

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE KENTSEL AKTARMA
MERKEZİ YERİ SEÇİMİ VE İSTANBUL UYGULAMASI**

ZEYNEP AYDINALP

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. Umut RİFAT TUZKAYA**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE KENTSEL AKTARMA
MERKEZİ YERİ SEÇİMİ VE İSTANBUL UYGULAMASI**

Zeynep AYDINALP tarafından hazırlanan tez çalışması 22.04.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Umut Rıfat TUZKAYA
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Umut Rıfat TUZKAYA
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Özalp VAYVAY
Marmara Üniversitesi

ÖNSÖZ

Öncelikle tez çalışmamda beni yönlendiren ve desteğini esirgemeyen çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Umut Rıfat TUZKAYA' ya gönülden teşekkür ediyorum.

Ve bana sonsuz destek ve cesaret veren canım aileme çok teşekkür ediyorum.

İyi ki varlar...

MART, 2016

Zeynep AYDINALP

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vi
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	1
1.3 Hipotez	2
BÖLÜM 2	
ŞEHİR LOJİSTİĞİ	3
2.1 Şehir Lojistiğinde Taraflar	7
2.2 Sürdürülebilir Kentsel Lojistik	9
2.3 Şehir Lojistiği Literatür Araştırması.....	10
2.4 Lojistik Merkezler	13
2.4.1 Lojistik Merkezlerin Sınıflandırılması.....	13
2.5 Lojistik Dağıtım Merkezi.....	15
2.6 İstanbul'un Kentsel Lojistik Yapısı	16
2.6.1 Ulaşım Bağlantıları	16
2.6.2 İstanbul Lojistik Dağıtım Merkezleri	19

BÖLÜM 3

PROBLEMİN MODELLENMESİ VE ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI	22
3.1 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	22
3.1.1 Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	24
3.2 Bulanık Mantık ve Dilsel İfadeler	26
3.2.1 Üçgensel Bulanık Sayılar	27
3.2.2 Yamuk Bulanık Sayılar	28
3.3 DEMATEL ve Bulanık DEMATEL Metodu	30
3.3.1 DEMATEL ve Bulanık DEMATEL Yöntemi İçin Literatür Çalışması	31
3.3.2 Bulanık DEMATEL Yönteminin Adımları	31
3.4 Genelleştirilmiş Choquet İntegrali	35
3.4.1 Genelleştirilmiş Choquet İntegrali Literatür Araştırması	35
3.4.2 Genelleştirilmiş Choquet İntegrali Yöntemi Adımları	36
3.5 P-Median Problemi	38

BÖLÜM 4

UYGULAMA	42
4.1 Kullanılan Yöntemler	42
4.2 Kriterlerin ve Hiyerarşinin belirlenmesi	43
4.3 Bulanık DEMATEL yönteminin uygulanması	45
4.4 Genelleştirilmiş Choquet İntegralinin Uygulanması	52
4.5 Matematiksel Modelinin Oluşturulması ve Çözümü	63
4.6 Verilerin Toplanması	63
4.6.1 Modelin Çözülmesi	63
4.6.2 Sonuçların Değerlendirilmesi	64

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER	66
KAYNAKLAR	71
EK-A	
İSTANBUL İLÇELER ARASI MESAFE MATRİSİ	77
EK-B	
TALEP MİKTARLARI	78
ÖZGEÇMİŞ	79

SİMGE LİSTESİ

$\tilde{A}$	Bulanık sayı
$\mu_{\tilde{A}}$	$\tilde{A}$ bulanık sayısının üyelik fonksiyonu
$\tilde{a}_{ij}$	i kriterinin j kriterinden etkilenme düzeyi
$\tilde{X}$	Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi
$\tilde{T}$	Toplam İlişki Matrisi
λ	Bulanık ölçü
μ	Üyelik fonksiyonu
g_i	i kriterinin bireysel önemlilik oranı
$\tilde{A}_i^t$	Önemlilik derecesi bulanık sayısı
$\tilde{P}_i^t$	Lokasyon alternatifinin performans seviyesi bulanık sayısı
$\tilde{e}_i^t$	Lokasyon alternatifinin performansının tolerans aralığı bulanık sayısı
$\tilde{V}$	Bulanık sayısı

KISALTMA LİSTESİ

AHP	Analytic Hierarchy Process
B2B	Business to Business
B2C	Business to Customer
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals
CLM	Council of Logistics Management
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
ELECTRE	Elimination and Choice Translating Reality English
MOORA	Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
PPP	Public Private Partnership
TEU	Twenty Feet Equivalent Unit
VIKOR	Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Şehir lojistiği [2]	4
Şekil 2.2 Kentsel Lojistik için Yapısal Temel İlkeler [8]	5
Şekil 2.3 Şehir lojistiğinde paydaşlar	7
Şekil 2.4 Sürdürülebilir kentsel lojistik kapsamı	10
Şekil 2.5 Lojistik merkezlerinin yerleşim yapısı	13
Şekil 2.6 Şehir lojistiğinin operasyonel modeli [25]	15
Şekil 2.7 İstanbul Karayolları Ulaşım Haritası [29]	17
Şekil 2.8 İstanbul limanların konumları [30]	18
Şekil 2.9 İstanbul'daki lojistik bölgelerin konumları [31]	21
Şekil 3.1 Çok kriterli karar verme problemleri[32]	23
Şekil 3.2 Çok kriterli karar verme problemleri ve teknikleri	24
Şekil 3.3 Üçