri son adım teslimat sürecine dâhil etmekte etkilidir (Kawa, 2020). Ancak, bu yöntemlerin kullanımındaki konum kararları, bunların uygulanması üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Arnold vd. 2018; Iannaccone vd. 2021; Silva vd., 2023). Konum mesafesi, bölgenin nüfusuyla doğrudan ilişkilidir; konum nüfusa ne kadar yakınsa, insanların ev dışı teslimat yöntemlerini kullanma (yürüme ve bisiklete binme gibi) fırsatları da o kadar fazla olur (Kedia vd., 2019). Iannaccone vd., (2021) göre, işten/evden kargo dolabına 500 metre hatta 1 km'lik bir mesafe etkili bir mesafe olarak kabul edilebilir. Ayrıca, paketlerin boyutu ve ağırlığı müşterilerin ev dışı teslimat yöntemi kullanımını etkilemektedir (Bjerkan vd., 2020). Tercih ettikleri ulaşım araçları, müşteri sayısı ve ev dışı teslimat yönteminin konumuna olan uzaklıkları göz önünde bulundurulduğunda, müşterilerin ürünlerini teslim almak için ev dışı teslimat noktalarına yaptıkları seyahatler geleneksel teslimat uygulamalarına göre daha az çevre dostu olabilmektedir. Bunun nedeni, bir teslimat kamyonunun yakın çevredeki müşterilere gidiş gelişinin verimli bir şekilde yönlendirilmesinin, toplam emisyonlar açısından çevresel fayda sağlayabilecek olmasıdır. Sonuç olarak literatürde ev dışı teslimat yöntemlerinin son adım teslimat yöntemleri içindeki yeri henüz tam olarak netleştirilememiştir. Tablo 3.2'de yöntemlerin avantaj ve dezavantajları sıralanmıştır.

Tablo 3.2. *Ev Dışı Teslimat Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları.*

Avantajlar	**T&T**	**TN**	**PUDO**	**KD**	**K/TK**	**Araç İçi**
Zaman ve yer seçimi açısından esneklik sağlar		✓	✓	✓	✓	✓
Teslimat adresinde bulunma zorunluluğunu yoktur	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Adreste bulunmamaya bağlı oluşan başarısız teslimatları azaltır	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mağazada ürün kuyruğu oluşmasını önler		✓	✓	✓	✓	✓
Günlük işler arasında kargo teslim alınabilir	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Teslimat süresini azaltır	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Güvenilirliği artırır	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ev dışı teslimat noktası olan işletmelere itibar ve kazanç sağlar		✓	✓			
Sabit ve değişken lojistik maliyetlerini azaltır	✓	✓	✓	✓		
Tek noktaya tek seferde yapılan birden fazla teslimat sayesinde operasyonel verimliliği artırır		✓	✓	✓	✓	✓
Maliyet ve kirlilik gibi olumsuzlukların önüne geçer	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tek seferde teslimat başarısını artırır	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7/24 hizmet imkanı sunar				✓	✓	
Dezavantajlar	**T&T**	**TN**	**PUDO**	**KD**	**K/TK**	**Araç İçi**
Teslimatın son adımını müşteri tamamlar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Herzaman tek bir noktadan siparişleri almak mümkün olmayabilir	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ortak ev dışı teslimat konumu kullanımında birden fazla LHS işbirliği yapmak zorunda kalabilir		✓	✓	✓		
Yaygın olmayan seçeneklerin tercih edilmesi durumunda hizmet kalitesi düşebilir ve müşteri memnuniyeti azalabilir		✓	✓			
Teknolojik kullanım yeteneği gerektirdiği için her müşteriye uygun olmayabilir				✓		✓
Sipariş boyutlarında sınırlamalar gerekebilir		✓	✓	✓	✓	✓
Çalışma saatleriyle sınırlı seçeneklerde hizmet saati de sınırlı olabilir	✓	✓	✓			

Kaynak: *Yılmaz vd., 2022, s.1079*

Kavramsal çerçevenin oluşturulabilmesi ve sürdürülebilirliklerinin doğru bir şekilde ölçülebilmesi için son adım teslimat yöntemlerinin kendi grupları arasında değerlendirilmeleri gerekmektedir.

Bu tezde hem kavramsal çerçevenin oluşturulabilmesi hem de artan çevrim içi alışveriş sayıları ile kentleşme ile kentsel alanlarda ortaya çıkan sorunlarla başa çıkabilmek için yol gösterici olması nedeniyle geleneksel teslimata alternatif olarak ev dışı teslimat yöntemleri ele alınmıştır. Trafik, hava kirliliği, park yeri gibi sorunlara çözüm üretebilmelerinin yanı sıra 7/24 teslimat esnekliği sunmaları gibi olumlu nitelikleri de dikkate alınarak seçenekler değerlendirilmiştir. Bu tezde Kargo Dolabı, Teslimat Noktası, Tıkla & Topla, Araç İçi (Bagaj) Teslimatı, Kabul/Teslimat Kutusu ve Teslim Alma/Bırakma Noktası olmak üzere altı ev dışı teslimat yöntemi değerlendirmeye dâhil edilmiştir. Değerlendirme çerçevesi dört ana sürdürülebilirlik kriterinin yanı sıra bunların kapsamlı alt kriterlerini içermektedir. Alternatiflerin ve kriterlerin incelenmesi için saha tecrübesine sahip üç farklı uzman seçilmiştir. Uzman görüşlerindeki belirsizliği azaltmak için kararsız bulanık dilsel terim setleri kullanılmış ve karar verme hiyerarşisi takip edilmiştir. Ayrıca, duyarlılık analizleri ile sonuçlar test edilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KARAR VERME

Her insan, hayatında en az bir kere birkaç seçenek arasından birini seçmek için karar vermek zorunda kalır. Kısacası günlük hayatta bile o gün işe hangi yoldan gideceğimiz, kıyafet seçimimiz ve öğle yemeğinde ne yiyeceğimize dair düşünme süreçleri ya da zevklerimize veya fiyat/performans ölçütlerimize göre bir ürün satın alma aşaması; karar verme eyleminin ana gövdesini oluştururken, karar verme eylemi "buna karar verdim", "bunu tercih ediyorum" ya da "bunu seçtim", "bunu alıyorum" ifadeleri ile çıktı kısmını oluşturur. Bu karar anında doğal bir değerlendirme algoritmasını kullanan insan, seçme aşamasında çeşitli yönlerden seçenekleri kıyaslamakta ve kıyaslama sonucuna göre karar vermektedir. Ancak karar verme aşamasında rasyonellik ilkesine sadık kalmak ve maksimum faydayı yakalayabilmek her zaman mümkün olmayabilir. Örneğin bir market alışverişinde, bütçeye uygun ve istenilen ürün gruplarını içerecek bir sepet oluşturmak; marka, fiyat ve ürün özellikleri gibi ölçütler hesaba katıldığında özellikle hedeflenen ürün gruplarının her biri için ayrı ayrı onlarca seçeneğin varlığı da hesaba katıldığında karar vermeyi oldukça zorlaştırmaktadır (Bossaerts ve Murawski, 2017, s. 918). Karar verilecek konu/kapsam ise ayakkabı rengi seçiminden, devletlerin dış ilişkilerinde uygulayacağı yüzlerce iç ve dış etkene göre değişebilecek 20 yıllık dış politikaların oluşturulmasına kadar oldukça geniş bir evreni ifade etmektedir. Kolay kararlar için sezgi ve zevkler yeterli olabilirken, karara etki eden ölçütlerin sayısı ya da etkisi arttıkça karar vermek karmaşık ve zor bir sürece evrilmektedir. Karar verme türleri çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılabilmektedir. Bu sınıflandırma Tablo 4.1'de sunulmaktadır.

Tablo 4.1 *Karar Verme Türlerinin Sınıflandırılması*

Mevcut Bilgi Açısından	Belirli Ortamda Karar Verme	Bilgi ve belirsizlik ters orantılıdır. Karar verme sürecinde elde olan bilgiler azaldıkça karar verme sürecinde belirsizlik yaşanacaktır.
	Belirsizlik Altında Karar Verme	
Karar Vericiler Açısından	Bireysel Karar	Karar verme eylemini bir kişinin yapmasını ve çıktının bireysel görüş olmasını ifade eder. Karar verme sürecine her biri görüşlerini ifade edecek şekilde birden fazla kişinin dâhil olduğu karar çıktısı grup kararı olarak değerlendirilir.
	Grup Kararı	
Kriter Sayısı Açısından	Tek Kriterli Karar Verme	Tek kriterli karar verme işlemi, bir açıdan ölçüm gibi görülebilir. Karar verme eylemine duyulan ihtiyacın sebebi genelde birden fazla kriterin olmasıdır. Kriter sayısı ve kriterlerin karara olan etkisindeki eşitsizlik, karmaşıklığın asıl sebebidir.
	Çok Kriterli Karar Verme	

Kaynak: *Çakır, 2016, ss.20-23*

4.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

ÇKKV yöntemleri, günlük hayatta karşılaştığımız sorunlarla ilgili olarak insan zihninin karar verme mekanizmasına oldukça benzeyen yöntemlerdir. ÇKKV, en önemli kriterlere bağlı kalarak en iyi seçenekleri sunmak suretiyle kullanıcıların daha hızlı ve kolay karar vermesini sağlamaktadır (Gavade, 2014). Bu sebeple ÇKKV yaklaşımlarının, insanların karşılaştığı problemlerle başa çıkma süreçlerine yakın bir yöntem sistematiğine sahip oldukları söylenebilir. Bu yöntemler, alternatif olabilecek durumların/seçeneklerin çelişkili çoklu kriterlerle değerlendirildiği durumlarda karar verme sürecine yardımcı olan matematiksel modellerdir (Ceballos vd., 2016). ÇKKV yöntemlerinin uygulanmasında izlenecek adımlar sırasıyla aşağıdaki şekilde tanımlanabilir (Arslankaya ve Göraltay, 2019, s.14):

1. Seçim ya da sıralamaya konu olan kriterler ve alternatiflerin tespit edilmesi,
2. Kriterlerin oransal önem derecelerinin belirlenmesi,
3. Alternatiflerin ayrı ayrı önem dereceleri belirlenmiş olan tüm kriterlere göre analiz edilmesi,
4. Alternatiflerin elde ettikleri değerlere göre sıralanması.

4.1.1. ÇKKV Yöntemleri

Literatürde ÇKKV yöntemleri; Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA), Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV), Çok Özellikli Karar Verme (ÇÖKV) ve Çok Boyutlu Karar Verme (ÇBKV) gibi isimlendirmelere sahiptir (Kashid vd., 2019). ÇKKV yöntemi ile analiz yapılırken; yöntemin temel olarak seçme, sıralama veya sınıflandırma ile ilgili kararların alınmasına yardımcı olması beklenmektedir (Figueira vd., 2005).

Pek çok farklı durumda farklı avantaj ve dezavantajlara sahip olan farklı ÇKKV yaklaşımları, özellikle değerlendirme ve seçim süreçlerinde kullanılmaktadır. Köklü ÇKKV yöntemleri (örneğin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercihleri Sıralama Tekniği (TOPSIS) ve ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) ve ÉLimination Et Choix Traduisant la REalité (ELECTRE) çeşitli güçlü ve zayıf özelliklere sahiptir. Literatür incelendiğinde, tek bir ÇKKV yönteminin mutlak olarak en avantajlı veya en başarılı yöntem olduğunu açıkça söylemek pek mümkün değildir. Bunun yerine, değerlendirilecek sorunlar, alanlar ve kriterler gibi birçok özellik dikkate alındığında tercih edilecek ÇKKV tekniğinin başka bir yönteme kıyasla avantajları ve dezavantajları ortaya konmaktadır (Şekil 4.1).

Şekil 4.1. *ÇKKV Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları*

Yöntem	Avantaj	Dezavantaj
MAUT	Belirsizlikleri dikkate alır; tercihleri dahil edebilir.	Çok fazla girdi gerektirir; tercihlerin doğru belirtilmiş olması gerekir.
AHP	Kolay kullanılabilmesi; ölçeklendirilebilir olması; hiyerarşi yapısının çok sayıda probleme uyacak şekilde kolayca düzenlenebilmesi; çok yoğun veri gerektirmemesi.	Kriterler ve alternatifler arasındaki karşılıklı bağımlılıktan kaynaklanan sorunlar; değerlendirme ve sıralama kriterleri arasında tutarsızlıklara yol açabilir
Bulanık Küme	Belirsiz girdilere izin verir; yetersiz bilgiyi dikkate alır.	Geliştirilmesi zordur; kullanmadan önce çok sayıda simülasyon gerektirebilir.
SMART	Kullanımı basittir; her türlü ağırlıklandırma tekniğine izin verir; karar vericilerin daha az çaba sarf etmesini sağlar.	Çerçeve göz önünde bulundurulduğunda prosedüre uygun olmayabilir.
ELECTRE	Kararsızlığı ve belirsizliği dikkate alır.	Süreci ve sonucunu uzman olmayanların terimleriyle açıklamak zor olabilir; sıralama, alternatiflerin güçlü ve zayıf yönlerinin doğrudan tanımlanamamasına neden olur.
PROMETHEE	Kullanımı kolaydır; kriterlerin orantılı olduğu varsayımına gerek duymaz.	Ağırlıklandırma için net bir yöntem sunmamaktadır.
SAW	Kriterler arasında denge kurma imkanı; karar vericiler için sezgiseldir; hesaplaması basittir, karmaşık bilgisayar programları gerektirmez.	Elde edilen değerler her zaman gerçek durumu yansıtmayabilir; ulaşılan sonuçlar mantıklı olmayabilir.
TOPSIS	Kullanımı ve programlaması kolay, basit bir sürece sahiptir; kriter sayısı ne olursa olsun adım sayısı aynı kalır.	Öklid Uzaklığı kullanılması, kriterlerin korelasyonunu dikkate almaz; ağırlıklandırmak ve karar verme tutarlılığını korumak zordur.

Kaynak: *Velasquez ve Hester, 2013, ss. 63,64*

Literatürde farklı alanlarda ve konularda ÇKKV metotları ile gerçekleştirilen birçok araştırma mevcuttur. Hibrit ve özellikle bulanık ÇKKV metotları son yıllarda yapılan çalışmalarda oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak:

Mousavi-Nasab ve Sotoudeh-Anvari (2018), SAW, TOPSIS ve COPRAS'ın niteliklerinden faydalanarak sürdürülebilir malzeme seçimi problemlerini incelemek için bir yaklaşım kullanmıştır.

Wolnowska ve Konicki (2019), büyük hacimli yük taşımacılığında en uygun taşıma rotasını seçmek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemini kullanarak çok kriterli bir çözüm yöntemi uygulamıştır. Chang vd. (2011), tedarikçi seçimi kararında etkili faktörleri bulmak amacıyla Tayvan'daki elektronik endüstrisi çalışanlarıyla görüşmeler gerçekleştirerek bulanık (DEMATEL) yöntemini kullanmıştır. Aggarwal ve Aakash (2018), AHP ve TOPSIS'ten oluşan entegre bir yöntem kullanarak e-ticaret web sitesi sıralaması ve seçimi yapmıştır. Jain vd. (2018) Hindistan'da bir otomobil firması için tedarikçi seçiminde bulanık hibrit AHP-TOPSIS yaklaşımını uygulamış, kriterlerin AHP ile ağırlıklandırıldığı ve alternatif sıralamasının AHP ve TOPSIS teknikleri kullanılarak elde edildiği bir vaka çalışması gerçekleştirmiştir. Dinçer vd. (2019), ağırlıklandırma süreci için aralık tip-2 bulanık DEMATEL-ANP (DANP) ve alternatif sıralaması için aralık tip-2 bulanık-MOORA, bulanık-TOPSIS, bulanık-VIKOR yöntemlerini kullanarak (E7) ülkelerinin ekonomisinde finansal hizmet performansını değerlendirmiştir. Ecer ve Pamucar (2020), bulanık BWM (f-BWM) ve Bonferroni fonksiyonları ile entegre edilmiş bulanık CoCoSo (CoCoSo'B) yöntemini kullanarak sürdürülebilir tedarikçi seçim problemine bütünleşik bir çözüm önermiştir. TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE II ve COMET teknikleri Bączkiewicz (2021) tarafından 10 farklı markanın kulaklıklarının çevrim içi satışı için tüketici karar destek aracı olarak kullanılmış ve modeller 3 maliyet ve 3 kâr olmak üzere 6 kriter açısından değerlendirilmiştir. Aktaş ve Demirel (2021), Türkiye'deki bir mobilya imalat şirketinin sürdürülebilirlik performansını değerlendirebilmek için hibrit bir ÇKKV yöntemi (Entropi, VIKOR, TOPSIS ve MAUT) kullanmıştır. Çetinkaya vd. (2022), Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı bir AHP yönteminden faydalanarak Gaziantep'teki en uygun acil durum lojistik depo sahasının belirlenmesi için bir yöntem önermiştir.

ÇKKV uygulamaları literatürde kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve çeşitli disiplinlerde uygulanmıştır. ÇKKV uygulamaları konusunda farklı alanlarda yapılmış literatür taraması çalışmaları da bulunmaktadır: Zavadskas vd. (2016) sürdürülebilirlik temalı hibrit ÇKKV çalışmalarının bir incelemesini yapmıştır. Shao vd. (2020), yenilenebilir enerji sahası seçimi konusunda uygulanan ÇKKV yöntemlerine ilişkin bir literatür taraması gerçekleştirmek için 2001-2018 yılları içerisinde yayınlanmış 85 çalışmayı ele alan bir inceleme çalışması gerçekleştirmiştir. Paul vd. (2021), sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin birçok noktasında faydalanılan ÇKKV yöntemleri üzerine 100'den fazla dergi yayınının kapsamlı bir incelemesini yapmıştır. Chejarla vd. (2021) lojistik

performans değerlendirmesi ve ÇKKV yaklaşımları üzerine bir literatür taraması gerçekleştirmiş ve 2010 ile 2019 yılları arasındaki 124 bilimsel makaleyi incelemiştir. Khan vd. (2018), tedarikçi seçimi ve depolama gibi konuları da içeren ÇKKV uygulamalarının tedarik zinciri yönetimi kapsamı üzerine 2005-2017 yılları arasında 140 makalenin sistematik bir incelemesini yapmıştır.

4.2. Bulanık Mantık

İnsanlar avantaj ve dezavantajlara sahip birden fazla seçenek arasında kararsızlık yaşayabilmekte ve kararı verme işlemini ertelemeyi ya da bu kararsızlık durumunu devam ettirmeyi tercih edebilmektedir (Shafir ve Tversky, 2002, ss. 614-615). Bu davranış esasen diğer bir adıyla Aristo mantığı olan klasik mantık yaklaşımıyla; her bir karara kesin hükümlerle ya öyledir (1) ya da değildir (0) şeklinde ikili prensip ile yaklaşan mantık yardımıyla çözüme ulaştırılamaz (Çakır, 2016, s. 32). Bu mantık, kesin iki seçenek arasında apaçık bir karar vermek gerektiğinde ve karar verme işleminin kararsızlık ile karşılaşmadığı durumlarda sağlıklı işleyen bir modeli oluşturuyor gibi görünse bile insan karar verme süreçlerinde sayısız tereddütler yaşanmaktadır. En basit kararları verirken bile kafa karıştırıcı etkenler, tereddütlere sebebiyet vermektedir. Bu kararsızlık ya da net olmama durumu "bulanıklık" olarak ifade edilebilir.

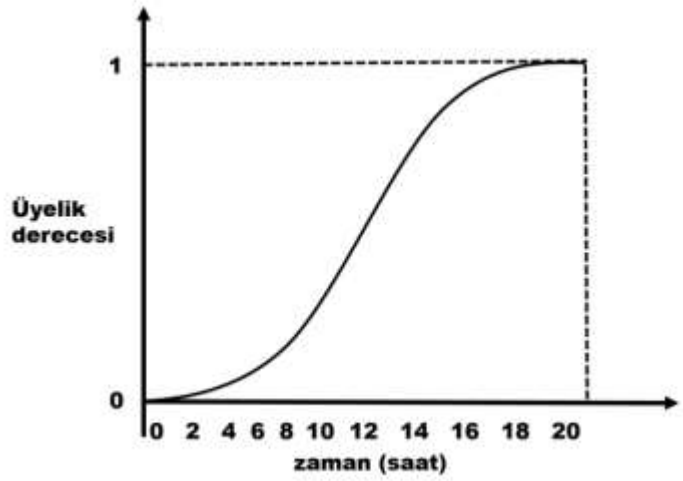
Bulanıklık ifade eden kavramların matematiksel olarak tanımlanabilmesi ilk olarak Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında yayınlanan bir çalışmada bilim dünyasına kazandırılmıştır. Çalışmada bulanıklığın tanımlanabilmesi için kedi, köpek gibi canlıların hayvanlar kümesine dâhil olduğu kesin olarak ifade edilebilirken; taş, su ve bitki açık bir şekilde bu kümenin dışında ifade edilir. Fakat kümeye dâhil olup olmadığı konusunda bulanıklık olan denizyıldızı ve bakterinin de bir şekilde ifade edilmesi gerekmektedir (Zadeh, 1965, s. 338). Zadeh çalışmasında, belirsizlik içeren kavramların da üyelik derecesini modele dâhil ederek bulanık kümeleri tanıtmıştır. Bulanık mantık, pratikte ilk olarak 1980'li yıllarda Japon üretim endüstrisinde kullanılmaya başlanmış ve daha sonra ivme kazanarak elektronik ürünler, robotik sistemler, bilgi sistemleri, görüntü işleme ve optimizasyon gibi neredeyse her alana dâhil edilmiştir (Altaş, 1999, s. 81). Bulanık mantığa hayat veren bulanık küme konusu bir sonraki başlıkta incelenmiştir.

4.3. Bulanık Küme

Bazı gerçek hayat koşullarında, mevcut durumun belirsizliği ve insan zihninin kısıtlı algısı nedeniyle karar vericilerin seçim yapması zorlaşmaktadır (Xiao vd., 2017).

Seçeneklerin belirsizliği, gerçek hayattaki seçim konularının karmaşıklığına yol açmaktadır ve bu belirsizliği etkili bir şekilde ele almak için uzun bir süredir karar verme alanında kullanılan, dilbilimsel bilgiye başvurulmaktadır (Mukul, 2018). Önceki başlıkta bahsedildiği üzere bulanık küme kavramı ilk kez; insan algılarına ve belirsizliği barındırabilen düşüncelere uygun olarak Zadeh tarafından ortaya atılmıştır (Zadeh, 1965). Tam olarak tanımlanması zor olan sistemler, ele alınan probleme bir çözüm bulma ve geliştirme sürecine öznelliği de dâhil eden bulanık küme teorisi kullanılarak modellenmektedir (Paul ve Azeem, 2010). Bulanık kümeyi bulanık mantık kavramına hayat veren bir model haline getiren yaklaşım, bir nesnenin bir kümeye tam üyeliğini ifade eden (1) ve üye olmamasını ifade eden (0) iken nesnenin bulanıklığının ise 0 ile 1 arasında değerlerle ifade edilmesidir. Örnek vermek gerekirse; bir işe harcanan vaktin uzun olup olmadığına karar verme durumu bu noktada açıklayıcı olabilir. İki saat sürecek bir işin uzun süren bir iş olarak tanımlanamayacak kadar kısa olduğunu, öte yandan 18 saatten fazla vakit alan bir işin uzun süren bir iş olduğunu göstermek için Şekil 4.2'de bir grafik sunulmuştur.

Şekil 4.2. *Yapılması Gereken Bir İşin Uzunluğu Kavramı*



Kaynak: *Çakır, 2016, s. 34*

- 18 saat ve üzerinde vakit harcanan işlerin, uzun süren iş kümesine üyelik derecesi (1)'dir. Esasen bu işler uzun sürelidir.
- 18 saat ile 0 saat arasında vakit harcanan tüm işler uzun olarak ifade edilemeyen (1'den daha düşük) fakat uzun süren iş demek mümkün olmasa bile 0 ile 1 arasında üyelik dereceleri alabilen işlerdir (Bulanıklık).

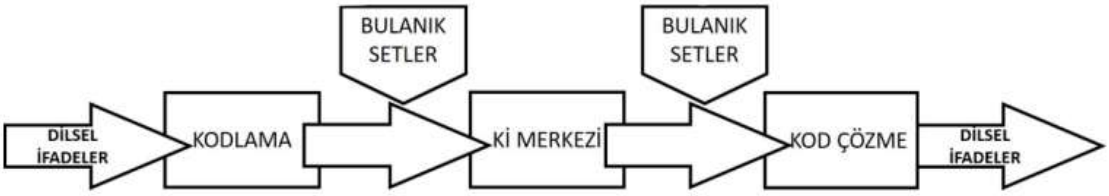
Sonuç olarak bulanık kümelerde üyelik fonksiyonları, küme elemanlarının [0,1] kapalı parantezi içinde aldığı değerle belirlenmektedir (Karakaşoğlu, 2008, ss. 66-67).

4.4. Dilsel Karar Verme

Önceki başlıklarda bulanıklığı ifade eden kümelerin oluşturulması başta olmak üzere günlük hayatta birçok konuda karar verme aşamasında kullandığımız terimler birer karar verme yelpazesi oluşturmaktadır. Örneğin daha uzun, daha kısa, çok yakın, çok uzak, çok tatlı ve çok acı gibi bu kararı veren kişiye göre göreceli olarak farklılık gösterebilen ifadeler bulunmaktadır. Bu ifadelerin kişiden kişiye farklılık göstermesi başka bir ifade ile bir kişi için çok uzun olan bir ayakkabı topuğunun başka birisi için kısa olması, kararın durumlara göre değişen öznelliğini yansıtmaktadır (Çakır, 2016, ss. 34-35).

Bulanık mantık yaklaşımında dilsel karar vermeyi sağlayabilmek için kelimelerle işlem (Kİ) (Computing with Words CWW) tekniği kullanılmaktadır. Herrera ve Martínez (2000), bilgi kaybını önleme hassasiyetini daha fazla artırabilmek için Kİ için kullanılabilecek 2-tuple dilbilimsel modeli geliştirmiştir. Kelimelerle işlem; kelimeleri işleyebilmek, dilsel açıdan zemin sağlayabilmek ve bilgi kaybını önlemek için hareket kabiliyeti sağlamaktadır. Bulanık mantığı benzersiz kılan en önemli özelliği kelimeleri kullanarak hesaplamalar yapmaya izin veren bir yaklaşıma sahip olmasıdır (Zadeh, 1996, s.103). Şekil 4.3 kelimelerle işlem aşamalarını göstermektedir.

Şekil 4.3. *Kelimelerle İşlem Uygulamasının Adımları*



Kaynak: Çakır, 2016, s. 35

Dilsel değişken ifadesi ile açıklanmak istenen model (H,T(H),U,G,M) kümesi yardımıyla ifade edilmektedir. Küme aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır (Zadeh, 1975, s. 199):

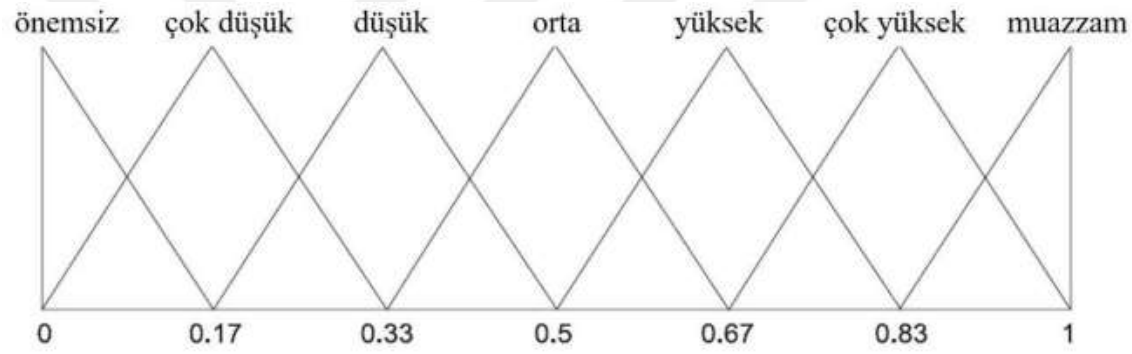
- H, değişkenin adıdır.
- T(H), H'nin terim kümesidir, dilsel değerlerinin toplamıdır.

- U, değişkenler evrenidir.
- G, T(H)'deki terimleri üreten gramer kuralıdır.
- M, her bir dilsel değerin H ile anlamını ilişkilendiren anlamsal bir kuraldır.
- M(X), U'nun bulanık bir alt kümesini ifade etmektedir.

Bir dilsel değişkenin yapılandırılması için ilişkili olduğu iki kural bulunmaktadır. Bunlar Sözdizimsel Kural ve Gramer kurallarıdır (Zadeh, 1975, s. 204). Problemin yapısı işlemin şeklini değiştirebilse de iki farklı şekilde uygulanmaktadır (Çakır, 2016, ss. 36-37):

$S=\{S_0....S_g\}$ şeklinde hiyerarşik olarak tanımlanmış ve yedi terimden oluşan Şekil 4.4'te yer alan bu skalayı temsil eden küme, sıralı yaklaşımı yansıtmaktadır.

Şekil 4.4 *Dilsel Set ve Karşılık Değerleri*



Kaynak: (Çakır, 2016, s. 36)

Verilen "S" kümesi $S=\{S_0:$ önemsiz (ö), S_1: çok düşük (çd), S_2: düşük (d), S_3: orta (o), S_4: yüksek (y), S_5: çok yüksek (çy), $S_6:$ kesinlikle önemli/muazzam (K)} şeklinde ifade edilebilir.

İçerikten Bağımsız Dilbilgisi Kuralları: G ile tanımlanan içerikten bağımsız dilbilgisi kuralları, dilbilimsel terimleri üretirken kurulan cümleleri oluşturan kurallardır. (*VN, VT, I, P*) şeklinde dörtlü bir kümeyi oluşturur. *VN* terminal olmayan semboller kümesini, *VT* terminal semboller kümesini, *I* başlangıç sembolünü ve *P* üretim kurallarını ifade etmektedir (Rodríguez vd., 2011, s. 111).

4.5. Kararsız Bulanık Kümeler

Bulanık mantık ve onun kavramlaşmasında öncü olan bulanık kümeler, insan karar verme sürecindeki belirsizlikleri hesaba katmak için etkili bir yaklaşımdır. Bulanık dilsel ifadelerle matematiksel olarak formüle edilebilen karar süreçleri daha sonra problemlerin karmaşasına karşılık verebilmek için olgunlaştırılmaya devam etmiştir. Torra, (2010);

Torra ve Narukawa, (2009) tereddütlü bulanık kümeleri, referans kümesindeki bir öğe için birkaç olası üyelik değerine izin veren bulanık kümelerin bir uzantısı olarak tanımlamıştır. Üyelik derecesini tam olarak tanımlamanın zor olduğu ve karar vericinin birkaç sayısal değer arasından seçim yaparken kafa karışıklığı ve tereddütle karşı karşıya kaldığı durumlarda, kararsız bulanık küme iyi bir çözüm oluşturmaktadır (Alimohammadlou ve Khoshsepehr, 2022).

Kararsız bulanık kümelerin geliştirilmesi sonrasında "Kararsız Bulanık Dilsel Terim Setleri" (KBDTS), içerikten bağımsız dilbilgisi kurallarına dayalı bir yöntem olarak ortaya konmuştur (Rodríguez vd., 2011). Dilsel terimler, insan fikirlerine ve karar ölçütlerine benzer oldukları için karar verme sürecine etkili bir şekilde yardımcı olabilmektedir. Öte yandan, dilsel terimler farklı varyasyonlar olarak olgunlaştırılmıştır. KBDTS, karar verme için bir parametre olarak önerilmiştir. İnsan fikirlerine ve aynı şekilde insan tereddütlerine yakındır ve karar vermeye yardımcı olabilecek seçim araçları sağlamıştır. KBDTS, karar vericilerden alınan bilgilerin toplanması veya değerlendirilmesi için son yıllarda hem uygulayıcılar hem de akademisyenler tarafından ilgi görmektedir. Rodríguez vd., (2013), tek veya karşılaştırmalı dilsel ifadelerle başa çıkmak için içerikten bağımsız dilbilgisi ve KBTS'ye dayanan yeni bir grup karar verme modeli önermiştir. Beg ve Rashid, (2013) tereddütlü bulanık dilsel terimlerin zarfları arasındaki mesafeyi dikkate alarak KBDTS için bulanık TOPSIS'in özelleştirilmiş bir formunu kullanmıştır. Daha sonra Liao vd., (2014), KBDTS 'ler arasında çeşitli mesafe ölçümleri sunmuştur. Wang vd., (2014) bir HFLTS-ELECTRE I entegrasyonu geliştirmiştir. Liu ve Rodríguez, (2014) kelimelerle hesaplama tekniğini kullanmak için bulanık bir zarf yardımıyla KBDTS'nin yeni bir temsilini ortaya koymuş ve tedarikçi seçimini bulanık bir TOPSIS modeli kullanarak gerçekleştirmiştir. Wei vd., (2013) karşılaştırma teknikleri önermiş, KBDTS'ler için toplama kuramını incelemiş ve olasılık dereceleri için bir formül üretmiştir. Yavuz vd., (2015) ticari filoların alternatif yakıtlı araçları seçmesi için yeni birçok kriterli hiyerarşik kararsız bulanık dilsel karar verme yaklaşımı önermiştir. Gou vd., (2017) çift hiyerarşili dilsel terim kümesi (DHLTS) ve çift hiyerarşili kararsız bulanık dilsel terim kümesi (DHHFLTS) kavramlarının yanı sıra DHHFL-MULTIMOORA yöntemini tanıtmıştır. Bu tezde, Yavuz vd. (2015) tarafından önerilen KBDTS-ÇKKV yaklaşımı temel alınmıştır. Bu yöntemin adımları ayrıntılı olarak altıncı bölümde açıklanmaktadır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde son adım teslimat yöntemlerinin değerlendirilmesi ve seçilmesini amaçlayan ve farklı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışma mevcuttur. Bahsedilen son adım teslimat çalışmaları; etkinliğinin ölçülmesini hedefleyen çalışmalar (Iwan vd., 2016; Muñoz-Villamizar vd., 2021), müşteri yaklaşımlarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar (Moroz ve Polkowski, 2016), sebep olunan maliyetlerin hesaplanmasını konu edinen çalışmalar (Kämäräinen ve Punakivi, 2002), çevresel etkilerin değerlendirilmesini (Allen vd., 2012; Figliozzi ve Jennings, 2020; Giordano vd., 2018) ve sürdürülebilirliğin değerlendirilmesni konu edinen çalışmalar (Martinez Vidal, 2021; Schliwa vd., 2015), karşılaşılan zorlukların incelenmesi (Weiss ve Onnen-Weber, 2019) lokasyonların optimize edilmesi (Schwerdfeger ve Boysen, 2020), stratejilerin değerlendirilmesi (Janjevic ve Winkenbach, 2020) ve araç rotalama (Orenstein vd., 2019) şeklinde sıralanabilir. Farklı yöntem ve yaklaşımlara örnek vermek gerekirse; Gevaers vd. (2014) son adım teslimatın maliyetleri üzerine bir simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Bir diğer örnek, Schneider vd., (2014) tarafından elektrikli araçların rotalanmasına yönelik yapılmış çalışmadır. Daha spesifik konuları ele almış olan çalışmalara, Cárdenas vd., (2017) tarafından B2C son adım teslimatlar ile ilişkili dışsal maliyetleri incelemek üzere yapılan çalışma ya da Tadić vd., (2022) tarafından gerçekleştirilen bazı özel kategorilere odaklanılarak kentsel lojistik girişimlerinin sürdürülebilirliğinin incelendiği çalışma örnek verilebilir. Tsai ve Tiwasing, (2021) eşzamanlı teslimat ve teslim almalar durumunda uygulanabilecek bir rotalama yaklaşımı geliştirmiştir. Chang vd. (2021) kentsel lojistikte teslimatlar için yük otobüsleri kullanımı üzerine bir rota planlama modeli geliştirmiştir. Yük otobüsü kavramı yenidir ve kitle kaynaklı teslimatlar başlığı altında geliştirilebilir bir araç paylaşım kavramını yansıtmaktadır. Literatürde son adım teslimatı konusunu ele alan çok sayıda çalışma

bulunduğundan, sonraki bölümde son adım teslimat konusunu ÇKKV yöntemiyle incelemiş çalışmalara yer verilmiştir.

5.1. Son Adım Teslimatı Konu Alan ÇKKV Çalışmaları

Literatürde bu tezin çerçevesi olan son adım teslimatı konusuna odaklanan çeşitli karar verme çalışmaları da bulunmaktadır. ÇKKV yöntemlerini kullanan araştırmalar, son adım teslimat tekniklerinden hangisinin daha uygun olduğunu belirlemek veya son adım teslimat alternatiflerini sıralamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların çerçeveleri şu şekilde sıralanabilir: teslimat yöntemi seçimi ve değerlendirilmesi, teslimat aracı seçimi ve performans analizi, gereksinimler ve sorunlara yönelik stratejilerin belirlenmesi, sürdürülebilirlik değerlendirmesi, yer seçimi çalışmaları ve müşteri odaklı yaklaşımları içeren çalışmalardır.

Literatürde karşılaşılan yaklaşımlar aşağıda gruplandırılmıştır.

- Teslimat yöntemi seçimi ve analizi (Verlinde vd., 2014; Gogas vd., 2017; Büyüközkan ve Uztürk, 2019; Zhao vd., 2019; Švadlenka vd., 2020; Madleňák and Madleňáková, 2020; Krstić vd., 2021; Sah vd., 2021; Simić vd., 2021),
- Teslimat aracının seçimi ve değerlendirilmesi (Wątróbski vd. 2017; Aljohani ve Thompson, 2018; Raj ve Sah, 2019; Büyüközkan ve Uztürk, 2020; Nur vd. 2020; Švadlenka vd. 2020; Sah vd. 2021; Garus vd. 2022; Saha vd. 2022;),
- İhtiyaçlar ve karşılaşılabilecek problemlere yönelik stratejilerin oluşturulması (Chiu vd. 2013; Verlinde vd. 2014; Tadić vd. 2014; He vd. 2016; Morfoulaki vd. 2016; Tadić vd. 2018; Titiyal vd. 2019a; Zelenska ve Švadlenka, 2019; Titiyal vd. 2019b; Melkonyan vd. 2020),
- Sürdürülebilirliğin incelenmesi ve değerlendirilmesi (Awasthi ve Chauhan, 2012; Tadić vd. 2014; Rao vd. 2015; Aljohani ve Thompson, 2018; Jiang vd. 2019; Büyüközkan ve Mukul, 2019; Melkonyan vd. 2020; Özbekler ve Akgül, 2020; Švadlenka vd. 2020; Büyüközkan ve Uztürk, 2020; Krstić vd. 2021; Simić vd. 2021; Wang vd. 2021a; Garus vd. 2022;),
- Yer seçimi ya da incelemeye dâhil edilen lokasyonların farklı kriterler ile ele alınması (Awasthi vd. 2011; Rao vd. 2015; Amchang ve Song, 2018; Aljohani ve Thompson, 2020; Zheng vd. 2020)
- Son adım teslimat yöntemlerinin müşteri bakış açısıyla değerlendirilmesi (Chiu vd., 2013; Vilardi, 2019).

Zhao vd. (2019), son adım ulaşım modunun seçimi için veri madenciliği tabanlı bir ÇAKV yöntemi kullanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, son adım mesafesinin 3 km'den az olması durumunda bisiklet paylaşımı en verimli ulaşım yöntemi olurken, mesafenin 4 ila 5 km arasında olması durumunda belediye otobüsü en uygun seyahat yöntemi olarak öne çıkmıştır. Büyüközkan ve Uztürk, (2019) akıllı son adım teslimat çözümlerini analiz etmek için bir ÇKKV yaklaşımı kullanmıştır. Kent perspektifinden son adım teslimatı analiz etmek için SWOT yöntemi uygulanmış, kriterleri ağırlıklandırmak için DEMATEL yöntemi kullanılmış ve son olarak alternatif değerlendirme ve seçim için VIKOR yöntemi tercih edilmiştir. Gogas vd. (2017) Selânik'te son adım sevkiyatlarının gerçekleştirildiği iki terminalin değerlendirilmesi için çok kriterli bir anahtar performans göstergesi (KPI) ve AHP yaklaşımı önermiştir. Krstić vd. (2021) sürdürülebilir son adım lojistik uygulamalarını yeni bir hibrit ÇKKV yaklaşımı ile değerlendirmiştir (çalışma bulanık yapıda Delphi, FARE ve VIKOR tekniklerini bir araya getirmektedir). Madleňák ve Madleňáková, (2020) TOPSIS yöntemini kullanarak e-mağaza teslimat tercihlerini müşteri perspektifini önceleyen bir çerçevede değerlendirmiştir. En iyi tercihin müşterinin fiziksel olarak mağazaya gitmesi olduğu, ikinci en iyi tercihin ise kargo dolabından teslimat olduğu sonucu elde edilmiştir. Simić vd. (2021) sürdürülebilirlik açısından bir son adım teslimat modunun seçimi için Picture Bulanık-Ağırlıklı Toplam Ürün Değerlendirme (WASPAS) yöntemini kullanmıştır. Bulgular "kargo dolabı", "drone" ve "bisiklet"in en sürdürülebilir seçenekler olduğunu göstermiştir. Nikolić vd. (2022b) Belgrad şehri için geleneksel, kargo bisikleti, elektrikli teslimat araçları, drone ve özellikle şehir içinde gece teslimatlarını gerçekleştirebilmek için önerilen toplu taşıma yöntemlerini son adım teslimat alternatifi seçimi için değerlendirmiştir. CoCoSo yöntemi kullanılmış ve yatırım maliyeti, bakım maliyeti, hava kirliliği, gürültü kirliliği, esneklik ve güvenlik olmak üzere altı farklı ölçüt çalışmaya dâhil edilmiştir. Sonuçlar, en iyi son adım teslimat yönteminin kargo bisikleti olduğunu göstermiştir.

Aljohani ve Thompson, (2018) kent içerisinde birleştirilmiş teslimatların gerçekleştirilmesi için teslimat filosu yapılandırmalarının değerlendirilmesini çok aktörlü çok kriterli analiz, Bulanık AHP ve PROMETHEE yöntemleri ile incelemiştir. Büyüközkan ve Uztürk, (2020) sürdürülebilir son adım teslimatında kullanılabilecek elektrikli taşıma araçlarını seçmek için 2-tuple dilsel yöntem ile SAW ve VIKOR yöntemlerini kullanmıştır. Belgrad için yapılan bir vaka çalışmasında, en uygun seçeneğin mikro-konsolidasyon tesisleri ve otonom araçların bir karışımı olduğu

sonucuna ulaşılmıştır. Son adım teslimat aşamasında, Euro 4 ve Euro 6 hafif ticari araç, elektrikli hafif araç, teslimat aracıyla entegre otomatik teslimat droidi, droid ve droidli e-araç gibi alternatifleri içeren yenilikçi teslimat araçlarının değerlendirilmesine dayalı bir ÇKKV modeli kullanılarak sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapılmıştır (Garus vd., 2022). Nur vd., (2020), son adım teslimatında kullanılan drone seçimi için ana kriterler olarak fiziksel özellikler, ekonomik, performans, çevresel ve faydalı yük kapasitesi kriterlerini kullanan aralık değerli sezgisel bulanık TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Raj ve Sah (2019), lojistik sektöründe drone kullanımı için kritik başarı faktörlerini gri tabanlı DEMATEL yöntemiyle incelemiştir. Bu çalışma sonucunda, teknolojik unsurların lojistikte drone kullanımında önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer önemli iki faktör ise hâlihazırda birçok devletin çeşitli yasal engellerle sınırlandırdığı ticari/taşıma drone'larının kullanımı için gerekli olan devlet düzenlemeleri ve kullanım için gereken vasıflı işgücü ihtiyacıdır. Sah vd. (2021) drone ile yapılan taşımacılığın önündeki engelleri ve kısıtlamaları incelemek için AHP yöntemini kullanmıştır. Düzenlemeler ile gizlilik ve güvenliğe yönelik tehditler, drone kullanımının önündeki başlıca engeller olarak gösterilmiştir. Saha vd. (2022) dört farklı son adım teslimat aracı ve dokuz farklı kriter ile şehir lojistiğinde en uygun sıfır emisyonlu son adım teslimat aracı çözümünü belirlemek için çapraz entropi tabanlı bir model kullanmış ve Çift Tereddütlü Bulanık Küme yöntemi, skor tabanlı çift normalize MARCOS ile entegre etmiştir. Švadlenka vd. (2020) picture bulanık hibrit kriter ağırlıklandırma ve picture bulanık CoCoSo yöntemine dayalı ÇKKV analizi kullanarak son adım teslimat için sürdürülebilir yöntem seçimi çalışması gerçekleştirmiştir. Analiz sonucuna göre en iyi teslimat yöntemi, elektrikli kargo bisikleti, ikinci en iyi teslimat yöntemi mobil kargo dolabı ve üçüncü en iyi yöntem şaşırtıcı şekilde geleneksel teslimat olmuştur. Elektrikli kargo bisikleti kullanımı, trafiğe ve karbon salınımına negatif yönde etki edebilecek ve sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilecek bir yöntemdir. Sonucun elde edilmesinde elbette değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları belirleyicidir. Wątróbski vd. (2017), kentsel lojistikte kullanılan elektrikli teslimat araçları için bir ÇKKV (Bulanık TOPSIS ve PROMETHEE II) yaklaşımı önermiştir. Ana kriterler olarak performans, pil, motor ve fiyat kriterleri seçilmiştir. Çalışma pil konusunun önemine ayrıca değinmiştir. Pil/batarya ticari taşımacılık alanında hala geliştirilmeye muhtaç bir konudur. Pil/bataryanın yeterince etkili olması hatta fiyat performans açısından tatmin edecek bir seviyeye ulaşması da tek başına yeterli değildir. Şarj istasyonlarının daha sık konumlandırılması

ve yeterli sayıya ulaşması bu konuda hala temel eksikliklerden birisi olmaya devam etmektedir. Aktaş ve Kabak (2022) aralık değerli Pisagor Bulanık WASPAS yöntemini kullanarak son adım alanında teslimat aracı olarak kullanabilecek dört alternatif drone'u; kapasite, uçuş menzili, fiyat, ağırlık ve hız gibi hayati öneme sahip kriterleri kullanarak analiz etmiştir.

Melkonyan vd. (2020) ÇKKV yardımıyla son adım teslimat stratejilerini sürdürülebilirlik açısından incelemiştir. Morfoulaki vd. (2016), sürdürülebilir kentsel lojistik planlaması kapsamında Serez kenti için sürdürülebilir önlemler ve politikalar içeren 13 alternatifi incelemek üzere çok kriterli bir değerlendirme yaklaşımı kullanmıştır. Araştırma, bilgi haritaları ile mekânsal ve zamansal kısıtlamalar gibi kriterlerin en uygun kriterler olduğunu ortaya koymuştur. Tadić vd. (2014), Belgrad şehri örneğinde dört farklı kent lojistik yapılarını değerlendirmek amacıyla bulanık DEMATEL, bulanık ANP ve bulanık VIKOR yöntemlerini kullanarak karşılaşılan sorunları, deneyimleri, kent merkezi etmenlerini, şehir planlama taleplerini, ekonomik sistem değişikliklerini ve şehrin bölgesel lojistik içindeki pozisyonunu ele almıştır. Yazarlar bu çalışmada, kentsel lojistik için hayati önem taşıyan on farklı kriteri belirlemiştir. Bu kriterler sırasıyla; tasarımın geliştirme yatırımları, uygulama imkânı, lojistik hizmet kalitesi, mal teslim maliyetleri, taşımacılık işinin dağılımı, ekoloji yönü, güvenlik yönü, arazi kullanımı, mal akış dönüşüm derecesi ve şehrin çekiciliği ve gelişimi üzerindeki etkisidir. Tadić vd. (2018), politik uygulamaların sürdürülebilirliğini değerlendirmek için bulanık Delphi tabanlı AHP ve bulanık SWARA'yı entegre eden hibrit bir ÇKKV modeli kullanmıştır. Sonuçlar en iyi politik uygulamaların gece teslimatları, düşük emisyonlu alanlar ve yükleme faktörü kontrolü olduğunu göstermiştir. Bulgular zaten bir süredir literatürde etkinliği tartışılmakta olan gece teslimatları uygulamalarına izin verilmesinin en iyi seçenek olduğunu göstermektedir. 24 saat çalışan bir işletme için böyle bir teslimat imkânı faydalı olabilir. Ayrıca bu uygulama gündüz trafik sıkışıklığı ve gürültü gibi olumsuzlukların azalmasına imkân tanır. Titiyal vd. (2019a), DEMATEL tabanlı ANP yöntemi ile çeşitli performans unsurlarını kullanarak e-perakendeciler için e-tamamlama verimliliğini değerlendirmiştir. Çalışma 29 performans unsurundan iyileştirilmesi gereken en önemli üç unsurun; iade politikası, teslim alma yöntemi ve yenilikçilik olduğunu göstermiştir. Titiyal vd. (2019b), e-perakendeciler için farklı dağıtım stratejilerini değerlendirmek üzere hibrit DEMATEL-ANP tabanlı VIKOR modelini kullanmıştır. Çalışmada, dört farklı özellikten 21 kriter kullanılarak beş seçenek (dağıtım merkezi sevkiyatı, drop

shipment, mağaza sevkiyatı, tıkla ve topla ve tıkla ve rezerve et) arasından farklı durumlarda farklı yöntemlerin seçilmesinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Verlinde vd. (2014) tarafından Brüksel'deki kentsel teslimatlarda mobil depoların kullanımını, farklı kesimlerin dâhil olduğu çok aktörlü çok kriterli yaklaşımla değerlendirmiştir. Zelenska ve Švadlenka (2019), Çek Cumhuriyeti şehirlerinde konsolidasyon merkezlerinin başarılı bir şekilde faaliyet göstermesi için hangi kriterlerin önemli olduğunu belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiş ve alandaki uzmanlarla yapılan görüşmeleri temel alan AHP tekniği kullanmıştır. En önemli değerlendirme ölçütü maliyet, ikinci ve üçüncü önemli ölçütler sırasıyla hizmet kalitesi ve iş birliği iken, konsolidasyon merkezlerinin başarılı bir şekilde faaliyet göstermesi için görece en önemsiz ölçütün pazarlama iletişimi olduğu sonucu elde edilmiştir. He vd. (2016) tarafından çevrim içi alışveriş için dağıtım ortağı kombinasyonlarının uygunluğunu değerlendirmek ve seçmek için bir ÇKKV yaklaşımı (kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için bulanık entropi ve bulanık AHP ve en iyi ortak eşleştirmesini seçmek için bulanık TOPSIS) kullanılmıştır. Kovač vd. (2021) teslimat aşamalarında drone kullanımına dayanan dört farklı ana yöntem ve bunların alt varyasyonlarını tanıtmıştır. Tanıtılan bu teslimat yapıları on farklı değerlendirme kriteri ve küresel bulanık MARCOS yöntemi yardımıyla değerlendirilmiştir.

Kentsel dağıtım merkezleri temelde kentsel lojistiğin lokomotifi konumundadır ve kent sınırları içinde yüklerin akışını temsil eden adımların ilkini oluşturmaktadır. Sürdürülebilirlik göz önüne alındığında kentsel dağıtım merkezinin ilk adımı temsil etmesi sebebiyle hem şehrin içinde ya da girişinde, hem de büyük yüklü kamyon ve tırların şehir içinde dolaşımına engel olmak amacıyla şehrin biraz dışında olması gerekmekte ve dolayısıyla yer seçiminde çevresel ve sosyal etkileri başta olmak üzere pek çok kıstas ile ele alınması gerekmektedir. Konuyla ilgili, Awasthi vd. (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kentsel dağıtım merkezlerinin yer planlaması için bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak erişilebilirlik, çevresel etki ve hizmet kalitesi gibi maliyet ve faydaya odaklanan onbir kriter ve üç alternatifli bir değerlendirme yaklaşımı sunulmuştur. Aljohani ve Thompson, (2020), coğrafi verileri dikkate alarak Melbourne, Avustralya'da bir kentsel konsolidasyon merkezi kurulabilecek 20 uygun alanı belirlemek için TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Yönteme dâhil edilen seçim kriterlerinin önem ağırlıkları incelendiğinde, paydaşlar arasından yerel yönetimler ve vatandaşlar için en önemli kriterlerin; şehrin yaşanılabilirliği ve kentsel erişim ve trafik güvenliği olduğu

görülmektedir. Bu sonuçlar sistem içinde toplum refahı ve güvenliğinin en fazla yine bu paydaşlar tarafından talep edildiğini kanıtlamaktadır. Zheng vd. (2020) paket teslimat noktalarının yerini belirlemek ve ölçmek için AHP yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, teslimat noktasının yerini belirlemek için teslimat noktası olacak işyerinin değerlendirilmesinde en etkili kriterin çalışma saatleri olduğu sonucu elde edilmiştir. Buradan zaten kendi çalışma saatleri dolayısıyla eve teslimatı tercih etmeyen bir müşterinin, kendi işten çıkış ya da işe gidiş saatine göre teslimatını almayı önemsediği sonucuna varılabilir. İkinci en etkili faktör ise toplu ulaşıma yakınlıktır. Kişisel aracı olmayan müşterilerin teslimatı almak için gidip gelecekleri yürüme mesafesinin de önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Amchang ve Song (2018), üç alternatif arasından son adım teslimat merkezinin konumunu belirlemek ve son adım teslimat verimliliğini artırmak için Tayland'da teslimat hizmeti, çevresel ve sosyal tercih, politika ve düzenleme ve maliyet kriterleri ile bunların onbir alt kriterini içeren bir vaka çalışması kapsamında AHP yöntemini kullanmıştır. Burada son adım teslimat merkezi, kentsel konsolide merkezinden sonraki ikinci bir adımı oluşturan ve şehrin içinde daha yaygın ve müşterilere erişim açısından daha esnek konumlandırılması geren noktalar şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanımdan hareketle incelendiğinde, son adım teslimat merkezinin konumunu belirlemek için en önemli kriterin müşteri yoğunluğuna yakınlık olması, bulguların tutarlılığını kanıtlamaktadır. Rao vd. (2015), kent lojistik merkezinin sürdürülebilirlik boyutları ile birlikte yer seçimi yapılabilmesi maksadıyla dilbilimsel 2-tuple yaklaşıma dayalı bir bulanık çok kriterli grup karar verme yöntemi önermiştir. Nikolić vd. (2022a) Sırbistan sınırları içinde yer alan Niş şehri için son adım teslimat operasyonlarında verimliliği artırmak amacıyla farklı politikalara dayalı üç farklı alternatif dağıtım yapısını; WASPAS, ARAS ve CoCoSo yöntemlerini kullanarak değerlendirmiştir. Bu alternatiflerden ilki, şehir içinde müşterilere diğer alternatiflere kıyasla daha yakın konumlarda dağıtılmış olan küçük dağıtım merkezleridir (şehir içi hublar). İkinci alternatif daha büyük ve birçok teslimat aracının kontrolüne izin veren birleşik bir kent içi konsolidasyon merkezidir. Üçüncü ve son alternatif LHS'lerin kendi dağıtım bayi veya noktalarının kullanıldığı geleneksel son adım teslimat yöntemidir. Bu farklı teslimat fikirlerine olanak tanıyan kent içi dağıtım yapılarını değerlendirebilmek ve kıyaslamak için kullanılan kriterler göz önüne alındığında çalışma alternatifleri; yatırım maliyeti, yasal sınırlamalar, sıkışıklık oluşumu, gürültü kirliliği, zararlı emisyonlar ve altyapıya uygunluk açısından incelenmiştir. Bu kriterler BWM yöntemi yardımıyla

ağırlıklandırılmıştır. Kavus vd. (2022) İstanbul ilinin Beşiktaş ilçesinde kargo dolabı kurulması için en uygun konumu belirlemeyi amaçladığı çalışmasında, Bayesian-BWM ve Pisagor Bulanık WASPAS yöntemini kullanarak 5 farklı alternatif lokasyonu değerlendirmiştir. Çalışmada kargo dolabı yeri seçimi için kullanılabilecek birçok kriter dâhil edilmiş ve alışveriş merkezlerine yakınlık, en yakın kargo şubesine olan mesafe ve ana dağıtım merkezine yakınlık gibi spesifik kriterler literatüre kazandırılmıştır.

Awasthi ve Chauhan (2012), kentsel lojistik girişimleri çerçevesindeki mevcut uygulamaları incelemek için bağıntı diyagramı ile hibrit ÇKKV (AHP ve bulanık TOPSIS) yöntemlerini kullanmıştır. Kentsel lojistik girişimlerinin değerlendirilebilmesi için dört çevresel, dört sosyal, altı teknik ve iki ekonomik kriter seçilmiştir. Kriterleri ağırlıklandırmak için AHP yöntemi ve alternatifleri değerlendirmek ve seçmek için bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Büyüközkan ve Mukul (2019), akıllı kent lojistik çözümlerinin daha verimli hale getirilmesini hedefleyen çalışmalarında bulanık SAW ve House of Quality Matrix yöntemlerini kullanmışlardır. Güvenlik ve acil durum sistemleri en yüksek öneme sahip kriterler olarak değerlendirilmiştir. Jiang ve diğerleri (2019), son adım teslimat kapsamındaki kırsal e-ticareti değerlendirmek için Bulanık AHP, Yorumlayıcı Yapısal Model (ISM) ve Cross Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC) yöntemlerini sürdürülebilir etki değişkenleriyle birlikte kullanmıştır. Özbekler ve Akgül, (2020) mikro konsolidasyon merkezi, UCC ve mobil depoyu lojistik hizmet sağlayıcılar, alıcılar, nakliyeciler, yerel yönetimler ve vatandaşlar açısından incelemek için çok aktörlü çok kriterli bir ÇKKV yaklaşımı uygulamıştır. Wang vd. (2021b) Vietnam'daki 10 farklı üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcısını değerlendirmeyi ve seçmeyi amaçladıkları çalışmalarında bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerini kullanmıştır. Wang vd. (2021c) Vietnam'daki bir e-ticaret şirketi tarafından üçüncü parti bir tersine lojistik hizmet sağlayıcı seçimi için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanarak bir ÇKKV yaklaşımı uygulamıştır. Belgrad'da uygulanan vaka çalışması için ekonomik, sosyal, çevresel ve teknolojik kriterler ve bunların alt kriterlerine göre incelenen altı alternatiften sırasıyla kargo otomatları, kargo bisikletleri ve drone'lar en uygun üç seçenek olarak değerlendirilmiştir. Wang vd. (2021a) Vietnam'daki son adım teslimat işletmelerinin sürdürülebilirlik performansını incelemek için bulanık AHP ve bulanık WASPAS yöntemlerini kullanmıştır. Novotná vd. (2022), üç uzman görüşünü kullanarak hibrit bir ÇKKV yaklaşımı BWM, CRITIC yöntemi ve WASPAS ile sürdürülebilir son adım teslimat için Pardubice kentindeki beş

farklı mikro hub konumunu değerlendirmiş ve sıralamıştır. Alves de Araújo vd. (2022), son adım teslimat hizmetlerindeki beklentileri değerlendirmek için altı farklı değerlendirme kriterini ve teslimat kamyoneti, motosikletle teslimat, akıllı kargo dolapları, drone ile teslimat ve çok modlu teslimattan oluşan beş farklı alternatifi bir araya getiren bulanık bir AHP yöntemi kullanmıştır. Sangkhıew ve Pornsıng (2022) bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak dört ana son adım alternatifini, katılımlı-katılımsız eve teslimat ve insanlı-insansız toplama noktalarını müşteriler, lojistik hizmet sağlayıcılar ve işletmeler açısından analiz etmiştir. Üç alternatif (eve teslimat, insansız toplama noktası ve paylaşımlı kargo dolapları) simülasyon tekniği ile karşılaştırılmıştır.

Chiu vd. (2013) çalışmalarında, müşteri istek ve davranışlarına dayalı e-mağaza stratejileri geliştirmek için hibrit bir ÇKKV (DEMATEL, DEMATEL tabanlı Analitik Ağ Süreci (ANP) ve VIKOR) modeli önermiştir. Çalışmanın bulguları, e-mağaza modelinin kullanışlı bir ticaret yaklaşımı olduğuna ve satış sonrası verilen hizmetin kalitesinin e-mağaza başarısı için kritik öneme sahip olduğuna dikkat çekmiştir. Vilardi (2019) Jakarta'da bir anket çalışması yürütmüş ve tüketicileri etkileyen teslimat unsurlarının uygunluğunu tahmin etmek için AHP yaklaşımı kullanmıştır. Bulgulara göre, tüketicilerin en çok zorlandığı konu siparişleri geç almak olmuştur. Konum ve dakiklik açısından tüketiciler, eve teslimatı kargo dolabına tercih etmiştir. Öte yandan, tüketiciler bilgi ve maliyet açısından kargo dolabını eve teslimata tercih etmiştir.

ÇKKV yöntemleri ile gerçekleştirilen son adım teslimat ve kentsel dağıtım çalışmaları Tablo 5.1 ve Tablo 5.2'de özet olarak gösterilmektedir.

Tablo 5.1. *Son Adım ve Kentsel Teslimatları Konu Alan ÇKKV Literatürü*

	Çalışmanın Konusu	**Yöntem**	**Duyarlılık Analizi**	**Vaka Çalışması**
Awasthi vd. (2011)	Kentsel dağıtım merkezleri için yer belirleme	Bulanık TOPSIS	Var	Yok
Awasthi ve Chauhan, (2012)	Kentsel lojistik girişimlerinin performansının ölçülmesi	Affinity diagram, AHP ve bulanık TOPSIS	Var	Yok
Chiu vd. (2013)	Müşteri taleplerine göre e-mağaza stratejileri geliştirilmesi	DEMATEL-ANP ve VIKOR	Yok	Var
Tadić vd. (2014)	Şehir lojistik konseptlerinin değerlendirilmesi	Bulanık DEMATEL, bulanık ANP, ve bulanık VIKOR	Yok	Var
Verlinde vd. (2014)	Mobil Depo kullanımının analiz edilmesi	Çok aktörlü çok kriterli karar verme	Yok	Var
Rao vd. (2015)	Şehir lojistik merkezi için sürdürülebilir yer seçimi	Bulanık TOPSIS	Yok	Yok
He vd. (2016)	Dağıtım ağı ortaklıklarının değerlendirilmesi	Bulanık entropy ağırlığı, bulanık AHP, bulanık TOPSIS	Var	Yok
Morfoulaki vd. (2016)	Kentsel yük taşımacılığı için sürdürülebilir planlama	Çok kriterli karar analizi	Yok	Var
Gogas vd. (2017)	Farklı teslimat terminallerinin performansının analizi	AHP	Var	Var
Wątróbski vd. (2017)	Şehir lojistiğinde elektrikli kamyonet kullanımının değerlendirilmesi	Bulanık TOPSIS ve PROMETHEE II	Var	Yok
Tadić vd. (2018)	Şehir lojistiği için sürdürülebilir girişimlerin incelenmesi	Bulanık Delphi-tabanlı bulanık AHP ve bulanık SWARA	Yok	Yok
Amchang ve Song, (2018)	Son adım teslimat merkezi için yer seçimi	AHP	Yok	Var
Büyüközkan ve Mukul, (2019)	Akıllı şehir lojistiği ihtiyaçlarının analiz edilmesi	Bulanık SAW ve QFD	Yok	Yok
Büyüközkan ve Uztürk, (2019)	Akıllı son adım lojistik gereksinimlerinin değerlendirilmesi	2-tuple entegre DEMATEL, VIKOR ve SWOT	Yok	Var
Aljohani ve Thompson, (2018)	Son adım teslimat araç filosu konfigürasyonunun değerlendirilmesi	MAMCA, bualnık AHP ve PROMETHEE	Var	Var
Jiang vd. (2019)	Kırsal son adım teslimatın sürdürülebilirliğine etki eden faktörlerin incelenmesi	Bulanık AHP, yorumlayıcı yapısal model, MICMAC	Yok	Yok
Raj ve Sah, (2019)	Dron lojistiğinde başarı faktörlerinin incelenmesi	Gri tabanlı DEMATEL	Var	Var
Titiyal vd. (2019b)	Dağıtım stratejilerinin sıralanması	DEMATEL, DEMATEL-tabanlı ANP ve VIKOR	Yok	Yok
Vilardi A.F. (2019)	Müşteri perspektifinden Kargo Dolabının değerlendirilmesi	AHP	Yok	Var
Zhao vd. (2019)	Seyahat modu seçimi	MADM	Yok	Var
Zelenska ve Švadlenka, (2019)	Kentsel Konsolidasyon Merkezi kullanımının değerlendirilmesi	AHP	Yok	Var
Titiyal vd. (2019a)	E-Tamamlama performansının incelenmesi	DEMATEL-tabanlı ANP	Yok	Yok
Madleňák ve Madleňáková, (2020)	Farklı teslimat seçeneklerinin değerlendirilmesi	TOPSIS	Yok	Yok
Özbekler ve Akgül, (2020)	Kentsel dağıtım seçeneklerinin değerlendirilmesi	MAMCA	Yok	Yok

Tablo 5.1. *Son Adım ve Kentsel Teslimatları Konu Alan ÇKKV Literatürü (Devamı)*

	Çalışmanın Konusu	**Yöntem**	**Duyarlılık Analizi**	**Vaka Çalışması**
Švadlenka vd. (2020)	Son adım teslimatlar için sürdürülebilir araç seçimi	Picture bulanık CoCoSo	Var	Var
Aljohani ve Thompson, (2020)	Kent içi konsolidasyon için elverişli noktaların belirlenmesi	CBS tabanlı bulanık AHP ve TOPSIS	Var	Var
Zheng vd. (2020)	Uygun paket teslimat ve teslim alma noktalarının belirlenmesi	CBS tabanlı hibrit AHP ve HUFF MODEL	Var	Var
Melkonyan vd. (2020)	Sürdürülebilir son adım teslimat stratejilerinin değerlendirilmesi	PROMETHEE	Var	Var
Nur vd. (2020)	Son adım teslimatı için dron seçimi	Aralık değerli çıkarımsal bulanık TOPSIS	Var	Var
Büyüközkan ve Uztürk, (2020)	Kentsel lojistik için elektrikli araç filosu seçimi	2-tuple SAW-VIKOR	Yok	Var
Wang vd. (2021b)	Lojistik hizmet sağlayıcısı performans değerlendirilmesi	Bulanık AHP ve bulanık VIKOR	Yok	Var
Sah vd. (2021)	Drone lojistiği uygulamalarının önündeki engellerin değerlendirilmesi	Bulanık Delphi ve AHP	Yok	Yok
Simić vd. (2021)	Son adım teslimat seçeneklerinin incelenmesi ve seçimi	Picture bulanık WASPAS	Var	Var
Wang vd. (2021c)	Tersine lojistik hizmet sağlayıcılarının seçilmesi ve değerlendirilmesi	Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS	Yok	Var
Wang vd. (2021a)	Lojistik hizmet sağlayıcılarının değerlendirilmesi ve seçimi	Bulanık AHP ve bulanık WASPAS	Var	Var
Krstić vd. (2021)	Sürdürülebilir son adım teslimat çözümlerinin analizi	Bulanık Delphi-tabanlı bulanık FARE ve bulanık VIKOR	Var	Var
Kovac vd. (2021)	Drone kullanımına dayalı şehir lojistik konseptlerinin değerlendirilmesi	Küresel bulanık MARCOS	Var	Yok
Garus vd. (2022)	Sürdürülebilir dağıtım araçlarının incelenmesi	MAVT (Multi-Attribute Value Theory)	Var	Var
Saha vd. (2022)	Son adım teslimat araçlarının belirlenmesi ve analiz edilmesi	Çift Hiyerarşili bulanık model ve SDNMARCOS	Var	Var
Alves de Araújo (2022)	son adım teslimat hizmetlerinde beklentilerin değerlendirilmesi	Bulanık AHP	Var	Var
Novotná vd. (2022)	Mikro Hub kullanımı için yer seçimi	Hybrid BWM-CRITIC-WASPAS	Var	Var
Sangkhıew ve Pornsıng, (2022)	Ana son adım teslimat türlerinin incelenmesi ve farklı son adım teslimat seçeneklerinin kıyaslanması	Bulanık TOPSIS, Simulasyon ve SWOT analizi	Yok	Var
Nikolić vd. (2022a)	Son Adım teslimat stratejilerinin değerlendirilmesi	WASPAS, ARAS ve CoCoSo	Var	Var
Nikolić vd. (2022b)	Son Adım teslimat alternatiflerinin değerlendirilmesi	CoCoSo	Yok	Var
Kavus vd. (2022)	Kargo dolabı için konum değerlendirilmesi ve seçimi	Bayesian-BWM ve Pisagor Bulanık WASPAS	Var	Var
Aktaş ve Kabak (2022)	Son adım teslimat için drone seçimi	Aralık Değerli Pisagor Bulanık WASPAS (IVPF-WASPAS)	Yok	Var
Švadlenka vd. (2020)	Son adım teslimat için sürdürülebilir araç seçimi	Picture bulanık CoCoSo	Var	Var
Aljohani ve Thompson, (2020)	Kent içi konsolidasyon için elverişli noktaların belirlenmesi	CBS tabanlı bulanık AHP ve TOPSIS	Var	Var

ALTINCI BÖLÜM

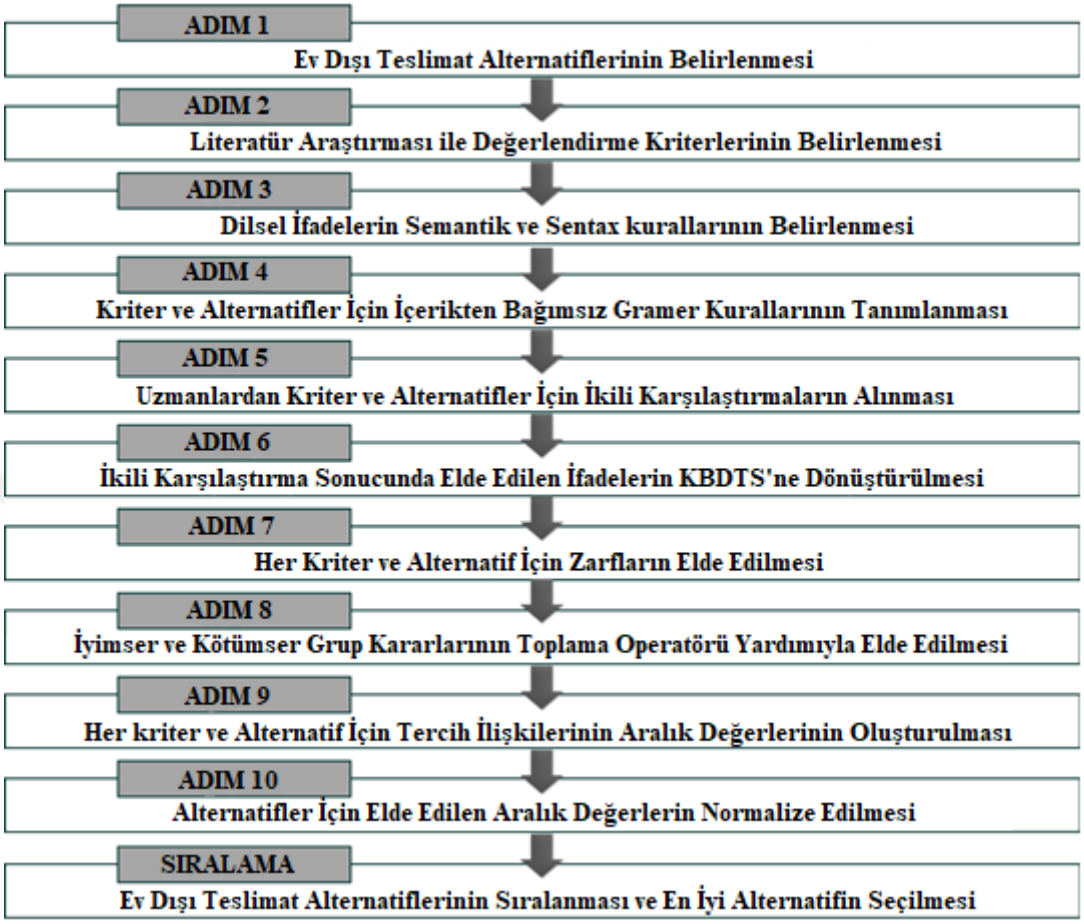
EV DIŞI SON ADIM TESLİMAT YÖNTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde, Yavuz vd. (2015) tarafından uygulanan çok kriterli hiyerarşik kararsız bulanık dilsel karar verme yaklaşımı, sürdürülebilir ev dışı teslimat yöntemlerini değerlendirmek için kullanılmıştır.

6.1.Önerilen Model

Yavuz vd. (2015), üyelik derecelerinin belirlenmesinde uzmanların kararsızlığını dikkate alarak KBDTS'yi çok kriterli analize uyarlamıştır. En iyi ev dışı teslimat alternatifinin seçimi için uygun kriterleri belirlemek amacıyla literatürde ev dışı teslimat ve son adım teslimat çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmalar araştırılmış ve alternatiflerin seçimi ve sıralanması için ÇKKV hiyerarşisine dayalı KBDTS yaklaşımı kullanılmıştır. İlk aşamada ilgili literatür taranmış, altı farklı ev dışı teslimat alternatifi ve 24 farklı değerlendirme kriteri tanımlanmıştır. Lojistik hizmet sağlayıcıları açısından incelemek üzere alanında uzman üç farklı karar vericiyle görüşülmüş ve yorumları alınmıştır. Ardından, Yavuz vd. (2015) çalışmasında önermiş olduğu KBDTS karar verme hiyerarşisinin aşamaları takip edilmiştir. Kullanılan metodolojinin adımlarına Şekil 6.1'de yer verilmiştir.

Şekil 6.1. *Yöntemin Uygulanmasına Yönelik Akış Diagramı*



6.2. KBDTS-Karar Verme

Bu tezin amacı, Yavuz vd. (2015) tarafından önerilen KBDTS'ye dayalı karar verme yöntemini kullanarak en iyi ev dışı teslimat seçeneğini belirlemek ve sürdürülebilirlik çerçevesinde son adım teslimat uygulamalarını değerlendirmektir.

Algoritmanın adımları aşağıdaki gibidir:

Adım 1. Dilbilimsel terim kümesi S'nin semantik ve sentaksının belirtilmesi.

$$S = \left\{ \text{Önemsiz (ö); çok düşük önem(çd); düşük önem(d); orta önem(o); yüksek önem(y); çok yüksek önem(çy); kesinlikle önemli(k)} \right\} \quad (1)$$

Adım 2. Kararsızlığı daha iyi ifade etmek ve daha kesin sonuçlar almak için, önceki ifadeler tek başına veya aşağıdaki formülasyonlarla birlikte kullanılabilir:

V_N = {<tek terim>, <bileşik terim>, <tekli ilişki>, <ikili ilişki>, <bağlaç>} (2)

V_T = {daha az, daha fazla, en az, en fazla, arasında, ve s_0; s_1; ...; s_g} (3)

$I \in V_N$ (4)

İçerikten bağımsız dilbilgisi için üretim kuralları aşağıdaki gibidir:

$$P = \left\{ \begin{array}{l} I=\text{<tek terim> | <bileşik terim>,} \\ \text{<bileşik terim>:: =} \\ \text{<tekli ilişki> <tek terim> | < ikili ilişki > < tek terim > <bağlaç> < tek terim >,} \\ \text{tek terim:: } s_0|s_1|\ ...\ |s_g, \text{ < tekli ilişki >::= daha az|daha fazla|en az|en fazla,} \\ \text{< ikili ilişki > ::= arasında, <bağlaç> ::= ve} \end{array} \right\} \quad (5)$$

Adım 3. Hem kriterler hem de alternatifler için $k \in \{1, 2, ..., m\}$ uzmanlar tarafından sağlanan tercih ilişkilerinin (p^k) toplanması.

Adım 4. E_{GH} dönüşüm fonksiyonunu kullanarak tercih ilişkilerinin KBDTS'ye dönüştürülmesi.

Adım 5. Her bir KBDTS için bir zarf $[pk^-_{ij}\ \ pk^+_{ij}]$ elde edilmesi.

Adım 6. Bir dilsel toplama operatörünün (φ) seçilmesi. Dilsel toplama operatörünü kullanarak kötümser ve iyimser kolektif tercih ilişkileri P_c^- ve P_c^+ 'ın elde edilmesi.

Bu tezde, dilsel toplama operatörü olarak aritmetik ortalama yöntemi kullanılmıştır.

$$\bar{x} = \Delta\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta^{-1}(s_i, \alpha_i)\right) = \Delta\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\beta_i\right) \quad (6)$$

S için 2-tuple kümesi $S = S \times [0.5, 0.5)$ şeklinde tanımlanmaktadır. $\Delta: [0, g] \rightarrow S$ fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha) \left\{ \begin{array}{c} i = yuvarla(\beta) \\ \alpha = \beta - i \end{array} \right. \quad (7)$$

Burada β değeri kendine en yakın i $\in$ {0. 1,..., g} yuvarlanır ve Δ^{-1} : <S> $\rightarrow$ [0.g] denklemi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$\Delta^{-1}(s_i, \alpha) = i + \alpha \quad (8)$$

Adım 7. Dilsel toplama operatörü φ ile her alternatif için kötümser ve iyimser bir kolektif tercih hesaplanır.

Adım 8. Alternatifler için kolektif tercihlerin $V^R = (p_1^R, p_2^R, \ldots, p_n^R)$ aralıklarından oluşan bir vektör oluşturulur.

$$p_i^R = [p_i^-, P_i^+] \quad (9)$$

Adım 9. Elde edilen aralık değerleri normalleştirilir.

Adım 10. Ağırlıklı skorların hesaplanması, alternatiflerin sıralanması ve en iyi alternatifin seçilmesi.

6.3. Kriterlerin Belirlenmesi

Son yıllarda e-ticaret üzerinden yapılan alışveriş oranlarının artış göstermesi, müşterilerin satın alma davranışlarındaki değişimin önemli bir göstergesidir. e-ticarete ilginin artmasına paralel olarak son adım operasyonlarına yönelik gereksinimlerin de artmasıyla ortaya çıkan operasyonel, çevresel ve sosyal maliyetler ürünlerin kentsel alanlardaki müşterilere ulaştırılmasının etkin bir şekilde yönetilmesini zorunlu hale getirmektedir. Bu tezde ele alınan ev dışı teslimat alternatifleri literatürdeki son adım teslimat kavramı kapsamında incelenmiştir. Önerilen yöntemde kullanılan ana kriterler sürdürülebilirlik temel alınarak seçilmiş ve 'ekonomik', 'sosyal', 'çevresel' ve 'teknik' kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Alternatiflerin seçimi ve sıralanması için alt kriterler, kapsamlı literatür taraması yardımıyla oluşturulmuştur. Literatür taramasına dayanarak; dikkate alınan yedi ekonomik, dört sosyal, beş çevresel ve sekiz teknik alt kriter Tablo 6.1'de verilmiştir.

Tablo 6.1. *Değerlendirme Kriterleri*

Ana Kriter	Alt Kriter	Tanım	Referans
Ekonomik	Başlangıç Yatırım Maliyeti	Yöntemin kullanılması için gereken ilk yatırım maliyeti.	Tadić vd., 2014; Titiyal vd., 2019b; Büyüközkan ve Uztürk, 2019; Sah vd., 2021; Garus vd., 2022
	Teslimat Maliyeti	Depodan yönteme teslimat maliyeti.	Tadić vd., 2014; Verlinde vd., 2014; He vd., 2016; Aljohani ve Thompson, 2018; Madleňák ve Madleňáková, 2020
	Bakım ve Onarım Maliyeti	Yöntem için gerekli bakım ve onarım masrafları.	Morfoulaki vd., 2016; Aljohani ve Thompson, 2018; Büyüközkan ve Uztürk, 2020
	Kiralama Maliyeti	Yöntemi kiralama maliyeti.	Aljohani ve Thompson, 2018
	Sigorta maliyeti	Yöntem için sigorta maliyeti.	Krstić vd., 2021; Sah vd., 2021
	İşletme maliyeti	Belirlenen zaman aralığında yöntemi kullanamaya yönelik operasyonunun maliyeti.	He vd., 2016; Titiyal vd., 2019b; Zelenska ve Švadlenka, 2019; Krstić vd., 2021; Garus vd., 2022
	Reklam ve promosyon maliyeti	Yöntemin tanıtımı için reklam ve tanıtım maliyeti.	Tüysüz ve Şimşek, 2017; Titiyal vd., 2019a
Sosyal	Güvenilirlik	Yönteme müşteri ve LHS tarafından duyulan güven.	Titiyal vd., 2019a; Büyüközkan ve Uztürk 2020
	Müşteri memnuniyeti	Yöntemi kullanımında müşterilerin memnuniyeti.	He vd., 2016; Morfoulaki vd., 2016; Büyüközkan ve Uztürk, 2019
	LHS memnuniyeti	Yöntemin kullanımında LHS'lerin memnuniyeti.	Verlinde vd., 2014
	Hizmet hakkında bilgi sahibi olma	LHS'ler ve müşterilerin yöntemi kullanabilmeleri ve işletebilmeleri için gerekli bilgiye sahip olmaları.	Sah vd., 2021
Çevresel	Hava Kirliliği	Yöntemin kullanımından kaynaklanan hava kirliliği.	Awasthi ve Chauhan, 2012; Tadić vd., 2014; Verlinde vd., 2014; He vd., 2016; Krstić vd., 2021; Sah vd., 2021; Garus vd., 2022; Saha vd., 2022
	Gürültü kirliliği	Yöntemin kullanımından kaynaklanan gürültü kirliliği.	Awasthi ve Chauhan, 2012; Krstić vd., 2021; Garus vd., 2022; Sah vd., 2021
	Trafik sıkışıklığı ve yoğunluğu	Yöntemin kullanımından kaynaklanan trafik sıkışıklığı ve yoğunluğu.	Awasthi ve Chauhan, 2012; Verlinde vd., 2014; Tadić vd., 2014; Aljohani ve Thompson, 2018; Krstić vd., 2021
	Hava koşulları	Yöntemin kullanımını etkileyebilecek değişken hava koşulları.	Rao vd., 2015; Sah vd., 2021; Nur vd., 2020
	Çevresel ve diğer düzenlemeler	Yöntemin kullanımı için çevresel yasa ve yönetmeliklerin gerekliliği.	Tadić vd., 2014; Aljohani ve Thompson, 2018; Saha vd., 2022
Teknik	Konumun ulaşılabilirliği	Yöntemin konumuna erişmek için gereken mesafe.	Titiyal vd., 2019; Aljohani ve Thompson, 2018; Krstić vd., 2021
	Erişilebilir Zaman Aralığı	Yöntemin kullanılabileceği zaman aralığı.	Aljohani ve Thompson, 2018; Titiyal vd., 2019a; Madleňák ve Madleňáková, 2020
	Depolama Kapasitesi	Yöntemin depolama kapasitesi.	Tadić vd., 2014
	Teslimat kapasitesi	Yöntemi kullanılarak gerçekleştirilebilecek teslimat kapasitesi.	Awasthi ve Chauhan, 2012; Madleňák ve Madleňáková, 2020; Sah vd., 2021
	Teslimat süresi	Yöntem ile müşteriye teslimat süresi.	Chiu vd., 2013; Titiyal vd., 2019a; Aljohani ve Thompson, 2018; Titiyal vd., 2019b; Madleňák ve Madleňáková, 2020; Krstić vd., 2021; Garus vd., 2022
	Müşterinin bırakma yeteneği	Müşteri yöntemden kargosunu teslim alabileceği gibi bırakabilir de.	He vd., 2016; Titiyal vd., 2019a
	Güvenlik	Yöntemin uygulanmasında yer alan tüm süreçlerdeki güvenlik gereksinimi.	Aljohani ve Thompson, 2018; Garus vd., 2022
	Kullanım kolaylığı	Hem müşterilerin hem de LHS'lerin yöntemi rahatlıkla kullanabilmesi.	Aljohani ve Thompson, 2018; Wang vd., 2021b

6.4. Uygulama

Önerilen yaklaşımda yer verilen ev dışı teslimat yöntemlerinin tanımlamaları aşağıda yapılmıştır:

- Kargo Dolabı (A1): Paketler LHS tarafından müşteriye en yakın kargo dolabına bırakılır ve müşteri, paketi 7/24 buradan teslim alabilir.

- Teslimat Noktası (A2): LHS müşteri tarafından sipariş edilen ürünün taşımasını gerçekleştirir ve ürün, çevrim içi satın alma işlemi sırasında müşteri tarafından belirtilen teslimat yerine (anlaşmalı yerlere) bırakılır.

- Tıkla & Topla (A3): Müşterilerin geleneksel olarak yaptıkları fiziksel alışveriş davranışının ilk aşamasından farklı bir şekilde, satın alma işleminin çevrim içi olarak yapılması ve ardından sipariş edilen ürünün fiziksel olarak perakendeciden teslim alınması işlemidir.

- Araç İçi (Bagaj) Teslimatı (A4): Çevrim içi olarak satın alınan bir ürünün LHS tarafından belirlenen bir kentsel alanda park halinde bulunan müşteri aracına belirli bir zaman aralığında teslim edilmesi ile gerçekleştirilen yöntemdir.

- Kabul/Teslimat Kutusu (A5): Genellikle elektronik bir kod veya bir anahtarla erişilebilen ve müşterinin evinin dışındaki bir duvara sabitlenen kutulardır.

- PUDO (Teslim Alma/Bırakma) Noktası (A6): PUDO noktaları, müşterilerin kargolarını bırakabilecekleri veya alabilecekleri yerlerdir (bırakma seçeneği da olan teslim alma noktaları şeklinde hizmet verilir).

Uygulama bölümünün alt başlıklarında sırasıyla; ana kriterlerin kıyaslanmasını gösteren "1" karşılaştırma matrisi, her ana kritere ait kendi kriter gruplarının arasında kıyaslanmasını gösteren "4" farklı karşılaştırma matrisi ve son olarak "24" farklı alt kriter için alternatiflerin kıyaslanmasını içeren "24" karşılaştırma matrisi bulunmaktadır. Sonuç olarak önerilen model toplam 29 adet karşılaştırma matrisi içermektedir. Elde edilen karşılaştırmalar önce sırasıyla dilsel ifadelerin modelde hesaplanabileceği KBDTS'lere dönüştürülmüş, ardından alt-üst sınırları içeren aralık değerleri elde edilmiştir. Aralık değerlerin elde edilmesinin ardından kötümser ve iyimser grup kararları hesaplanmış ve sonrasında da dilsel aralıklar, orta noktalar ve ağırlıklar hesaplanarak sıralamalar hesaplanmıştır.

Sonuçların elde edilmesi ve yorumlanmasından sonra sürdürülebilirlik açısından duyarlılığının ölçülebilmesi amacıyla duyarlılık analizi uygulanmıştır.

6.4.1. Ana Kriterlerin Kıyaslanması

Üç uzmana modelde kullanılan ev dışı teslimat yöntemleri hakkında bilgi verilmiş ve uzmanlık alanlarındaki tecrübelerinden faydalanılarak altı farklı ev dışı teslimat yöntemini değerlendirmeleri istenmiştir. Bölüm 6.2'de açıklanan adımlar takip edilmiş ve ikili karşılaştırma modeliyle uzman tercih ilişkileri toplanmıştır. İlk olarak uzmanlardan ekonomik, sosyal, çevresel ve teknik ana kriterleri çerçevesinde ikili karşılaştırmalar için tercih verileri toplanmıştır (Tablo 6.2).

Uzmanlardan elde edilen dilsel ifadeler zarflara dönüştürülmüştür. Örnek olarak, ilk uzmanın sosyal-teknik karşılaştırmasından elde edilen "düşükten daha az" ifadesi, {ö, çd} aralığını tanımlayan [ö, çd] zarfına dönüştürülmüştür. Benzer şekilde, çevresel-teknik karşılaştırmasında, ikinci uzmanın "orta ile yüksek arasında" ifadesi {o, y} aralığını tanımlayan [o, y] zarfına ve üçüncü uzmanın "yüksek" ifadesi {y} aralığını tanımlayan [y, y] zarfına dönüştürülmüştür. İyimser ve kötümser kolektif tercihler bir sonraki aşamada 2-tuple model ile belirlenmektedir. KBDTS için elde edilen zarflar ve dilsel terimlerin ölçeği Tablo 6.3 ve Tablo 6.4'de verilmiştir.

Tablo 6.2. *Ana Kriterlerin İkili Değerlendirmeleri*

	Ekonomik	**Sosyal**	**Çevresel**	**Teknik**
U (1) dilsel değerlendirmesi				
Ekonomik	-	çy	y	o
Sosyal	Çd	-	d	d'den daha az
Çevresel	D	y	-	d
Teknik	O	y'den daha fazla	y	-
U (2) dilsel değerlendirmesi				
Ekonomik	-	y ve k arasında	y ve çy arasında	y
Sosyal	ö ve d arasında	-	o	o
Çevresel	çd ve d arasında	o	-	o ve y arasında
Teknik	D	o	d ve o arasında	-
U (3) dilsel değerlendirmesi				
Ekonomik	-	o	y	d
Sosyal	O	-	y	d
Çevresel	D	d	-	y
Teknik	Y	y	d	-

Tablo 6.3. *KBDTS için Zarfların Elde Edilmesi*

	Ekonomik	**Sosyal**	**Çevresel**	**Teknik**
U (1) dilsel değerlendirmesi				
Ekonomik	-	[çy,çy]	[y,y]	[o,o]
Sosyal	[çd,çd]	-	[d,d]	[ö,çd]
Çevresel	[d,d]	[y,y]	-	[d,d]
Teknik	[o,o]	[çy,k]	[y,y]	-
U (2) dilsel değerlendirmesi				
Ekonomik	-	[y,k]	[y, çy]	[y,y]
Sosyal	[ö,d]	-	[o,o]	[o,o]
Çevresel	[çd,d]	[o,o]	-	[o,y]
Teknik	[d,d]	[o,o]	[d,o]	-
U (3) dilsel değerlendirmesi				
Ekonomik	-	[o,o]	[y,y]	[d,d]
Sosyal	[o,o]	-	[y,y]	[d,d]
Çevresel	[d,d]	[d,d]	-	[y,y]
Teknik	[y,y]	[y,y]	[d,d]	-

Tablo 6.4. *Dilsel Terimlerin 7'li Ölçeği*

ö	çd	D	o	y	çy	k
0	1	2	3	4	5	6

Hesaplamalar tek tek yapılmış, iyimser ve kötümser grup kararları elde edilmiştir. Hesaplanan kötümser ve iyimser kolektif tercihler Tablo 6.5 ve Tablo 6.6'da verilmiştir. Kötümser grup kararını hesaplamak için, uzman ifadeleri kullanılmıştır; örneğin ekonomik-sosyal karşılaştırmadaki birinci uzmanın [çy,çy], ikinci uzmanın [y,k] ve üçüncü uzmanın [o,o] zarflarından kötümser kararlar (çy), (y) ve (o) kullanılmıştır:

$$K_{12}^{-}(ES) = \Delta\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta^{-1}(s_i,\alpha_i)\right)$$

$$= \Delta\left(\frac{1}{n}\left(\Delta^{-1}(\text{çy},5)+\Delta^{-1}(y,4)+\Delta^{-1}(o,3)\right)\right) = \Delta(4) = (y,-00) \qquad (10)$$

Aynı şekilde, ekonomik-sosyal karşılaştırmasındaki iyimser grup kararını hesaplamak için birinci uzmanın [çy,çy], ikinci uzmanın [y,k] ve üçüncü uzmanın [o,o] zarflarından iyimser kararlar; (çy), (k) ve (o) kullanılmıştır:

$$\dot{I}_{12}^{+}(ES) = \Delta\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta^{-1}(s_i,\alpha_i)\right)$$

$$= \Delta\left(\frac{1}{n}\left(\Delta^{-1}(\text{çy},5)+\Delta^{-1}(k,6)+\Delta^{-1}(o,3)\right)\right) = \Delta(4.67) = (\text{çy},-33) \qquad (11)$$

Tablo 6.5. *Kötümser Grup Kararları*

	Ekonomik	**Sosyal**	**Çevresel**	**Teknik**
Ekonomik	-	[y, -00]	[y, -00]	[o, -00]
Sosyal	[çd, +33]	-	[o, -00]	[d, -33]
Çevresel	[d, -33]	[o, -00]	-	[o, -00]
Teknik	[o, -00]	[y, -00]	[o, -33]	-

Tablo 6.6. *İyimser Grup Kararları*

	Ekonomik	**Sosyal**	**Çevresel**	**Teknik**
Ekonomik	-	[çy, -33]	[y, +33]	[o, -00]
Sosyal	[d, -00]	-	[o, -00]	[d, -00]
Çevresel	[d, -00]	[o, -00]	-	[o, +33]
Teknik	[o, -00]	[y, +33]	[o, -00]	-

Tablo 6.5 ve Tablo 6.6'de verilen bu iyimser ve kötümser hesaplama sonuçları her bir kriter için bir aralık değerine dönüştürülmüştür. Örneğin, ekonomik kriterler için [((y, -00) + (y, -00) + (o, -00)) ÷ 3), ((çy, -33) + (y, +33) + (o, -00)) ÷ 3)] = [(y, -33), (y, -00)] hesaplanmıştır. Bu hesaplamaya karşılık gelen sayısal aralık ise [3.67; 4.00]'dır. Bu şekilde tüm kriterler için aralık hesaplamalarının yapılması gerekmektedir. Dilsel aralıklar ve sayısal aralıklar hesaplanmıştır. Ardından normalizasyon işlemi ile Tablo 6,7'de 4 ana kriterin ağırlıkları belirlenmiştir.

Tablo 6.7. *Dilsel Aralıklar ve Ağırlıklar*

Kriter	**Dilsel Aralık**	**Sayısal Aralık**	**Orta Nokta**	**Ağırlık**
Ekonomik	[(y, -33), (y, −00)]	[3,67; 4,00]	3,835	0.320
Sosyal	[(d, -00), (d, +33)]	[2,00; 2,33]	2,165	0.180
Çevresel	[(o, -0.44), (o, -22)]	[2,56; 2,78]	2,670	0.223
Teknik	[(o, + 22), (o, +44)]	[3,22; 3,44]	3,330	0.278

6.4.2. Kriter Gruplarının Kıyaslanması

Bu aşamada ana kriter gruplarının her biri için ayrı ayrı bir önceki başlıkta uygulanan işlem algoritması yeniden uygulanmıştır. Algoritmanın uygulanmasına yönelik açıklama ve hesaplama işlemlerinin bir önceki başlıkta verilmiş olması sebebiyle bu aşamada tekrar edilmemiştir. Tablo 6.8'de "Ekonomik" ana kriterinin alt kriterlerine ait uzmanlardan elde edilen karşılaştırma ifadeleri yer almaktadır. Elde edilen dilsel ifadeler modelin algoritma sırasına uygun olarak Tablo 6.9'da KBDTS'ye dönüştürülmüştür. Kötümser ve iyimser grup kararları sırasıyla Tablo 6.10 ve Tablo 6.11'de gösterilmiştir. Dilsel aralıklar elde edildikten sonra "Ekonomik" alt kriter grubunun ağırlıkları Tablo 6.12'de sunulmuştur.

Tablo 6.8. *Uzmanlardan "Ekonomik" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi*

1.Uzman							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
E1	-	y	çy	y	y	o ve y arasında	k
E2	d	-	y ve çy arasında	y	y ve çy arasında	o	çy
E3	çd	çd ve d arasında	-	d	o	çd ve d arasında	y
E4	d	d	y	-	y	d	y ve çy arasında
E5	d	çd ve d arasında	o	d	-	d	o ve y arasında
E6	d ve o arasında	o	y ve çy arasında	y	y	-	y
E7	ö	çd	d	çd ve d arasında	d ve o arasında	d	-
2.Uzman							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
E1	-	o	o	d ve o arasında	y ve k arasında	o	y
E2	o	-	y'den daha fazla	o	çy	o	k
E3	o	d'den daha az	-	d	y	o	y
E4	o ve y arasında	o	y	-	y	m	y
E5	ö ve d arasında	çd	d	d	-	d	d'den daha az
E6	o	o	o	o	y	-	y'den daha fazla
E7	d	ö	d	d	y'den daha fazla	d'den daha az	-
3.Uzman							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
E1	-	y	y ve çy arasında	k	çy ve k arasında	y	çy ve k arasında
E2	d	-	o ve y arasında	y ve çy arasında	y ve çy arasında	o ve y arasında	y ve çy arasında
E3	çd ve d arasında	d ve o arasında	-	y	y ve çy arasında	d ve o arasında	o ve y arasında
E4	ö	çd ve d arasında	d	-	d	çd	d ve o arasında
E5	ö ve çd arasında	çd ve d arasında	çd ve d arasında	y	-	d	d ve o arasında
E6	d	d ve o arasında	o ve y arasında	çy	y	-	y ve çy arasında
E7	ö ve çd arasında	çd ve d arasında	d ve o arasında	o ve y arasında	o ve y arasında	çd ve d arasında	-

Sonraki adımda dilsel ifadeler KBDTS'ye dönüştürmüştür.

Tablo 6.9. *"Ekonomik" Kriteri çin Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu*

1.Uzman							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
E1	-	[y,y]	[çy,çy]	[y,y]	[y,y]	[o,y]	[k,k]
E2	[d,d]	-	[y,çy]	[y,y]	[y,çy]	[o,o]	[çy,çy]
E3	[çd,çd]	[çd,d]	-	[d,d]	[o,o]	[çd,d]	[y,y]
E4	[d,d]	[d,d]	[y,y]	-	[y,y]	[d,d]	[y,çy]
E5	[d,d]	[çd,d]	[o,o]	[d,d]	-	[d,d]	[o,y]
E6	[d,o]	[o,o]	[y,çy]	[y,y]	[y,y]	-	[y,y]
E7	[ö,ö]	[çd,çd]	[d,d]	[çd,d]	[d,o]	[d,d]	-
2.Uzman							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
E1	-	[o,o]	[o,o]	[d,o]	[y,k]	[o,o]	[y,y]
E2	[o,o]	-	[çy,k]	[o,o]	[çy,çy]	[o,o]	[k,k]
E3	[o,o]	[ö,çd]	-	[d,d]	[y,y]	[o,o]	[y,y]
E4	[o,y]	[o,o]	[y,y]	-	[y,y]	[o,o]	[y,y]
E5	[ö,d]	[çd,çd]	[d,d]	[d,d]	-	[d,d]	[ö,çd]
E6	[o,o]	[o,o]	[o,o]	[o,o]	[y,y]	-	[çy,k]
E7	[d,d]	[ö,ö]	[d,d]	[d,d]	[çy,k]	[ö,çd]	-
3.Uzman							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
E1	-	[y,y]	[y,çy]	[k,k]	[çy,k]	[y,y]	[çy,k]
E2	[d,d]	-	[o,y]	[y,çy]	[y,çy]	[o,y]	[y,çy]
E3	[çd,d]	[d,o]	-	[y,y]	[y,çy]	[d,o]	[o,y]
E4	[ö,ö]	[çd,d]	[d,d]	-	[d,d]	[çd,çd]	[d,o]
E5	[ö,çd]	[çd,d]	[çd,d]	[y,y]	-	[d,d]	[d,o]
E6	[d,d]	[d,o]	[o,y]	[çy,çy]	[y,y]	-	[y,çy]
E7	[ö,çd]	[çd,d]	[d,o]	[o,y]	[o,y]	[çd,d]	-

$K12(E1E2) = \Delta\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta^{-1}\left(s_{i,}\ \alpha_i\right)\right) = \Delta\left(\frac{1}{n}\left(\Delta^{-1}(\mathrm{y},4) + \Delta^{-1}(\mathrm{o},3) + \Delta^{-1}(\mathrm{y},4)\right)\right) = \Delta(3{,}67) = (\mathrm{y},-33)$

Tablo 6.10. *"Ekonomik" Kriteri için Elde Edilen Kötümser Grup Kararları*

kötümser							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
E1	-	[y,-33]	[y,-00]	[y,-00]	[y,+33]	[o,+33]	[çy,-00]
E2	[d,+33]	-	[y,-00]	[y,-33]	[y,+33]	[o,-00]	[çy,-00]
E3	[d,-33]	[çd,-00]	-	[o,-33]	[y,-33]	[d,-00]	[y,-33]
E4	[d,-33]	[d,-00]	[o,+33]	-	[o,+33]	[d,-00]	[o,+33]
E5	[çd,-33]	[çd,-00]	[d,-00]	[o,-33]	-	[d,-00]	[d,-33]
E6	[d,+33]	[o,-33]	[o,+33]	[y,-00]	[y,-00]	-	[y,+33]
E7	[çd,-33]	[çd,-33]	[d,-00]	[d,-00]	[o,+33]	[çd,-00]	-

Tablo 6.11. *"Ekonomik" Kriteri için Elde Edilen İyimser Grup Kararları*

Iyimser							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
E1	-	[y,-33]	[y,+33]	[y,+33]	[çy,+33]	[y,-33]	[çy,+33]
E2	[d,+33]	-	[çy,-00]	[y,-00]	[çy,-00]	[o,+33]	[çy,+33]
E3	[d,-00]	[d,-00]	-	[o,-33]	[y,-00]	[o,-33]	[y,-00]
E4	[d,-00]	[d,+33]	[o,+33]	-	[o,+33]	[d,-00]	[y,-00]
E5	[d,-33]	[d,-33]	[d,+33]	[o,-33]	-	[d,-00]	[o,-33]
E6	[o,-33]	[o,-00]	[y,-00]	[y,-00]	[y,-00]	-	[çy,-00]
E7	[çd,-00]	[çd,-00]	[d,+33]	[o,-33]	[y,+33]	[d,-33]	-

Örnek: E1 için [(((y, -33) + (y,-00) + (y,-00) + (y,+33) + (o,+33) + (çy,-00)) ÷ 6) , (((y, -33) + (y,+33) + (y,+33) + (çy,+33) + (y,-33) + (çy,+33)) ÷ 6)] = [(y,+06), (y, +44)] olarak hesaplanmaktadır. Bu aralığa karşılık gelen sayısal aralık ise, [4,06 ; 4,44] olmaktadır.

E2= [(y, -28), (y, +17)] [3,72; 4,17]
E3= [(d, +45), (o, -11)] [2,45; 2,89]
E4= [(o, -39), (o, -17)] [2,61; 2,83]
E5= [(d, -33), (d, +17)] [1,67; 2,17]
E6= [(o, +44), (y, -22)] [3,44; 3,78]
E7= [(d, -39), (d, +17)] [1,61; 2,17]

Tablo 6.12. *"Ekonomik" Alt Kriterlerinin Ağırlıkları*

Kriter	Dilsel Aralık	Sayısal Aralık	Orta Nokta	Ağırlık
E1	[(y, +06), (y, +44)]	[4,06; 4,44]	4,25	0,202
E2	[(y, -28), (y, +17)]	[3,72; 4,17]	3,945	0,188
E3	[((d, +45), (o, -11)]	[2,45; 2,89]	2,67	0,127
E4	[(o, -39), (o, -17)]	[2,61; 2,83]	2,72	0,129
E5	[(d, -33), (d, +17)]	[1,67; 2,17]	1,92	0,091
E6	[(o, +44), (y, -22)]	[3,44; 3,78]	3,61	0,172
E7	[(d, -39), (d, +17)]	[1,61; 2,17]	1,89	0,090

Ekonomik alt kriterler içerisinde, elde edilen uzman görüşlerine göre en büyük önem ağırlığına sahip olan kriterin "Başlangıç Yatırım Maliyeti" olduğu görülmektedir. Önem ağırlığı en yüksek ikinci ve üçüncü ekonomik kriterlerin ise sırasıyla "Teslimat Maliyeti" ve "İşletme Maliyeti" olduğu sonucu elde edilmiştir.

"Sosyal", "Çevresel" ve "Teknik" kriter grupları için aynı işlemler tekrar edilmiştir. Modelin algoritmasına uygun olarak sırasıyla elde edilen sonuçlar ilerleyen aşamada gösterilmektedir (Tablo 6.13 – Tablo 6.27).

Tablo 6.13. *Uzmanlardan "Sosyal" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi*

1.Uzman				
	S1	S2	S3	S4
S1	-	o	en az y	d ve o arasında
S2	o	-	en az çy	y'den daha fazla
S3	en çok d	en çok çd	-	çd ve d arasında
S4	o ve y arasında	d'den daha az	y ve çy arasında	-
2.Uzman				
	S1	S2	S3	S4
S1	-	o	y	o
S2	o	-	o ve y arasında	o
S3	d	d ve o arasında	-	y
S4	o	o	d	-
3.Uzman				
	S1	S2	S3	S4
S1	-	y	y	o
S2	d	-	o	y
S3	d	o	-	o
S4	o	d	o	-

Tablo 6.14. *"Sosyal" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu*

1.Uzman				
	S1	S2	S3	S4
S1	-	[o,o]	[y,k]	[d,o]
S2	[o,o]	-	[çy,k]	[çy,k]
S3	[ö,d]	[ö,çd]	-	[çd,d]
S4	[o,y]	[ö,çd]	[y,çy]	-
2.Uzman				
	S1	S2	S3	S4
S1	-	[o,o]	[y,y]	[o,o]
S2	[o,o]	-	[o,y]	[o,o]
S3	[d,d]	[d,o]	-	[y,y]
S4	[o,o]	[o,o]	[d,d]	-
3.Uzman				
	S1	S2	S3	S4
S1	-	[y,y]	[y,y]	[o,o]
S2	[d,d]	-	[o,o]	[y,y]
S3	[d,d]	[o,o]	-	[o,o]
S4	[o,o]	[d,d]	[o,o]	-

Tablo 6.15. *"Sosyal" Kriteri için Elde Edilen Kötümser Grup Kararları*

kötümser				
	S1	S2	S3	S4
S1	-	[o,+33]	[y,-00]	[o,-33]
S2	[o,-33]	-	[y,-33]	[y,-00]
S3	[çd,+33]	[d,-33]	-	[o,-33]
S4	[o,-00]	[d,-33]	[o,-00]	-

Tablo 6.16. *"Sosyal" Kriteri için Elde Edilen İyimser Grup Kararları*

iyimser				
	S1	S2	S3	S4
S1	-	[o,+33]	[çy,-33]	[o,-00]
S2	[o,-33]	-	[y,+33]	[y,+33]
S3	[d,-00]	[d,+33]	-	[o,-00]
S4	[o,+33]	[d,-00]	[o,+33]	-

S1= [(o,+33), (y, -33)] [3,33; 3,67]
S2= [(o,+45), (y, -22)] [3,45; 3,78]
S3= [(d,-11), (d,+44)] [1,89; 2,44]
S4= [(o,-44), (o,-11)] [2,56; 2,89]

Tablo 6.17. *"Sosyal" Alt Kriterlerinin Ağırlıkları*

Kriter	**Dilsel Aralık**	**Sayısal Aralık**	**Orta Nokta**	**Ağırlık**
S1	[(o,+33), (y, -33)]	[3,33; 3,67]	3,50	0,291
S2	[(o,+45), (y, -22)]	[3,45; 3,78]	3,62	0,301
S3	[(d,-11), (d,+44)]	[1,89; 2,44]	2,17	0,181
S4	[(o,-44), (o,-11)]	[2,56; 2,89]	2,73	0,227

Sosyal alt kriterler içerisinde, elde edilen uzman görüşlerine göre en büyük önem ağırlığına sahip olan kriterin "Müşteri Memnuniyeti" olduğu görülmektedir. Önem ağırlığı en yüksek ikinci ve üçüncü kriterlerin ise sırasıyla "Güvenilirlik" ve "Hizmet Hakkında Bilgi Sahibi Olmak" olduğu sonucu elde edilmiştir.

Tablo 6.18. *Uzmanlardan "Çevresel" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi*

1.Uzman					
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
Ç1	-	en az y	d ve o arasında	y	o
Ç2	en çok d	-	d	o	o
Ç3	o ve y arasında	y	-	o	o
Ç4	d	o	o	-	çd ve d arasında
Ç5	o	o	o	y ve çy arasında	-
2.Uzman					
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
Ç1	-	y	o	y'den daha fazla	o
Ç2	d	-	o'dan daha az	y'den daha fazla	o
Ç3	o	o'dan daha fazla	-	y	o
Ç4	d'den daha az	d'den daha az	d	-	d ve o arasında
Ç5	o	o	o	o ve y arasında	-
3.Uzman					
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
Ç1	-	çy	y	y	y
Ç2	çd	-	d ve o arasında	o	o
Ç3	d	o ve y arasında	-	o ve y arasında	y
Ç4	d	o	d ve o arasında	-	o
Ç5	d	o	d	o	-

Tablo 6.19. *"Çevresel" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu*

1.Uzman					
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
Ç1	-	[y,k]	[d,o]	[y,y]	[o,o]
Ç2	[ö,d]	-	[d,d]	[o,o]	[o,o]
Ç3	[o,y]	[y,y]	-	[o,o]	[o,o]
Ç4	[d,d]	[o,o]	[o,o]	-	[çd,d]
Ç5	[o,o]	[o,o]	[o,o]	[y,çy]	-
2.Uzman					
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
Ç1	-	[y,y]	[o,o]	[çy,k]	[o,o]
Ç2	[d,d]	-	[ö,d]	[çy,k]	[o,o]
Ç3	[o,o]	[y,k]	-	[y,y]	[o,o]
Ç4	[ö,çd]	[ö,çd]	[d,d]	-	[d,o]
Ç5	[o,o]	[o,o]	[o,o]	[o,y]	-
3.Uzman					
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
Ç1	-	[çy,çy]	[y,y]	[y,y]	[y,y]
Ç2	[çd,çd]	-	[d,o]	[o,o]	[o,o]
Ç3	[d,d]	[o,y]	-	[o,y]	[y,y]
Ç4	[d,d]	[o,o]	[d,o]	-	[o,o]
Ç5	[d,d]	[o,o]	[d,d]	[o,o]	-

Tablo 6.20. *"Çevresel" Kriteri için Elde Edilen Kötümser Grup Kararları*

Kötümser					
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
Ç1	-	[y,+33]	[o,-00]	[y,+33]	[o,+33]
Ç2	[çd,-00]	-	[çd,+33]	[y,-33]	[o,-00]
Ç3	[o,-33]	[y,-33]	-	[o,+33]	[o,+33]
Ç4	[çd,+33]	[d,-00]	[d,+33]	-	[d,-00]
Ç5	[o,-33]	[o,-00]	[o,-33]	[o,+33]	-

Tablo 6.21. *"Çevresel" Kriteri için Elde Edilen İyimser Grup Kararları*

Iyimser					
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
Ç1	-	[çy,-00]	[o,+33]	[çy,-33]	[o,+33]
Ç2	[d,-33]	-	[d,+33]	[y,-00]	[o,-00]
Ç3	[o,-00]	[çy,-33]	-	[y,-33]	[o,+33]
Ç4	[d,-33]	[d,+33]	[o,-33]	-	[o,-33]
Ç5	[o,-33]	[o,-00]	[o,-33]	[y,-00]	-

Ç1= [(y,-25), (y, +08)] [3,75; 4,08]
Ç2= [(d,+25), (o, -25)] [2,25; 2,75]
Ç3= [(o,+25), (y, -33)] [3,25; 3,67]
Ç4= [(d,-08), (d, +34)] [1,92; 2,34]
Ç5= [(o,-08), (o, +09)] [2,92; 3,09]

Tablo 6.22. *"Çevresel" Alt Kriterlerinin Ağırlıkları*

Kriter	Dilsel Aralık	Sayısal Aralık	Orta Nokta	Ağırlık
Ç1	[(y,-25), (y, +08)]	[3,75; 4,08]	3,92	0,261
Ç2	[(d,+25), (o, -25)]	[2,25; 2,75]	2,50	0,166
Ç3	[(o,+25), (y, -33)]	[3,25; 3,67]	3,46	0,230
Ç4	[(d,-08), (d, +34)]	[1,92; 2,34]	2,13	0,142
Ç5	[(o,-08), (o, +09)]	[2,92; 3,09]	3,01	0,200

Çevresel alt kriterler içerisinde, elde edilen uzman görüşlerine göre en büyük önem ağırlığına sahip olan kriterin "Hava Kirliliği" olduğu görülmektedir. Önem ağırlığı en yüksek ikinci ve üçüncü kriterlerin ise sırasıyla "Trafik Sıkışıklığı ve Yoğunluğu" ve "Çevresel ve Diğer Düzenlemeler" olduğu sonucu elde edilmiştir.

Tablo 6.23. *Uzmanlardan "Teknik" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi*

1.Uzman								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1	-	y'den daha çok	o	d ve o arasında	d ve o arasında	y	o ve y arasında	o ve y arasında
T2	d'den daha az	-	d	o	çd ve d arasında	y	o	çd ve d arasında
T3	o	y	-	d	çd ve d arasında	çd ve d arasında	y	o
T4	o ve y arasında	o	y	-	o	d	y ve çy arasında	o ve y arasında
T5	o ve y arasında	y ve çy arasında	y ve çy arasında	o	-	d	o ve y arasında	y
T6	d	d	y ve çy arasında	y	y	-	y	çd ve d arasında
T7	d ve o arasında	o	d	çd ve d arasında	d ve o arasında	d	-	o
T8	d ve o arasında	y ve çy arasında	o	d ve o arasında	d	y ve çy arasında	o	-
2.Uzman								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1	-	o	y	o	y	çy	o	o ve y arasında
T2	o	-	d	d ve o arasında	d	y	d	y
T3	d	y	-	o	o	y	d	o
T4	o	o ve y arasında	o	-	o	k	o	o ve y arasında
T5	d	y	o	o	-	y'den daha fazla	o	y ve çy arasında
T6	çd	d	d	ö	d'den daha az	-	d	d ve o arasında
T7	o	y	y	o	o	y	-	y ve çy arasında
T8	d ve o arasında	d	o	d ve o arasında	çd ve d arasında	o ve y arasında	çd ve d arasında	-
3.Uzman								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1	-	y	d ve o arasında	o	d ve o arasında	y ve çy arasında	d ve o arasında	o
T2	d	-	çd ve d arasında	d	çd ve d arasında	o ve y arasında	çd ve d arasında	d
T3	o ve y arasında	y ve çy arasında	-	y	o ve y arasında	en az y	o ve y arasında	y
T4	o	y	d	-	d ve o arasında	y	o	y
T5	o ve y arasında	y ve çy arasında	d ve o arasında	o ve y arasında	-	y	d ve o arasında	o ve y arasında
T6	çd ve d arasında	d ve o arasında	en çok d	d	d	-	d	d
T7	o ve y arasında	y ve çy arasında	d ve o arasında	o	o ve y arasında	y	-	y
T8	o	h	d	d	d ve o arasında	y	d	-

Tablo 6.24. *"Teknik" Kriteri için Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu*

1.Uzman								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1	-	[çy,k]	[o,o]	[d,o]	[d,o]	[y,y]	[o,y]	[o,y]
T2	[ö,çd]	-	[d,d]	[o,o]	[çd,d]	[y,y]	[o,o]	[çd,d]
T3	[o,o]	[y,y]	-	[d,d]	[çd,d]	[çd,d]	[y,y]	[o,o]
T4	[o,y]	[o,o]	[y,y]	-	[o,o]	[d,d]	[y,çy]	[o,y]
T5	[o,y]	[y,çy]	[y,çy]	[o,o]	-	[d,d]	[o,y]	[y,y]
T6	[d,d]	[d,d]	[y,çy]	[y,y]	[y,y]	-	[y,y]	[çd,d]
T7	[d,o]	[o,o]	[d,d]	[çd,d]	[d,o]	[d,d]	-	[o,o]
T8	[d,o]	[y,çy]	[o,o]	[d,o]	[d,d]	[y,çy]	[o,o]	-
2.Uzman								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1	-	[o,o]	[y,y]	[o,o]	[y,y]	[çy,çy]	[o,o]	[o,y]
T2	[o,o]	-	[d,d]	[d,o]	[d,d]	[y,y]	[d,d]	[y,y]
T3	[d,d]	[y,y]	-	[o,o]	[o,o]	[y,y]	[d,d]	[o,o]
T4	[o,o]	[o,y]	[o,o]	-	[o,o]	[k,k]	[o,o]	[o,y]
T5	[d,d]	[y,y]	[o,o]	[o,o]	-	[çy,k]	[o,o]	[y,çy]
T6	[çd,çd]	[d,d]	[d,d]	[ö,ö]	[ö,çd]	-	[d,d]	[d,o]
T7	[o,o]	[y,y]	[y,y]	[o,o]	[o,o]	[y,y]	-	[y,çy]
T8	[d,o]	[d,d]	[o,o]	[d,o]	[çd,d]	[o,y]	[çd,d]	-
3.Uzman								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1	-	[y,y]	[d,o]	[o,o]	[d,o]	[y,çy]	[d,o]	[o,o]
T2	[d,d]	-	[çd,d]	[d,d]	[çd,d]	[o,y]	[çd,d]	[d,d]
T3	[o,y]	[y,çy]	-	[y,y]	[o,y]	[çy,k]	[o,y]	[y,y]
T4	[o,o]	[y,y]	[d,d]	-	[d,o]	[y,y]	[o,o]	[y,y]
T5	[o,y]	[y,çy]	[d,o]	[o,y]	-	[y,y]	[d,o]	[o,y]
T6	[çd,d]	[d,o]	[ö,çd]	[d,d]	[d,d]	-	[d,d]	[d,d]
T7	[o,y]	[y,çy]	[d,o]	[o,o]	[o,y]	[y,y]	-	[y,y]
T8	[o,o]	[y,y]	[d,d]	[d,d]	[d,o]	[y,y]	[d,d]	-

Tablo 6.25. *"Teknik" Kriteri için Elde Edilen Kötümser Grup Kararları*

kötümser								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1	-	[y,-00]	[o,-00]	[o,-33]	[o,-33]	[y,+33]	[o,-33]	[o,-00]
T2	[d,-33]	-	[d,-33]	[d,+33]	[çd,+33]	[y,-33]	[d,-00]	[d,+33]
T3	[o,-33]	[y,-00]	-	[o,-00]	[d,+33]	[o,+33]	[o,-00]	[o,+33]
T4	[o,-00]	[o,+33]	[o,-00]	-	[o,-33]	[y,-00]	[o,+33]	[o,+33]
T5	[o,-33]	[y,-00]	[o,-00]	[o,-00]	-	[y,-33]	[o,-33]	[y,-33]
T6	[çd,+33]	[d,-00]	[d,-00]	[d,-00]	[d,-00]	-	[o,-33]	[d,-33]
T7	[o,-33]	[y,-33]	[o,-33]	[d,+33]	[o,-33]	[o,+33]	-	[y,-33]
T8	[d,+33]	[o,+33]	[o,-33]	[d,-00]	[d,-33]	[y,-33]	[d,-00]	-

Tablo 6.26. *"Teknik" Kriteri için Elde Edilen İyimser Grup Kararları*

iyimser								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1	-	[y,+33]	[o,+33]	[o,-00]	[o,+33]	[çy,-33]	[o,+33]	[y,-33]
T2	[d,-00]	-	[d,-00]	[o,-33]	[d,-00]	[y,-00]	[d,+33]	[o,-33]
T3	[o,-00]	[y,+33]	-	[o,-00]	[o,-00]	[y,-00]	[o,+33]	[o,+33]
T4	[o,+33]	[y,-33]	[o,-00]	-	[o,-00]	[y,-00]	[y,-33]	[y,-00]
T5	[o,+33]	[çy,-33]	[y,-33]	[o,+33]	-	[y,-00]	[o,+33]	[y,+33]
T6	[d,-33]	[d,+33]	[o,-33]	[d,-00]	[d,+33]	-	[o,-33]	[d,+33]
T7	[o,+33]	[y,-00]	[o,-00]	[o,-33]	[o,+33]	[o,+33]	-	[y,-00]
T8	[o,-00]	[y,-33]	[o,-33]	[o,-33]	[d,+33]	[y,+33]	[d,+33]	-

T1= [(o,+19), (y, -33)] [3,19; 3,67]
T2= [(d,+14), (o,-48)] [2,14; 2,52]
T3= [(o,+09), (o, +43)] [3,09; 3,43]
T4= [(o,+24), (y, -48)] [3,24; 3,52]
T5= [(o,+24), (y, -19)] [3,24; 3,81]
T6= [(d,-05), (d,+29)] [1,95; 2,29]
T7= [(o,-00), (o, +38)] [3,00; 3,38]
T8= [(o,-48), (o, -00)] [2,52; 3,00]

Tablo 6.27. *"Teknik" Alt Kriterlerinin Ağırlıkları*

Kriter	Dilsel Aralık	Sayısal Aralık	Orta Nokta	Ağırlık
T1	[(o,+19), (y, -33)]	[3,19; 3,67]	3,43	0,143
T2	[(d,+14), (o,-48)]	[2,14; 2,52]	2,33	0,097
T3	[(o,+09), (o, +43)]	[3,09; 3,43]	3,26	0,136
T4	[(o,+24), (y, -48)]	[3,24; 3,52]	3,38	0,141
T5	[(o,+24), (y, -19)]	[3,24; 3,81]	3,53	0,147
T6	[(d,-05), (d,+29)]	[1,95; 2,29]	2,12	0,088
T7	[(o,-00), (o, +38)]	[3,00; 3,38]	3,19	0,133
T8	[(o,-48), (o, -00)]	[2,52; 3,00]	2,76	0,115

Teknik alt kriterler içerisinde, elde edilen uzman görüşlerine göre en büyük önem ağırlığına sahip olan kriterin "Teslimat Süresi" olduğu görülmektedir. Önem ağırlığı en yüksek ikinci ve üçüncü teknik kriterlerin ise sırasıyla "Konumun Ulaşılabilirliği" ve "Teslimat Kapasitesi" olduğu sonucu elde edilmiştir.

6.4.3. Alternatiflerin Her Kriter için Kıyaslanması

Bu aşamada, bir önceki başlıklarda uygulanan model algoritması her kriter için alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılması işleminde de adım adım tekrar edilmiştir.

Karşılaştırma matrislerinin fazla olması sebebiyle sadece bir alt kritere algoritmanın adımlarının uygulanması metin içerisinde gösterilmiştir. Örnek olarak adımların uygulanacağı kriter "Başlangıç Yatırım Maliyeti" E1'dir.

Önceki karşılaştırma adımlarında olduğu gibi bu aşamada da uzmanlardan dilsel ifadeler elde edilmiştir. Elde edilen karşılaştırma ifadeleri Tablo 6.28'de gösterilmektedir.

Tablo 6.28. *Uzmanlardan " Başlangıç Yatırım Maliyeti (E1)" Kriteri için Tüm Alternatiflerin İkili Karşılaştırılması Sonucunda Elde Edilen Dilsel İfadeler Matrisi*

Uzman 1	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	ö ve d arasında	ö ve d arasında	ö ve çd arasında	çd ve d arasında	en çok y
A2	çy ve k arasında	-	o	o ve y arasında	d	y
A3	çy ve k arasında	o	-	o ve y arasında	çy	y
A4	çy ve k arasında	d ve o arasında	d ve o arasında	-	o	o
A5	çy	y	çd	o	-	d ve o arasında
A6	en az çy	d	d	o	o ve y arasında	-
Uzman 2	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	y'den daha az	çd ve o arasında	çd	ö ve o arasında	çy'den daha az
A2	y'den daha fazla	-	o'dan daha az	d	o	o
A3	çy	o'dan daha fazla	-	y	y	y
A4	çy	y	d	-	o	o
A5	k	o	d	o	-	o
A6	y'den daha fazla	o	d	o	o	-
Uzman 3	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	ö ve o arasında	ö ve o arasında	çd ve d arasında	çd ve o arasında	ö ve o arasında
A2	k	-	d	o ve y arasında	d	d ve o arasında
A3	k	y	-	y	y	y
A4	y ve çy arasında	d ve o arasında	d	-	o	d ve o arasında
A5	çd	y	d	o	-	o
A6	çy ve k arasında	o ve y arasında	d	o ve y arasında	o	-

Uzmanlardan elde edilen dilsel ifadeler zarflara dönüştürülmüştür (Tablo 6.29). Örnek olarak, ilk uzmanın Kargo Dolabı-Teslimat Noktası karşılaştırmasından elde edilen "Önemsiz ve Çok Düşük Önem arasında" ifadesi, {ö, çd} aralığını tanımlayan [ö, çd] zarfına dönüştürülmüştür. Benzer şekilde, Araç İçi Teslimat-PUDO karşılaştırmasında, ikinci uzmanın "Orta Önem" ifadesi {o, o} aralığını tanımlayan [o, o] zarfına ve üçüncü uzmanın Tıkla & Topla -Kabul/Teslimat Kutusu karşılaştırmasında, "yüksek" ifadesi {y} aralığını tanımlayan [y, y] zarfına dönüştürülmüştür.

Tablo 6.29. *Uzmanlardan " Başlangıç Yatırım Maliyeti (E1)" Kriteri için Tüm Alternatiflerin İkili Karşılaştırılması Sonucunda Elde Edilen Dilsel İfadelerin KBDTS Formu*

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	[ö,d]	[ö,d]	[ö,çd]	[çd,d]	[ö,y]
A2	[çy,k]	-	[o,o]	[o,y]	[d,d]	[y,y]
A3	[çy,k]	[o,o]	-	[o,y]	[çy,çy]	[y,y]
A4	[çy,k]	[d,o]	[d,o]	-	[o,o]	[o,o]
A5	[çy,çy]	[y,y]	[çd,çd]	[o,o]	-	[d,o]
A6	[çy,k]	[d,d]	[d,d]	[o,o]	[o,y]	-
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	[ö,o]	[çd,o]	[çd,çd]	[ö,o]	[ö,y]
A2	[çy,k]	-	[ö,d]	[d,d]	[o,o]	[o,o]
A3	[çy,çy]	[y,k]	-	[y,y]	[y,y]	[y,y]
A4	[çy,çy]	[y,y]	[d,d]	-	[o,o]	[o,o]
A5	[k,k]	[o,o]	[d,d]	[o,o]	-	[o,o]
A6	[çy,k]	[o,o]	[d,d]	[o,o]	[o,o]	-
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	[ö,o]	[ö,o]	[çd,d]	[çd,o]	[ö,o]
A2	[k,k]	-	[d,d]	[o,y]	[d,d]	[d,o]
A3	[k,k]	[y,y]	-	[y,y]	[y,y]	[y,y]
A4	[çy,çy]	[d,o]	[d,d]	-	[o,o]	[d,o]
A5	[çy,çy]	[y,y]	[d,d]	[o,o]	-	[o,o]
A6	[çy,k]	[o,y]	[d,d]	[o,y]	[o,o]	-

İyimser ve kötümser kolektif tercihler bir sonraki aşamada 2-tuple model ile belirlenmektedir.

Hesaplanan kötümser ve iyimser kolektif tercihler Tablo 6.30 ve Tablo 6.31'de verilmiştir. Kötümser grup kararını hesaplamak için, örneğin Kargo Dolabı-Teslimat Noktası karşılaştırmasındaki uzman ifadeleri; birinci uzmanın [ö, çd], ikinci uzmanın [ö, çd] ve üçüncü uzmanın [ö, ö] zarflarından kötümser kararlar (ö), (ö) ve (ö) kullanılmıştır:

$$K_{12}^{-}(A1A2) = \Delta\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta^{-1}(s_i,\alpha_i)\right)$$

$$= \Delta\left(\frac{1}{n}\left(\Delta^{-1}(\text{ö},0)+\Delta^{-1}(\text{ö},0)+\Delta^{-1}(\text{ö},0)\right)\right) = \Delta(0) = (\text{ö},-00) \qquad (10)$$

Aynı şekilde, Kargo Dolabı-Teslimat Noktası karşılaştırmasındaki iyimser grup kararını hesaplamak için; birinci uzmanın [çy,çy], ikinci uzmanın [y, k] ve üçüncü uzmanın [o,o] zarflarından iyimser kararlar (çy), (k) ve (o) kullanılmıştır:

$$\dot{I}_{12}^{+}(A1A2) = \Delta\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta^{-1}(s_i,\alpha_i)\right)$$

$$= \Delta\left(\frac{1}{n}\left(\Delta^{-1}(d,2) + \Delta^{-1}(o,3) + \Delta^{-1}(o,3)\right)\right) = \Delta(2.67) = (o,-33) \qquad (11)$$

Tablo 6.30. *Kötümser Grup Kararları*

	A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**A6**
A1	-	[ö, -00]	[ö, +33]	[çd, -33]	[çd, -33]	[ö, -00]
A2	[çy, +33]	-	[d, -33]	[o, -33]	[d, +33]	[o, -00]
A3	[çy, +33]	[y, -33]	-	[y, -33]	[y, +33]	[y, -00]
A4	[çy, -00]	[o, -33]	[d, -00]	-	[o, -00]	[o, -33]
A5	[çy, +33]	[y, -33]	[d, -33]	[o, -00]	-	[o, -33]
A6	[çy, -00]	[o, -33]	[d, -00]	[o, -00]	[o, -00]	-

Tablo 6.31. *İyimser Grup Kararları*

	A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**A6**
A1	-	[o, -33]	[o, -33]	[çd, +33]	[o, -33]	[y, -33]
A2	[k, -00]	-	[d, +33]	[o, +33]	[d +33]	[o, +33]
A3	[k, -33]	[h, +33]	-	[y, -00]	[y, +33]	[y, -00]
A4	[çy, +33]	[o, +33]	[d, +33]	-	[o, -00]	[o, -00]
A5	[çy, +33]	[y, -33]	[d, -33]	[o, -00]	-	[o, -00]
A6	[k, -00]	[o, -00]	[d, -00]	[o, +33]	[o, +33]	-

Tablo 6.30 ve 6.31'de verilen bu iyimser ve kötümser hesaplama sonuçları her bir kriter için bir aralık değerine dönüştürülmüştür. Örneğin, Kargo Dolabı için [((ö, -00) + (ö, +33) + (çd, -33) + (çd, -33) + (ö, -00) ÷ 5), ((o, -33) + (o, -33) + (çd, +33) + (o, -33) + (y, -33) ÷ 5)] = [(ö, +33), (o, -40)] aralığı elde edilmiştir. Buna karşılık gelen sayısal aralık ise [0.33; 0.87]'dir. Aynı işlemler izlenerek tüm kriterler için alternatiflerin aralık değerlerinin hesaplanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Dilsel aralıklar ve sayısal aralıklar hesaplanmıştır. Ardından normalizasyon işlemi ile Tablo 6.32'de alternatiflerin ağırlıkları belirlenir.

Tablo 6.32. *Dilsel Aralıklar ve Ağırlıklar*

Kriter	**Dilsel Aralık**	**Sayısal Aralık**	**Orta Nokta**	**Ağırlık**
A1	[(ö, +33), (o,-40)]	[0.33; 2,60]	1,467	0.078
A2	[(o, -00), (o, +46)]	[3,00; 3,46]	3,23	0.171
A3	[(y, +20), (y, +47)]	[4,20; 4,47]	4,335	0.229
A4	[(o, + 07), (o, +40)]	[3,07; 3,40]	3,235	0.171
A5	[(o, + 27), (o, +33)]	[3,27; 3,33]	3,330	0.175
A6	[(o, + 13), (y, -47)]	[3,13; 3,53]	3,333	0.176

Uzmanlardan elde edilen görüşler modele dâhil edildiğinde; Başlangıç Yatırım Maliyeti kriteri için alternatifler karşılaştırılmış ve en büyük öneme/faydaya sahip olan alternatifin Tıkla & Topla (A3) seçeneği olduğu görülmüştür. Aynı işlemler sırasıyla tüm kriterler için gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tüm sonuçlar bir sonraki başlıkta detaylı şekilde değerlendirilmiştir.

6.4.4. Kıyaslamaların Tamamlanması ve Değerlendirilmesi

Yukarıdaki başlıkta ulaşılan değerlendirme sonuçları bu bölümde incelenmiştir. Önceki bölümlerden elde edilen bütün sonuçlar Tablo 6.33'de yer alamaktadır. Kriter ağırlıkları, alt kriter ağırlıkları ve alt kriter ağırlıklarının çarpımından elde edilen alt kriterin karar vermedeki önemini gösteren alt kriter global ağırlıkları ile birlikte kriter ağırlıklarının, alt kriter global ağırlıkları ile çarpımından elde edilen alternatif değerlendirme ağırlıkları ve bunların toplamından elde edilen alternatif global ağırlıklara Tablo 6.33'de yer verilmiştir.

Önerilen modelin ikinci aşamasını oluşturan alt kriter ağırlıklarının kendi kriter grubu içinde karşılaştırılması işleminde ise uzman görüşlerinden elde edilen ifadelerle yapılan hesaplamalar; ekonomik alt kriterlerinden en önemli kriterin "Başlangıç Yatırım Maliyeti" olduğu sonucunu göstermektedir. Diğer en önemli ekonomik kriterler ise sırasıyla "Teslimat Maliyeti" ve "İşletme Maliyeti"dir. En düşük önem ağırlığına sahip ekonomik kriterin "Reklam ve Promosyon Maliyeti" olduğu sonucuna varılmıştır. Çok az bir farkla en düşük önem ağırlığına sahip ikinci ekonomik kriter ise "Sigorta Maliyeti"dir.

Sosyal kriter grubunda uzman görüşlerinden elde edilen sonuçlar en önemli sosyal kriterin "Müşteri Memnuniyeti" olduğunu göstermiştir. Önem ağırlığı "Müşteri Memnuniyeti" ile yakın olan ikinci en önemli sosyal kriter ise "Güvenilirlik" kriteridir. "Hizmet Hakkında Bilgi Sahibi Olma" üçüncü önemli sosyal kriter iken "Lojistik Hizmet Sağlayıcı Memnuniyeti" en düşük öneme sahip sosyal kriter olmuştur.

Çevresel kriter grubundaki değerlendirme neticesinde en önemli çevresel değerlendirme kriteri "Hava Kirliliği "dir. Diğerleri ise şu şekilde sıralanmaktadır: "Trafik Sıkışıklığı ve Yoğunluğu", "Çevresel ve Diğer Düzenlemeler", "Gürültü Kirliliği" ve "Hava Koşulları".

Son olarak, teknik kriterlerin değerlendirilmesi sonucunda en önemli teknik değerlendirme kriteri "Teslimat Süresi" (0,147), ikinci en önemli teknik değerlendirme

kriteri "Konumun Ulaşılabilirliği" (0,143), üçüncü ise "Teslimat Kapasitesi" (0,141) şeklinde sıralanmıştır. Diğer teknik alt kriter önem ağırlıklarının ise sırasıyla "Depolama Kapasitesi" (0,136), "Güvenlik" (0,133), "Kullanım Kolaylığı" (0,115), "Erişilebilir Zaman Aralığı" (0,097) ve " Müşterinin Bırakma Yeteneği" (0,088) şeklinde sıralandığı görülmektedir.

Ana kriterlerin birbirleriyle, kriter gruplarının kendi içinde ve alternatiflerin tüm alt kriterlere göre kıyaslanmasını temsil eden 29 karşılaştırma matrisinden KBDTS ile karar verme algoritmasına uygun şekilde elde edilen alternatiflerin puanları ve sıralaması Tablo 6.33'te birleştirilmiştir.

Tablo 6.33. *Ana Kriterlerin, Kriter Gruplarının ve Tüm Alternatiflerin Puanları*

Kriter	**Kriter Ağırlığı**	**Alt-Kriter Ağırlığı**	**Alt-Kriter Global Ağırlığı**	**Alternatiflerin Değerleri**					
				KD	TN	T&T	Aİ	K/TK	PUDO
Ekonomik	0.320								
E1		0.202	0.065	0.078	0.171	0.229	0.171	0.175	0.176
E2		0.188	0.060	0.182	0.156	0.286	0.097	0.132	0.147
E3		0.127	0.041	0.045	0.187	0.243	0.189	0.145	0.193
E4		0.129	0.041	0.096	0.150	0.274	0.189	0.159	0.131
E5		0.091	0.029	0.091	0.159	0.258	0.181	0.157	0.154
E6		0.172	0.055	0.124	0.143	0.268	0.158	0.174	0.133
E7		0.090	0.029	0.133	0.178	0.220	0.085	0.211	0.172
Sosyal	0.180								
S1		0.291	0.052	0.150	0.180	0.243	0.079	0.176	0.172
S2		0.301	0.054	0.201	0.149	0.065	0.247	0.180	0.158
S3		0.181	0.033	0.139	0.150	0.278	0.115	0.154	0.163
S4		0.227	0.041	0.123	0.207	0.181	0.067	0.229	0.192
Çevresel	0.223								
Ç1		0.261	0.058	0.189	0.174	0.244	0.065	0.144	0.183
Ç2		0.166	0.037	0.189	0.174	0.244	0.065	0.144	0.183
Ç3		0.230	0.051	0.196	0.189	0.135	0.161	0.133	0.185
Ç4		0.142	0.032	0.168	0.165	0.243	0.120	0.146	0.158
Ç5		0.200	0.045	0.131	0.186	0.244	0.088	0.170	0.181
Teknik	0.278								
T1		0.143	0.040	0.219	0.204	0.120	0.131	0.124	0.201
T2		0.097	0.027	0.277	0.152	0.118	0.064	0.240	0.150
T3		0.136	0.038	0.204	0.207	0.185	0.063	0.133	0.207
T4		0.141	0.039	0.211	0.193	0.156	0.098	0.154	0.189
T5		0.147	0.041	0.193	0.163	0.252	0.106	0.121	0.167
T6		0.088	0.024	0.196	0.110	0.229	0.086	0.095	0.285
T7		0.133	0.037	0.150	0.211	0.204	0.087	0.139	0.209
T8		0.115	0.032	0.211	0.132	0.170	0.167	0.174	0.146
Alternatiflerin Global Ağırlığı				0.1597	0.1716	0.2133	0.1232	0.1586	0.1745

Ana kriter ağırlıklarının hesaplanması sonucunda, ev dışı teslimat alternatiflerinin karşılaştırılmasında en üst sıradaki kriter "Ekonomik" (0,320) kriteri olurken, bunu "Teknik" (0,278), "Çevresel" (0,223) ve "Sosyal" (0,180) kriterler takip etmektedir.

Tablo 6.33'teki alternatif puanlarına göre, Tıkla & Topla ev dışı teslimat seçeneğinin global ağırlığı 0,2133 olarak hesaplanmış ve bu değer, uzman görüşü ağırlıklarının alt kriter global ağırlık sütunu ile çarpımlarının toplamı ile elde edilmiştir. Tıkla & Topla (A3) seçenekler arasında en yüksek ağırlık puanını almıştır. PUDO (A6) (0,1745) ağırlık puanı ile ikinci en iyi seçenek olurken, Teslimat Noktası (A2) 0,1716 ağırlık puanı ile üçüncü en yüksek ağırlık puanına sahip seçenecektir (PUDO'nun ağırlık puanına yakın bir puan almıştır). Kargo dolabı (A1) 0,1597 ağırlık puanı ile dördüncü en iyi tercih konumunda yer alırken, Kabul/Teslimat Kutusu (A5) 0,1586 ağırlık puanı ile beşinci en iyi ev dışı teslimat alternatifidir. Hesaplamalar sonucunda en düşük ağırlık puanına sahip alternatif 0,1232 puan ile Araç İçi (bagaj) Teslimatı (A4) olmuştur. Sonuç olarak alternatiflerin puanları tablonun en alt satırında (Alternatiflerin Global Ağırlığı): T&T > PUDO > TN > KD > K/TK > Aİ şeklinde sıralanmıştır.

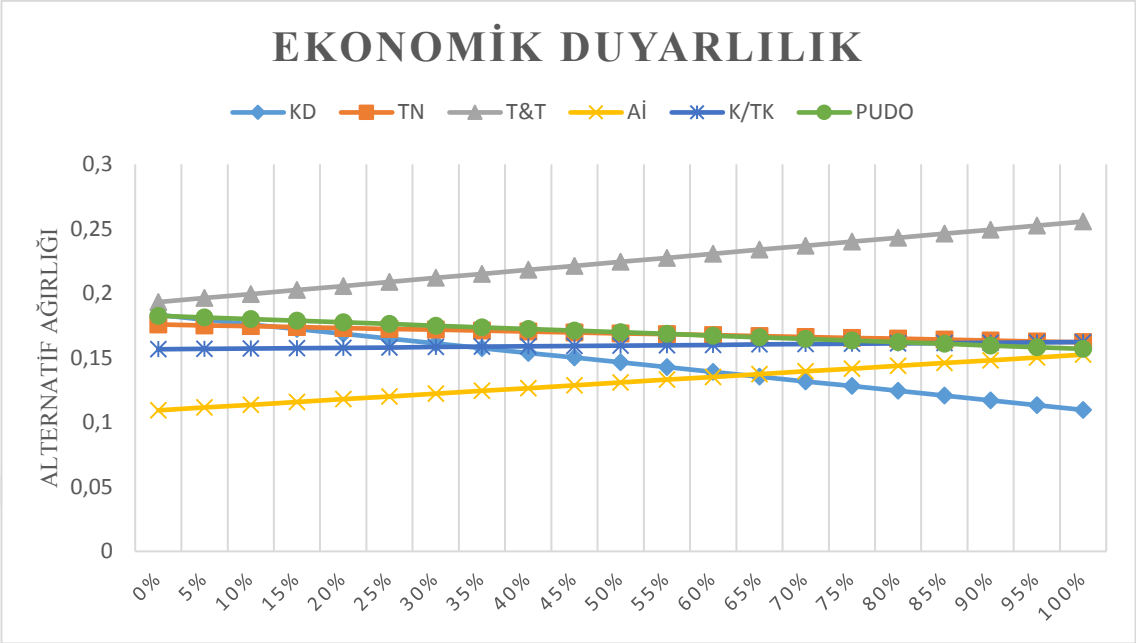
6.5. Duyarlılık Analizi

Bu bölüm kapsamında, alternatiflerin ana kriter ağırlıklarındaki değişimlere olan duyarlılığının ölçülmesi hedeflenmiştir. Önceki bölümlerde de belirtildiği üzere tezde kullanılan ana değerlendirme kriterleri, sürdürülebilirliği desteklemek amacıyla "ekonomik", "sosyal", "çevresel" ve "teknik" kriterler olarak belirlenmiştir. Her bir kriterin ağırlığı, belirlenen kriterin toplam ağırlık içindeki yüzde (%) değerine göre değiştirilmiştir. Duyarlılık ölçümü, her bir ana kriter değişikliği için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Aşağıda verilen (Triantaphyllou ve Sánchez, 1997; Triantaphyllou, 2000) tarafından önerilen formülasyon duyarlılık analizi oluşturmak için kullanılmıştır:

$$wj = (1 - wi) \times \left(\frac{wj^*}{(1 - wi^*}\right) \tag{12}$$

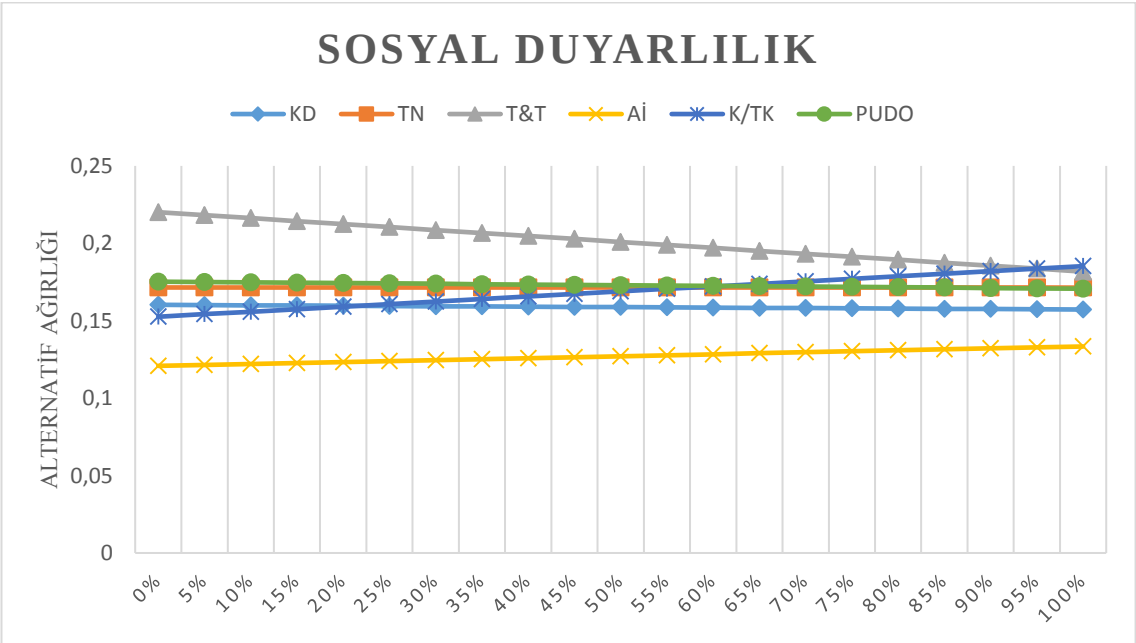
Şekil 6.2, Şekil 6.3, Şekil 6.4 ve Şekil 6.5 sırasıyla ekonomik, sosyal, çevresel ve teknik kriterlerin ağırlığındaki değişime bağlı olarak farklı ev dışı teslimat seçeneklerinin (Kargo Dolabı, Teslimat Noktası, T&T, Araç İçi (Bagaj), K/TK ve PUDO) ağırlıklarındaki değişimi göstermektedir.

Şekil 6.2. *Alternatiflerin Ekonomik Kriterdeki Değişimlere Olan Duyarlılığı*



Tıkla & Topla seçeneği ekonomik kriter ağırlığındaki artışa karşı pozitif hassasiyet göstermiş ve her %5'lik değişim aralığında en iyi seçenek olarak kalmıştır. Benzer şekilde, Tıkla & Topla ekonomik kriterleri tüm ağırlık değişimlerinde en iyi alternatif olmaya devam etmiştir.

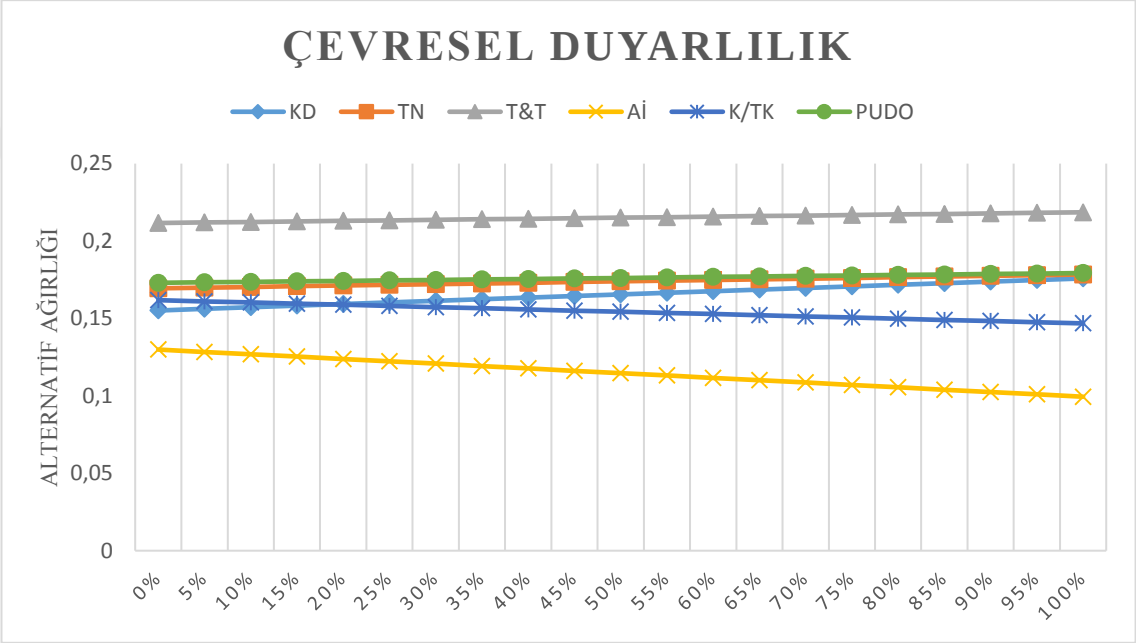
Şekil 6.3. *Alternatiflerin Sosyal Kriterdeki Değişimlere Olan Duyarlılığı*



Ekonomik ve çevresel kriterlerin ağırlığında olumlu ve olumsuz değişiklikler olduğu durumlarda bile Tıkla & Topla diğer beş seçenekle kıyaslandığında hala en uygun yöntem

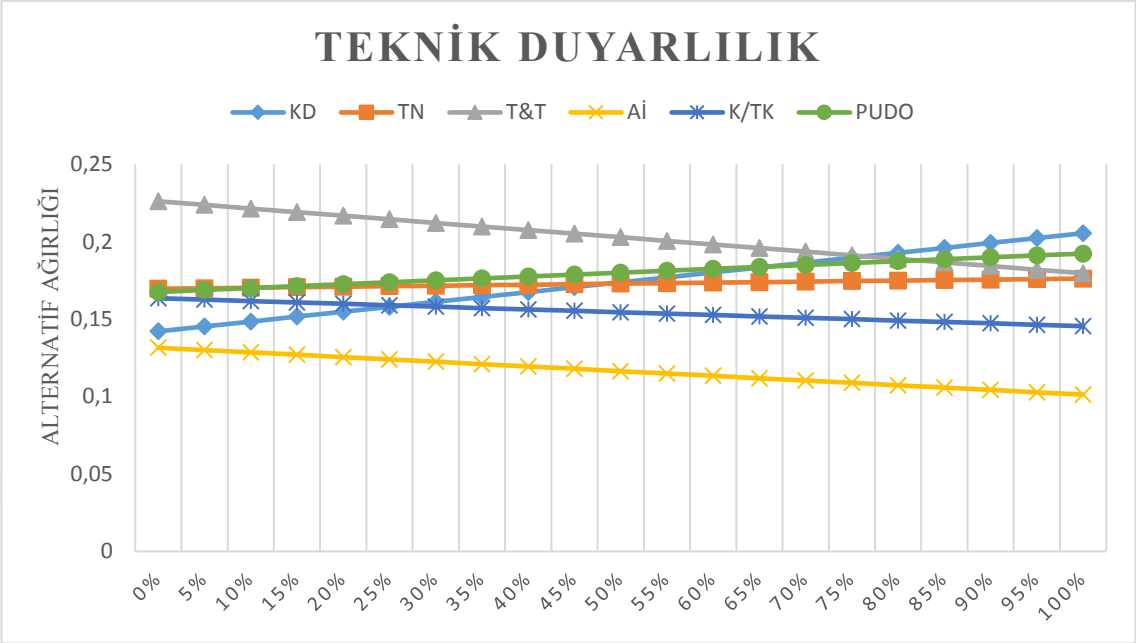
olarak öne çıkmaktadır. Sosyal kriterin ağırlığı %90 olana kadar Tıkla & Topla en iyi seçenek konumunda kalmaya devam etmiş olsa dahi, sosyal kriterin önemi %95 veya daha fazla olacak olduğunda Kabul/Teslimat Kutusu en iyi seçenek haline dönüşmektedir. Bu da LHS'ler tarafından önceliklendirilen güvenilirlik, müşteri memnuniyeti ve seçeneğin nasıl kullanılacağına dair bilgi gibi gereksinimlerin Kabul/Teslimat Kutusu yönteminde kolaylıkla karşılanabileceği anlamına gelmektedir.

Şekil 6.4. *Alternatiflerin Çevresel Kriterdeki Değişimlere Olan Duyarlılığı*



Çevresel kriter ağırlığının %20 ve üzerinde olması durumunda alternatiflerin sıralama sonuçları aynı olmakla birlikte %20'nin altındaki çevresel kriter ağırlıklarında Kabul/Teslimat Kutusu alternatifinin Kargo Dolabı alternatifine göre daha avantajlı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, çevresel kriterler daha önemli hale geldiğinde Kabul/ Teslimat Kutusu seçeneğinin çevresel dezavantajlarının daha çok belirginleşmesidir. Kargo Dolabı ile kıyaslandığında Kabul/ Teslimat Kutusu seçeneğinin müşterinin bulunduğu yere yakın mesafede konumlanması, şehir içinde teslimat yapan araçların mesafelerinin uzaması nedeniyle hava kirliliği ve gürültü gibi çevresel olumsuzlukları beraberinde getirmesidir.

Şekil 6.5. *Alternatiflerin Teknik Kriterdeki Değişimlere Olan Duyarlılığı*



Teknik kriterin öneminin artması durumunda (%80 ve üzeri) Kargo Dolabı en iyi alternatif, PUDO ise ikinci en iyi alternatiftir (%85 ve üzeri). Teknik kriterin ağırlığında gerçekleşecek artışa paralel olarak Kargo Dolabının en iyi yöntem olmasının temel nedeni; erişilebilir zaman aralığı, hem LHS hem de müşteri için elde edilen lokasyon avantajı ve güvenlik gibi baskın teknik kriterler açısından oldukça avantajlı bir seçenek olmasıdır. PUDO alternatifinin teknik kriter ağırlığındaki hemen hemen tüm değişikliklerde ikinci en iyi seçenek olmasının nedeni, Kargo Dolabı ile benzer avantajlara sahip olması ve baskın olan faydasının müşteriye paket bırakma imkânı da sunmasıdır.

SONUÇ

Günümüzde yaşanan ekonomik gelişmeler, çevrim içi olma gerekliliği ve bilgiye her alanda erişimin rahatlığı, kalkınma ve paylaşım ekonomisi gibi değişimlerin hem müşteriler hem de işletmeler nezdinde önlenemez etkileri söz konusudur. İşte tam da böyle bir ortamda, LHS'lerin kentsel alanlardaki teslimatlarında kullanacakları doğru teslimat yönteminin hangi koşullarda veya değerlendirme kriterlerine göre belirlenmesi gerektiği literatürde ve sahada bir konu hâline gelmiştir. Bu tez kapsamında son adım teslimat kapsamında değerlendirilen ev dışı teslimat alternatifleri, sürdürülebilirlik bakış açısıyla analiz edilmiştir. Analiz aşamasında, en iyi seçeneğin belirlenmesi için karar verme sürecinde karar vericinin esnekliğinin ve kararsızlığının rakamsal modele yansıtılabileceği bir karar verme yaklaşımı olan karasız bulanık dilsel terim setleri-KBDTS kullanılmıştır. Bu doğrultuda alternatif olarak; Kargo Dolabı, Teslimat noktası, T&T, Araç İçi (Bagaj) Teslimat, K/TK ve PUDO seçenekleri değerlendirmeye dâhil edilmiştir. KBDTS karar verme algoritmasının doğasına uygun şekilde, analiz edilecek/seçilecek veya sıralanacak alternatifleri ölçmek için değerlendirme kriterleri gerekmektedir. Alternatiflerin sürdürülebilirlik çerçevesinde değerlendirilebilmesi için kullanılan değerlendirme kriterleri ekonomik, sosyal, çevresel ve teknik boyutları kapsayacak şekilde belirlenmiştir. Başlangıç yatırım maliyeti, teslimat maliyeti, bakım ve onarım maliyeti, kiralama maliyeti, sigorta maliyeti, işletme maliyeti, reklam ve promosyon maliyeti olmak üzere yedi farklı ekonomik alt kriter değerlendirmede kullanılmıştır: Alternatifleri sosyal açıdan değerlendirmek için güvenilirlik, müşteri memnuniyeti, LHS memnuniyeti ve hizmet hakkında bilgi sahibi olma kriterleri araştırmaya dâhil edilmiştir. Çevresel açıdan yapılan değerlendirmede hava kirliliği, gürültü kirliliği, trafik sıkışıklığı ve yoğunluğu, hava koşulları ve çevresel ve diğer düzenlemeler kriterleri dikkate alınmıştır. Son olarak, teknik açıdan gerçekleştirilen değerlendirme için sekiz alt kriter göz önünde bulundurulmuştur. Bunlar; konumun ulaşılabilirliği, erişilebilir zaman aralığı, depolama kapasitesi, teslimat kapasitesi, teslimat süresi, müşterinin bırakma yeteneği, güvenlik ve kullanım kolaylığı şeklindedir.

Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi ve en iyi seçeneğin seçilmesi için uzman görüşleri toplanmıştır. Uzman seçimi aşamasında kümülatif bir görünüm elde etmek ve yöntemin çıktısında mantıksal hatalardan kaçınmak için LHS'nin bakış açısının elde edilmesi amaçlanmıştır.

Elde edilen çıktılar, ev dışı teslimat yöntemi seçiminde kullanılan değerlendirme kriterlerinden en önemli olanlarının sırasıyla ekonomik, teknik, çevresel ve sosyal kriterler olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan değerlendirme sonucunda; ekonomik kriterin en önemli kriter olması, LHS'ler için maliyet minimizasyonu ve kârlılığın önemini göstermektedir. Sonuçlara göre, en önemli ekonomik alt kriter başlangıç yatırım maliyetidir. Bunun nedeni, yeni bir teslimat yönteminin uygulanmasıyla ilişkili yüksek finansal risklerdir ve LHS'ler uygun araştırma ve kaynaklar olmadan bu yaklaşıma yatırım yapmamaktadır. Sonuçlarda müşteri memnuniyetinin en önemli sosyal alt kriter olduğu görülmektedir. Müşteri memnuniyeti, e-ticaret iş modellerinde rekabet gücüne doğrudan ve güçlü etkisi nedeniyle çok önemlidir ve dahası günümüzde yasal düzenlemeler müşteri memnuniyetini gerekli kılmaktadır. İşletmelerin rekabet gücü için müşteri memnuniyetini sağlamaya çalışmasının yanı sıra yasal düzenlemeler belirli bir seviyeyi zorunluluk haline getirmektedir. Çevresel açıdan en önemli alt kriterin hava kirliliği olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hem müşterilerin hem de LHS'lerin hava kirliliğine karşı hassasiyetinin önemli bir sebebi, hükümetlerin ve uluslararası kuruluşların çevre politikalarının etkisidir. En yüksek ağırlık puanına sahip teknik alt kriterler ise birbirine oldukça yakın bir puanla "Teslimat Süresi" ve "Konumun Ulaşılabilirliği" olarak belirlenmiştir. Her iki teknik kriter de LHS'lerin müşteri kazanımı ve etkinliğine önem verdiğini göstermiştir. Altı yöntem arasında en iyi ev dışı teslimat alternatifinin Tıkla & Topla olduğu tespit edilmiştir. PUDO yöntemi sürdürülebilirlik açısından ikinci en iyi alternatiftir ve Teslimat Noktası yönteminin işlevine sahip olmasının yanı sıra müşterilere paketlerini ve gönderilerini iade etme ve gönderme (C2C) imkânı sunması, teslimat noktası yönteminden daha iyi bir seçenek olmasını destekler niteliktedir.

Bu tezde geleneksel eve teslimata alternatif olarak yenilikçi ve sürdürülebilir son adım teslimat yöntemlerinin performansları sürdürülebilirliğin temel boyutları açısından değerlendirilmiştir.

Değerlendirmede kullanılan kriterler kapsamlı bir literatür taraması sonucunda belirlenmiş ve oldukça geniş bir kapsamda ele alınmıştır. Çalışmaya konu edilen

problemin ve izlenen metodolojinin araştırmacılara motivasyon kaynağı oluşturacağı düşünülmekle birlikte elde edilen sonuçların LHS'ler, politika belirleyiciler, yerel yönetimler, müşteriler açısından kararlarda yol gösterici olacağı umulmaktadır. Bununla birlikte, tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmanın bazı kısıtlamaları da bulunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda uzman sayısının artırılması, değerlendirmenin daha objektif olmasını sağlayabilir. hibrit bir strateji için ve/veya ikinci bir karar verme süreci için toplanan uzman görüşleri kullanılarak Çalışmanın kapsamı genişletilebilir. Ev dışı teslimat alternatifleri üzerinde tereddüt ve olasılık metodolojileri kullanılarak daha fazla araştırma yapılabilir. Bu yaklaşımların tamamı ev dışı teslimat yöntemleri dışında sürdürülebilir son adım teslimat araçları için de uygulanabilir. Son adım teslimatın diğer paydaşları olan tüketici, yerel yönetimleri kent sakinlerinin perspektiflerini de metodolojiye dahil eden bir yaklaşım uygulanabilir.

KAYNAKÇA

Aditjandra, P. T., Galatioto, F., Bell, M. C., & Zunder, T. H. (2016). Evaluating the impacts of urban freight traffic: application of micro-simulation at a large establishment. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 16(1).

Aggarwal, A. G., & Aakash. (2018). Multi-criteria-based prioritisation of B2C e-commerce website. *International Journal of Society Systems Science, 10*(3), 201-222. https://doi.org/10.1504/IJSSS.2018.093940

Aktas, A., & Kabak, M. (2022) An application of Interval Valued Pythagorean Fuzzy WASPAS method for drone selection to last mile delivery operations. *in: Erdebilli, b., weber, gw. (eds) multiple criteria decision making with fuzzy sets. multiple criteria decision making. Springer Cham* https://doi.org/10.1007/978-3-030-98872-2_12

Aktaş, N., & Demirel, N. (2021). A hybrid framework for evaluating corporate sustainability using multi-criteria decision making. *Environment, Development and Sustainability*, 23(10), 15591-15618. https://doi.org/10.1007/s10668-021-01311-5

Akyıldız, M. (2007). Sosyal sorumluluk ve ahlaki yaklaşımlar çerçevesinde pazarlamanın sürdürülebilir gelişmedeki rolü. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, 18-43.

Alberti, M. (1996). Measuring urban sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 16(4-6), 381-424.

Alimohammadlou, M., & Khoshsepehr, Z. (2022). Green-resilient supplier selection: a hesitant fuzzy multi-criteria decision-making model. *Environment, Development and Sustainability, 24*(12): 1-37. https://doi.org/10.1007/s10668-022-02454-9

Aljohani, K., & Thompson, R.G. (2018). A stakeholder-based evaluation of the most suitable and sustainable delivery fleet for freight consolidation policies in the inner-city area. *Sustainability, 11*(1), 124. https://doi.org/10.3390/su11010124

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. https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.05.020

Allen, J., Browne, M., Woodburn, A. & Leonardi, J. (2012). The role of urban consolidation centres in sustainable freight transport. *Transport Reviews*, *32*(4), 473-490. https://doi.org/10.1080/01441647.2012.688074

Altaş, İ. H. (1999). Bulanık mantık: bulanıklılık kavramı. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, 62, 80-85.

Alves de Araújo, F., Mendes dos Reis, J.G., Terra da Silva, M. & Aktas, E. (2022). A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Model to Evaluate Logistics Service Expectations and Delivery Methods in Last-Mile Delivery in Brazil. *Sustainability*, *14*(10), 5753. https://doi.org/10.3390/su14105753

Amchang, C., & Song, S.H. (2018). Locational preference of last mile delivery centres: A case study of Thailand parcel delivery industry. *The Journal of Industrial Distribution & Business*, 9(3), 7-17. http://dx.doi.org/10.13106/ijidb.2018.vol9.no3.7.

Arnold, F., Cardenas, I., Sörensen, K., & Dewulf, W. (2018). Simulation of B2C e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points. *European Transport Research Review*, 10(1), 1-13. https://doi.org/10.1007/s12544-017-0272-6

Arslankaya, D., & Göraltay, K. (2019). *Çok kriterli karar verme yöntemlerinde güncel yaklaşımlar*. İksad Yayınevi.

Awasthi, A., & Chauhan, S.S. (2012). A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning. *Applied Mathematical Modelling*, 36(2), 573-584. https://doi.org/10.1016/j.apm.2011.07.033

Awasthi, A., Chauhan, S.S., & Goyal, S.K. (2011). A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. *Mathematical and Computer Modelling*, 53(1-2), 98-109. https://doi.org/10.1016/j.mcm.2010.07.023

Aydın, N. Y., Mays, L., & Schmitt, T. (2014). Technical and environmental sustainability assessment of water distribution systems. *Water resources management*, *28*, 4699-4713. https://doi.org/10.1007/s11269-014-0768-y

Babatunde, M., & Ighravwe, D. (2019). A CRITIC-TOPSIS framework for hybrid renewable energy systems evaluation under techno-economic requirements. *Journal of Project Management*, *4*(2), 109-126. https://doi.org/10.5267/j.jpm.2018.12.001

Bączkiewicz, A. (2021). MCDM based e-commerce consumer decision support tool. Procedia Computer Science, 192, 4991-5002. https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.277

Baumgärtner, S., & Quaas, M. (2010). What is sustainability economics?. *Ecological Economics*, *69*(3), 445-450. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.019

Beg, I., & Rashid, T. (2013). TOPSIS for hesitant fuzzy linguistic term sets. *International Journal of Intelligent Systems*, 28(12), 1162-1171. https://doi.org/10.1002/int.21623

Bilgili, M. Y. (2017). Ekonomik, ekolojik ve sosyal boyutlarıyla sürdürülebilir kalkınma. *Journal of International Social Research*, *10*(49).

Bjerkan, K. Y., Bjørgen, A., & Hjelkrem, O. A. (2020). E-commerce and prevalence of last mile practices. *Transportation Research Procedia*, 46, 293-300.

Bossaerts, P., & Murawski, C. (2017). Computational complexity and human decision-making. *Trends in Cognitive Sciences*, *21*(12), 917-929. http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2017.09.005

Boysen, N., Briskorn, D., Fedtke, S., & Schwerdfeger, S, (2018). Drone delivery from trucks: Drone scheduling for given truck routes. *Networks*, *72*(4), 506-527. https://doi.org/10.1002/net.21847

Boysen, N., Fedtke, S., & Schwerdfeger, S. (2021). Last-mile delivery concepts: A survey from an operational research perspective. *Or Spectrum*, *43*(1), 1-58. https://doi.org/10.1007/s00291-020-00607-8

Büyüközkan, G., & Mukul, E. (2019). Evaluation of smart city logistics solutions with fuzzy MCDM methods. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *25*(9), 1033-1040. https://doi.org/10.5505/pajes.2019.32956

Büyüközkan, G., & Uztürk, D. (2019). Smart last mile delivery solution selection for cities. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 217-231

Büyüközkan, G., & Uztürk, D. (2020). Fleet vehicle selection for sustainable urban logistics. *Proceedings of the 2020 The 9th International Conference on Informatics, Environment, Energy and Applications*, 116-120. https://doi.org/10.1145/3386762.3388955

Cárdenas, I., Beckers, J., & Vanelslander, T. (2017). E-commerce last-mile in Belgium: Developing an external cost delivery index. *Research in transportation business & management*, 24, 123-129. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.07.006

Ceballos, B., Lamata, M.T., & Pelta, D.A. (2016). A comparative analysis of multi-criteria decision-making methods. *Progress in Artificial Intelligence*, *5*(4), 315-322. https://doi.org/10.1007/s13748-016-0093-1

Chang, B., Chang, C. W., & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. Expert systems with Applications, *38*(3), 1850-1858. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.07.114

Chang, Z., Chen, H., Yalaoui, F., & Dai, B. (2021). Adaptive large neighborhood search Algorithm for route planning of freight buses with pickup and delivery. *Journal of Industrial and Management Optimization*, *17*(4), 1771-1793. https://doi.org/10.3934/jimo.2020045

Chejarla, K.C., Vaidya, O.S., & Kumar, S. (2022). MCDM applications in logistics performance evaluation: A literature review. *Journal of Multi‐Criteria Decision Analysis*, *29*(3-4), 274-297. https://doi.org/10.1002/mcda.1774

Chiu, W.Y., Tzeng, G.H., & Li, H.L. (2013). A new hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR to improve e-store business. *Knowledge-Based Systems*, 37, 48-61. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.06.017

Conway, A., Cheng, J., Kamga, C., & Wan, D. (2017). Cargo cycles for local delivery in New York City: Performance and impacts. *Research in Transportation Business & Management*, 24, 90-100. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.07.001

CSCMP. (Council of Supply Chain Management Professionals) (2013). Supply chain management terms and glossary. https://cscmp.org/CSCMP/Academia/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/

Crainic, T. G. (2008). City logistics. In State-of-the-art decision-making tools in the information-intensive age (pp. 181-212). *INFORMS*. https://doi.org/10.1287/educ.1080.0047

Curtis, S. K., & Lehner, M. (2019). Defining the Sharing Economy for Sustainability. *Sustainability*, *11*(3), 567. https://doi.org/10.3390/su11030567

Çakır, M. (2016). *Kararsiz Bulanık Dilsel Terim Setleri ile Yeşil Kamu Tedarik Süreci için Bir Model Önerisi ve Araç Seçimi Problemine Uygulaması*. (Tez No: 576516) [Yüksek lisans tezi, Kara Harp Okulu Komutanlığı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir.

Çetinkaya, C., Özceylan, E., & Keser, I. (2022). A GIS-based AHP approach for emergency warehouse site selection: a case close to Turkey-Syria border. *Journal of Engineering Research*, *10*(3A). https://doi.org/10.36909/jer.10635

DESA. (Department of Economic and Social Affairs) (2019). *United nations, department of economic and social affairs, population division.* World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER. A/420). United Nations.

Deutsch, Y., & Golany, B. (2018). A parcel locker network as a solution to the logistics last mile problem. *International Journal of Production Research*, *56*(1-2), 251-261. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1395490

Dinçer, H., Yüksel, S., & Martínez, L. (2019). Interval type 2-based hybrid fuzzy evaluation of financial services in E7 economies with DEMATEL-ANP and MOORA methods. *Applied Soft Computing,* 79, 186-202. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.03.018

Do Trung, K., Kotivirta, J., Norell, V., & Gammelgaard, B. (2020). Sustainable Business Model Innovation in Last Mile Logistics. *Department of Operations Management*, Copenhagen Business School.

Dorling, K., Heinrichs, J., Messier, G.G., & Magierowski, S. (2016). Vehicle routing problems for drone delivery. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, *47*(1), 70-85. https://doi.org/10.1109/TSMC.2016.2582745

Ecer, F., & Pamucar, D. (2020). Sustainable supplier selection: A novel integrated fuzzy best worst method (F-BWM) and fuzzy CoCoSo with Bonferroni (CoCoSo'B) multi-criteria model. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121981. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121981

Eizenberg, E., & Jabareen, Y. (2017). Social sustainability: A new conceptual framework. *Sustainability*, *9*(1), 68. https://doi.org/10.3390/su9010068

Figliozzi, M., & Jennings, D. (2020). Autonomous delivery robots and their potential impacts on urban freight energy consumption and emissions. *Transportation Research Procedia*, 46, 21-28. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.159

Figueira, J., Greco, S., & Ehrogott, M. (2005). Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys (C. 78). *Springer New York*. https://doi.org/10.1007/b100605

Garus, A., Alonso, B., Raposo, M.A., Grosso, M., Krause, J., Mourtzouchou, A., & Ciuffo, B. (2022). Last-mile delivery by automated droids. Sustainability assessment on a real-world case study. *Sustainable Cities and Society*, 79, 103728. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103728

Gavade, R.K. (2014). Multi-Criteria Decision Making: An overview of different selection problems and methods. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, *5*(4): 5643-5646.

Gedik, Y. (2020). Sosyal, Ekonomik Ve Çevresel Boyutlarla Sürdürülebilirlik Ve Sürdürülebilir Kalkinma. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, *3*(3), 196-215.

Gevaers, R., Van de Voorde, E., & Vanelslander, T. (2009). Characteristics of innovations in last-mile logistics-using best practices, case studies and making the link with green and sustainable logistics. *Association for European Transport and contributors*, 1, 1-21.

Gevaers, R., Van de Voorde, E., & Vanelslander, T. (2014). Cost Modelling and Simulation of Last-mile Characteristics in an Innovative B2C Supply Chain Environment with Implications on Urban Areas and Cities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, 398-411. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1483

Gielens, K.J.P., Gijsbrechts, E., & Geyskens, I. (2020). Navigating the last mile in grocery shopping: The click and collect format. *Journal of Marketing*. https://doi.org/10.1177/0022242920960430

Giordano, A., Fischbeck, P., & Matthews, H.S. (2018). Environmental and economic comparison of diesel and battery electric delivery vans to inform city logistics fleet replacement strategies. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 64, 216-229. https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.10.003

Gogas, M., Adamos, G., & Nathanail, E. (2017). Assessing the performance of intermodal city logistics terminals in Thessaloniki. *Transportation Research Procedia*, 24, 17-24. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.061

González-Varona, J.M., Villafáñez, F., Acebes, F., Redondo, A., & Poza, D. (2020). Reusing newspaper kiosks for last-mile delivery in urban areas. *Sustainability*, *12*(22), 9770. https://doi.org/10.3390/su12229770

Goodland, R. (1995). The concept of environmental sustainability. *Annual review of ecology and systematics*, *26*(1), 1-24.

Gou, X., Liao, H., Xu, Z., & Herrera, F. (2017). Double hierarchy hesitant fuzzy linguistic term set and MULTIMOORA method: A case of study to evaluate the implementation status of haze controlling measures. *Information Fusion*, 38, 22-34. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2017.02.008

Ha, Q.M., Deville, Y., Pham, Q.D., & Hà, M.H. (2018). On the min-cost traveling salesman problem with drone. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 86, 597-621. https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.11.015

Hansmann, R., Mieg, H. A., & Frischknecht, P. (2012). Principal sustainability components: empirical analysis of synergies between the three pillars of sustainability. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *19*(5), 451-459. https://doi.org/10.1080/13504509.2012.696220

He, Y., Wang, X., Lin, Y., & Zhou, F. (2016). Optimal partner combination for joint distribution alliance using integrated fuzzy EW-AHP and TOPSIS for online shopping. *Sustainability*, *8*(4), 341. https://doi.org/10.3390/su8040341

Herrera, F., & Martínez, L. (2000). A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *8*(6): 746-752. https://doi.org/10.1109/91.890332

Holden, E., Linnerud, K., & Banister, D. (2014). Sustainable development: Our common future revisited. *Global Environmental Change*, *26*, 130-139. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.006

Iannaccone, G., Marcucci, E., & Gatta, V. (2021). What Young E-Consumers Want? Forecasting Parcel Lockers Choice in Rome. *Logistics*, 5(3), 57. https://doi.org/10.3390/logistics5030057

Iwan, S., Kijewska, K., & Lemke, J. (2016). Analysis of parcel lockers' efficiency as the last mile delivery solution–the results of the research in Poland. *Transportation Research Procedia*, 12, 644-655. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.018

Jain, V., Sangaiah, A. K., Sakhuja, S., Thoduka, N., & Aggarwal, R. (2018). Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: a case study in the Indian automotive industry. *Neural Computing aAnd Applications*, 29, 555-564. https://doi.org/10.1007/s00521-016-2533-z

Janjevic, M., & Winkenbach, M. (2020). Characterizing urban last-mile distribution strategies in mature and emerging e-commerce markets. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 133, 164-196. https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.01.003

Jiang, X., Wang, H., Guo, X., & Gong, X. (2019). Using the FAHP, ISM, and MICMAC approaches to study the sustainability influencing factors of the last mile delivery of rural E-commerce logistics. *Sustainability*, *11*(14), 3937. https://doi.org/10.3390/su11143937

Jifeng, W., Huapu, L., & Hu, P. (2008). System dynamics model of urban transportation system and its application. *Journal of Transportation Systems engineering and information technology*, *8*(3), 83-89. https://doi.org/10.1016/s1570-6672(08)60027-6

Kämäräinen, V., & Punakivi, M. (2002). Developing cost-effective operations for the e-grocery supply chain. *International Journal of Logistics*, *5*(3), 285-298. https://doi.org/10.1080/1367556021000026727

Karakaşoğlu, N. (2008). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama* (Tez No: 226810) [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir.

Kashid, U.S., Kashid, D., & Mehta, S.N. (2019). A Review of Mathematical Multi-Criteria Decision Models with A case study. *International Conference on Efficacy of Software Tools for Mathematical Modeling* (*ICESTMM'19).*

Kavus, B.Y., Ayyildiz, E., Taş, P.G., & Taskin, A. (2022). A hybrid Bayesian BWM and Pythagorean fuzzy WASPAS-based decision-making framework for parcel locker location selection problem. *Environmental Science and Pollution Research*,1-18. https://doi.org/10.1007/s11356-022-23965-y

Kawa, A. (2020). Out-of-Home Delivery as a Solution of the Last Mile Problem in E-commerce. *Smart and Sustainable Supply Chain and Logistics–Trends, Challenges, Methods and Best Practices* (ss. 25-40). Springer.

Kedia, A.; Kusumastuti, D.; Nicholson, A. Establishing Collection and Delivery Points to Encourage the Use of Active Transport: A Case Study in New Zealand Using a Consumer-Centric Approach. *Sustainability*, 2019, 11, 6255.

Kennedy, C., Miller, E., Shalaby, A., Maclean, H., & Coleman, J. (2005). The four pillars of sustainable urban transportation. *Transport Reviews*, *25*(4), 393-414. https://doi.org/10.1080/01441640500115835

Khan, S.A., Chaabane, A., & Dweiri, F.T. (2018). Multi-criteria decision-making methods application in supply chain management: A systematic literature. *Multi-criteria Methods and Techniques Applied to Supply Chain Management*, 1, 10-5772. https://doi.org/10.5772/intechopen.74067

Klaassen, G. A. J., & Opschoor, J. B. (1991). Economics of sustainability or the sustainability of economics: Different paradigms. *Ecological Economics*, *4*(2), 93–115. https://doi.org/10.1016/0921-8009(91)90024-9

Kluczek, A. (2017). An overall multi-criteria approach to sustainability assessment of manufacturing processes. *Procedia Manufacturing*, *8*, 136-143. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.016

Kocaoğlu, M., & Suzan, S. (2018). Kentsel sürdürülebilirlik kavramı ve kentsel sürdürülebilirliğin sağlanmasında kent konseylerinin rolü üzerine bir değerlendirme. *Strategic Public Management Journal*, *4*(8), 52-61.

Kovač, M., Tadić, S., Krstić, M., & Bouraima, M.B. (2021) Novel spherical fuzzy MARCOS method for assessment of drone-based city logistics concepts. *Complexity* 1-17. https://doi.org/10.1155/2021/2374955

Krstić, M., Tadić, S., Kovač, M., Roso, V., & Zečević, S. (2021). A Novel Hybrid MCDM Model for the Evaluation of Sustainable Last Mile Solutions. *Mathematical Problems in Engineering*, https://doi.org/10.1155/2021/5969788

Kuhlman, T., & Farrington, J. (2010). What is Sustainability? *Sustainability*, *2*(11), 3436-3448. https://doi.org/10.3390/su2113436

Lee, H. C., & Chang, C. T. (2018). Comparative analysis of MCDM methods for ranking renewable energy sources in Taiwan. *Renewable and sustainable energy reviews*, 92, 883-896. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.007

Li, H., Chen, J., Wang, F., & Bai, M. (2021). Ground-vehicle and unmanned-aerial-vehicle routing problems from two-echelon scheme perspective: A review. *European Journal of Operational Research*, *294*(3), 1078-1095. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.02.022

Liao, H., Xu, Z., & Zeng, X.J. (2014). Distance and similarity measures for hesitant fuzzy linguistic term sets and their application in multi-criteria decision making. *Information Sciences*, 271, 125-142. https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.02.125

Liu, H., & Rodríguez, R.M. (2014). A fuzzy envelope for hesitant fuzzy linguistic term set and its application to multicriteria decision making. *Information Sciences*, 258, 220-238. https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.07.027

Maclaren, V. W. (1996). Urban sustainability reporting. *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 184-202.

Madleňák, R., & Madleňáková, L. (2020). Multi-criteria evaluation of e-shop methods of delivery from the customer's perspective. *Transport Problems*, *15*(1), 5-14. http://dx.doi.org/10.21307/tp-2020-001

Mangiaracina, R., Perego, A., Seghezzi, A., & Tumino, A. (2019). Innovative solutions to increase last-mile delivery efficiency in B2C e-commerce: A literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *49*(9), 901-920. https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2019-0048

Martinez Vidal, À. (2021). *Sustainable solutions in last mile logistics* [Master's Thesis, Universitat Politècnica de Catalunya].

McDonald, N., Yuan, Q., & Naumann, R. (2019). Urban freight and road safety in the era of e-commerce. *Traffic Injury Prevention*, *20*(7), 764-770. https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1651930

Melkonyan, A., Gruchmann, T., Lohmar, F., Kamath, V., & Spinler, S. (2020). Sustainability assessment of last-mile logistics and distribution strategies: The case of local food networks. *International Journal of Production Economics*, 228, 107746. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107746

Morelli, J. (2011). Environmental sustainability: a definition for environmental professionals. *Journal of Environmental Sustainability*: *1*(1), Article 2. https://doi.org/10.14448/jes.01.0002

Morfoulaki, M., Kotoula, K., Stathacopoulos, A., Mikiki, F., & Aifadopoulou, G. (2016). Evaluation of specific policy measures to promote sustainable urban logistics in small-medium sized cities: The case of Serres, Greece. *Transportation Research Procedia*, 12, 667-678. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.020

Moroz, M., & Polkowski, Z. (2016). The last mile issue and urban logistics: Choosing parcel machines in the context of the ecological attitudes of the Y generation consumers purchasing online. *Transportation Research Procedia*, 16, 378-393. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.036

Mounce, R., & Nelson, J.D. (2019). On the potential for one-way electric vehicle car-sharing in future mobility systems. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 120, 17-30. https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.12.003

Mousavi-Nasab, S. H., & Sotoudeh-Anvari, A. (2018). A new multi-criteria decision making approach for sustainable material selection problem: A critical study on rank reversal problem. *Journal of Cleaner Production*, 182, 466-484. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.062

Mukul, E. (2018). *Strategic analysis of smart city model and smart transportation with hesitant fuzzy MCDM*. (Tez No: 522115) [Yüksek lisans tezi, Galatasaray Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir.

Muñoz-Villamizar, A., Solano-Charris, E.L., Reyes-Rubiano, L., & Faulin, J. (2021). Measuring Disruptions in Last-Mile Delivery Operations. *Logistics*, *5*(1), 17. https://doi.org/10.3390/logistics5010017

Murray, C.C., & Chu, A.G. (2015). The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 54, 86-109. https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.03.005

Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., & Olsson, L. (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics*, *60*(3), 498-508. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.023

Nikolić, I., Bojković, N., Živojinović, T., & Dobrodolac, M. (2022a). A design of sustainable last-mile delivery of postal items in cities using multi-criteria decision-making techniques. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 12(2), 253 - 271. https://doi.org/10.7708/ijtte2022.12(2).08

Nikolić, I., Petrović, M., Jovčić, S., & Dobrodolac, M. (2022b). Last-mile delivery (LMD) mode selection using a multi-criteria decision-making approach. *5th Logistics International Conference*

Novotná, M., Švadlenka, L., Jovčić, S., & Simić, V. (2022). Micro-hub location selection for sustainable last-mile delivery. *Plos One*, 17(7), e0270926. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270926

Nur, F., Alrahahleh, A., Burch, R., Babski-Reeves, K., & Marufuzzaman, M. (2020). Last mile delivery drone selection and evaluation using the interval-valued inferential fuzzy TOPSIS. *Journal of Computational Design and Engineering*, 7(4), 397-411. https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa033

Nzila, C., Dewulf, J., Spanjers, H., Tuigong, D., Kiriamiti, H., & Van Langenhove, H. (2012). Multi criteria sustainability assessment of biogas production in Kenya. Applied Energy, 93, 496-506. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.12.020

Orenstein, I., Raviv, T., & Sadan, E. (2019). Flexible parcel delivery to automated parcel lockers: Models, solution methods and analysis. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, *8*(5), 683-711. https://doi.org/10.1007/s13676-019-00144-7

Ostermeier, M., Heimfarth, A., & Hübner, A. (2022). Cost-optimal truck-and-robot routing for last-mile delivery. *Networks*, *79*(3), 364-389. https://doi.org/10.1002/net.22030

Özbekler, T.M., & Akgül, A.K. (2020). Last Mile Logistics in the Framework of Smart Cities: A Typology of City Logistics Schemes. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 44, 335-337. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W3-2020-335-2020

Paredes, G., & Herrera, R. F. (2020). Teaching multi-criteria decision making based on sustainability factors applied to road projects. *Sustainability*, *12*(21), 8930. http://dx.doi.org/10.3390/su12218930

Paul, A., Shukla, N., Paul, S.K., & Trianni, A. (2021). Sustainable supply chain management and multi-criteria decision-making methods: A systematic review. *Sustainability*, *13*(13), 7104. https://doi.org/10.3390/su13137104

Paul, S. K., & Azeem, A. (2010). Minimization of work in process inventory in hybrid flow shop scheduling using fuzzy logic. *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, *17*(2), 115-127. https://doi.org/10.23055/ijietap.2010.17.2.238

Raj, A., & Sah, B. (2019). Analyzing critical success factors for implementation of drones in the logistics sector using grey-DEMATEL based approach. *Computers & Industrial Engineering*, 138, 106118. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106118

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. https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.02.008

Reyes, D., Savelsbergh, M., & Toriello, A. (2017). Vehicle routing with roaming delivery locations. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 80, 71-91. https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.04.003

Rodríguez, R.M., Martínez, L., & Herrera, F. (2013). A group decision making model dealing with comparative linguistic expressions based on hesitant fuzzy linguistic term sets. *Information Science*s, 241, 28-42. https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.04.006

Rodríguez, R.M., Martinez, L., & Herrera, F. (2011). Hesitant fuzzy linguistic term sets for decision making. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, *20*(1), 109-119. https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2011.2170076

Sah, B., Gupta, R., & Bani-Hani, D. (2021). Analysis of barriers to implement drone logistics. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *24*(6), 531-550. https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1782862

Saha, A., Simic, V., Senapati, T., Dabic-Miletic, S., & Ala, A. (2022). A dual hesitant fuzzy sets-based methodology for advantage prioritization of zero-emission last-mile delivery solutions for sustainable city logistics. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *31*(2),407-420. https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2022.3164053

Sangkhıew, N., & Pornsıng, C. (2022). *An alternative last mile delivery mode for logistic cost reduction* [Doctoral dissertation, Silpakorn University].

Sarıkaya, M., Erdoğan, M., & Kara, F. Z. (2010). İnternet ekonomisi ve kurumsal sürdürülebilirlik. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *5*(2), 31-50. https://dergipark.org.tr/tr/pub/oguiibf/issue/56495/785634

Schliwa, G., Armitage, R., Aziz, S., Evans, J., & Rhoades, J. (2015). Sustainable city logistics—Making cargo cycles viable for urban freight transport. *Research in Transportation Business & Management*, 15, 50-57. http://dx.doi.org/10.1016/j.rtbm.2015.02.001

Schneider, M., Stenger, A., & Goeke, D. (2014). The electric vehicle-routing problem with time windows and recharging stations. *Transportation Science*, *48*(4), 500-520. https://doi.org/10.1287/trsc.2013.0490

Schwerdfeger, S., & Boysen, N. (2020). Optimizing the changing locations of mobile parcel lockers in last-mile distribution. *European Journal of Operational Research*, *285*(3), 1077-1094. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.02.033

Scoones, I. (2007). Sustainability. *Development in Practice*, 17, 4-5, 589-596, https://doi.org/10.1080/09614520701469609

Shafir, E., Tversky, A., Smith, E. E., & Osherson, E. E. D. (2002). Decision making. *Foundations of Cognitive Psychology*, 601-620.

Shao, M., Han, Z., Sun, J., Xiao, C., Zhang, S., & Zhao, Y. (2020). A review of multi-criteria decision making applications for renewable energy site selection. *Renewable Energy*, 157, 377-403. https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.04.137

Silva, V., Amaral, A., & Fontes, T. (2023). Sustainable Urban Last-Mile Logistics: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, *15*(3), 2285. https://doi.org/10.3390/su15032285

Simić, V., Lazarević, D., & Dobrodolac, M. (2021). Picture fuzzy WASPAS method for selecting last-mile delivery mode: A case study of Belgrade. *European Transport Research Review*, *13*(1), 1-22. https://doi.org/10.1186/s12544-021-00501-6

Siragusa, C., Tumino, A., Mangiaracina, R., & Perego, A. (2022). Electric vehicles performing last-mile delivery in B2C e-commerce: An economic and environmental assessment. *International Journal of Sustainable Transportation*, *16*(1), 22-33. https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1847367

Statista. (2021). Degree of urbanization 2021, by continent. 2022, https://www.statista.com/statistics/270860/urbanization-by-continent/

Statista. (2022a). Urbanization in Turkey 2020. https://www.statista.com/statistics/255487/urbanization-in-turkey/#statisticContainer

Statista. (2022b). Urbanization in China 1980-2021. https://www.statista.com/statistics/270162/urbanization-in-china/#statisticContainer

Statista. (2022c). Urbanization in Canada 2020. https://www.statista.com/statistics/271208/urbanization-in-canada

Sun, Y., Li, H. Andlib, Z., & Genie, M.G. (2022a). How do renewable energy and urbanization cause carbon emissions? Evidence from advanced panel estimation techniques. *Renewable Energy*, 185, 996-1005. https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.12.112

Sun, Y., Lian, F., & Yang, Z.Z. (2022b). Optimizing the location of physical shopping centers under the clicks-and-mortar retail mode. *Environment, Development and Sustainability*. *24*(2), 2288–2314. https://doi.org/10.1007/s10668-021-01534-6

Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Amaçlar. (2023, Haziran 10) https://www.kureselamaclar.org/amaclar/surdurulebilir-sehirler-ve-topluluklar/

Švadlenka, L., Simić, V., Dobrodolac, M., Lazarević, D., & Todorović, G. (2020). Picture fuzzy decision-making approach for sustainable last-mile delivery. *IEEE Access*, 8, 209393-209414. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3039010

Şen, H., Kaya, A., & Alpaslan, B. (2018). Sürdürülebilirlik üzerine tarihsel ve güncel bir perspektif. *Ekonomik Yaklasim*, *29*(107). https://doi.org/10.5455/ey.39101

Tadić, S., Krstić, M., & Kovač, M. (2022). Assessment of city logistics initiative categories sustainability: case of Belgrade. *Environment, Development and Sustainability*. 1-37. https://doi.org/10.1007/s10668-021-02099-0

Tadić, S., Zečević, S., & Krstić, M. (2014). A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection. *Expert Systems with Applications*, 41(18), 8112-8128. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.07.021

Tadić, S., Zečević, S., & Krstić, M. (2018). Assessment of the political city logistics initiatives sustainability. *Transportation Research Procedia*, 30, 285-294. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.031

Taniguchi, E., Thompson, R.G., & Qureshi, A.G. (2020). Modelling city logistics using recent innovative technologies. *Transportation Research Procedia*, 46, 3-12. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.157

Titiyal, R., Bhattacharya, S., & Thakkar, J.J. (2019a). E-fulfillment performance evaluation for an e-tailer: A DANP approach. *International Journal of Productivity and Performance Management, 69*(4), 741-773. https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2018-0459

Titiyal, R., Bhattacharya, S., & Thakkar, J.J. (2019b). The distribution strategy selection for an e-tailer using a hybrid DANP VIKOR MCDM model. *Benchmarking: An International Journal*, *26*(2), 395-433. https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2018-0018

Torra, V. (2010). Hesitant fuzzy sets. *International Journal of Intelligent Systems*, *25*(6), 529-539. https://doi.org/10.1002/int.20418

Torra, V., & Narukawa, Y. (2009). On hesitant fuzzy sets and decision. *2009 IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 1378-1382. https://doi.org/10.1109/FUZZY.2009.5276884

Triantaphyllou, E. (2000). Multi-criteria decision making methods. Multi-criteria decision making methods: A comparative study (ss. 5-21). *Springer*. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-3157-6

Triantaphyllou, E., & Sánchez, A. (1997). A sensitivity analysis approach for some deterministic multi- criteria decision- making methods. *Decision Sciences*, *28*(1), 151-194. https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1997.tb01306.x

Tsai, Y.T., & Tiwasing, P. (2021). Customers' intention to adopt smart lockers in last-mile delivery service: A multi-theory perspective. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 61, 102514. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102514

Tu, J., Sun, Z., & Huang, M. (2022). Supply chain coordination considering e-tailer's promotion effort and logistics provider's service effort. *Journal of Industrial and Management Optimization, 18*(3), 2191. https://doi.org/10.3934/jimo.2021062

Tüysüz, F., & Şimşek, B. (2017). A hesitant fuzzy linguistic term sets-based AHP approach for analyzing the performance evaluation factors: An application to cargo sector. *Complex & Intelligent Systems*, *3*(3), 167-175. https://doi.org/10.1007/s40747-017-0044-x

UN General Assembly. (2015). Resolution adopted by the General Assembly on 11 September 2015. *United Nations*. https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf

UN Habitat. (2022). World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. https://unhabitat.org/wcr/

United Nations. (1973). *Report of the United Nations Conference on the Human Environment: Stockholm, 5-16 June 1972*. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/30829

Vadakkepatt, G.G., Winterich, K.P., Mittal, V., Zinn, W., Beitelspacher, L., Aloysius, J., Ginger, J., & Reilman, J. (2021). *Sustainable retailing. Journal of Retailing*, 97(1): 62-80. https://doi.org/10.1016/j.jretai.2020.10.008

Velasquez, M., & Hester, P.T. (2013). An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods.

Verlinde, S., Macharis, C., Milan, L., & Kin, B. (2014). Does a mobile depot make urban deliveries faster, more sustainable and more economically viable: Results of a pilot test in Brussels. *Transportation Research Procedia*, 4, 361-373. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.027

Vilardi, A.F. (2019). Consumer's point of view on parcel lockers in DKI Jakarta. *MATEC Web of Conferences*, 270, 03003. https://doi.org/10.1051/matecconf/201927003003

Voudrias, E.A. (2016) Technology selection for infectious medical waste treatment using the analytic hierarchy process, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 66:7, 663-672, https://doi.org/10.1080/10962247.2016.1162226

Wang, C.N., Dang, T.T., & Hsu, H.P. (2021a). Evaluating sustainable last-mile delivery (LMD) in B2C E-commerce using two-stage fuzzy MCDM approach: A case study from Vietnam. *IEEE Access*, 9, 146050-146067. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3121607

Wang, C.N., Dang, T.T., & Nguyen, N.A.T. (2021c). Outsourcing reverse logistics for e-commerce retailers: A two-stage fuzzy optimization approach. *Axioms*, *10*(1), 34. https://doi.org/10.3390/axioms10010034

Wang, C.N., Nguyen, N.A.T., Dang, T.T., & Lu, C.M. (2021b). A compromised decision-making approach to third-party logistics selection in sustainable supply chain using fuzzy AHP and fuzzy VIKOR methods. *Mathematics*, *9*(8), 886. https://doi.org/10.3390/math9080886

Wang, J., Wang, J., Chen, Q., Zhang, H., & Chen, X. (2014). An outranking approach for multi-criteria decision-making with hesitant fuzzy linguistic term sets. *Information Sciences*, 280, 338-351. https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.05.012

Wątróbski, J., Małecki, K., Kijewska, K., Iwan, S., Karczmarczyk, A., & Thompson, R.G. (2017). Multi-criteria analysis of electric vans for city logistics. *Sustainability*, *9*(8), 1453. https://doi.org/10.3390/su9081453

WCED, 1987. *Our common future. world commission on environment and development*. Oxford University Press, Oxford.

Wei, C., Zhao, N., & Tang, X. (2013). Operators and comparisons of hesitant fuzzy linguistic term sets. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *22*(3), 575-585. https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2269144

Weiss, C., & Onnen-Weber, U. (2019). The challenge of sustainable last mile distribution of CEP services in small towns. *Transportation Research Procedia*, 39, 597-604. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.061

Wolnowska, A. E., & Konicki, W. (2019). Multi-criterial analysis of oversize cargo transport through the city, using the AHP method. *Transportation Research Procedia*, 39, 614-623. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.063

Xiao, J., Cai, J., & Wang, X. (2017). A hesitant fuzzy linguistic multicriteria decision-making method with interactive criteria and its application to renewable energy projects selection. *Mathematical Problems in Engineering*, 2017 (9), 1-15. https://doi.org/10.1155/2017/9634725

Yavuz, M., Oztaysi, B., Onar, S.C., & Kahraman, C. (2015). Multi-criteria evaluation of alternative-fuel vehicles via a hierarchical hesitant fuzzy linguistic model. *Expert Systems with Applications*, *42*(5), 2835-2848. http://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.010

Yeni, O. (2014). Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma: Bir yazın taraması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3).

Yılmaz, Ş.F., Aktaş, N., & Demirel, N. (2022). Novel last mile delivery models in terms of sustainable urban logistics. *Journal of Turkish Operations Management*, *6*(1), 1076-1091.

Yuan, Y., Cattaruzza, D., Ogier, M., & Semet, F. (2018). The last mile delivery problem. In ROUTE 2018-International Workshop on Vehicle Routing. Intermodal Transportation and Related Areas. May 2018. Snekkersten. Denmark. hal-01964234

Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I. *Information Sciences*, *8*(3), 199–249. https://doi.org/10.1016/0020-0255(75)90036-5

Zadeh, L. A. (1996). Fuzzy logic= computing with words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *4*(2), 103-111.

Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, *8*(3), 338-353. https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X

Zavadskas, E.K., Govindan, K., Antucheviciene, J., & Turskis, Z. (2016). Hybrid multiple criteria decision-making methods: A review of applications for sustainability issues. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, *29*(1), 857-887. https://doi.org/10.1080/1331677X.2016.1237302

Zelenska, I., & Švadlenka, L. (2019). The possibilities of using a UCC in the Czech Republic cities and important criteria evaluation. *Transport Means: Proceedings of the International Scientific Conference*.

Zenezini, G., Lagorio, A., Pinto, R., De Marco, A., & Golini, R. (2018). The collection-and-delivery points implementation process from the courier, express and parcel operator's perspective. *IFAC Papers Online*, *51*(11), 594-599. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.383

Zhang, L., Ding, Y., & Lin, H. (2022). Optimizing synchronized truck-drone delivery with priority in disaster relief. *Journal of Industrial and Management Optimization*. https://doi.org/10.3934/jimo.2022166

Zhao, R., Yang, L., Liang, X., Guo, Y., Lu, Y., Zhang, Y., & Ren, X. (2019). Last-mile travel mode choice: Data-mining hybrid with multiple attribute decision making. *Sustainability*, *11*(23), 6733. https://doi.org/10.3390/su11236733

Zheng, Z., Morimoto, T., & Murayama, Y. (2020). Optimal location analysis of delivery parcel-pickup points using AHP and network huff model: A case study of shiweitang sub-district in Guangzhou city, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *9*(4), 193. https://doi.org/10.3390/ijgi9040193

ÖZ GEÇMİŞ

1. İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adı Soyadı : Şaban Fatih YILMAZ

Uyruğu : T.C.

2. ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Üniversite**	**Yıl**
Lisans	Uluslararası Ticaret ve Lojistik	Erciyes Üniversitesi	2014-2019
Yüksek Lisans	Uluslararası Ticaret ve Lojistik	Kayseri Üniversitesi	2019-2023

3. YABANCI DİL : İngilizce

4. İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2023	Tarsus Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

5. YAYINLAR

5.1. Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler (SCI,SSCI,Arts and Humanities)

Yılmaz, Ş. F., & Demirel, N. (2022). *Evaluation of Out-Of-Home Delivery Methods in Terms of Sustainability. IJIETAP*, (İncelemede)

5.2. Uluslararası diğer hakemli dergilerde yayınlanan makaleler:

Yılmaz, Ş. F., Aktaş, N. & Demirel, N. (2022). *Novel last mile delivery models in terms of sustainable urban logistics.* Journal of Turkish Operations Management, 6 (1), 1076-1091. https://dergipark.org.tr/tr/pub/jtom/issue/70951/1020570

5.3. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

"*Son Adım Ev Dışı Teslimat Yöntemi Seçim Kriterlerinin Çok Kriterli Karar Verme ile İncelenmesi*" 4th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2022, Konya, Turkey, November 2022.

TEZ İNTİHAL RAPORU

SON ADIM EV DIŞI TESLİMAT YÖNTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAKIŞ AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Yazar Şaban Fatih Yılmaz

Gönderim Tarihi: 09-Ağu-2023 03:40PM (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2143516477
Dosya adı: -----t-_aban_Fatih_YILMAZ_TEZ_09.08.2023.docx (1.59M)
Kelime sayısı: 20834
Karakter sayısı: 133563

SON ADIM EV DIŞI TESLİMAT YÖNTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAKIŞ AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

ORİJİNALLİK RAPORU

%2	%2	%0	%1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.ijopec.co.uk İnternet Kaynağı	%1
2	australiainstitute.org.au İnternet Kaynağı	<%1
3	acikerisim.aku.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
4	Submitted to Bahcesehir University Öğrenci Ödevi	<%1
5	Submitted to Karadeniz Teknik University Öğrenci Ödevi	<%1
6	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	Submitted to Bülent Ecevit Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1

Alıntıları çıkart	Üzerinde	Eşleşmeleri çıkar	< 7 words
Bibliyografyayı Çıkart	Üzerinde		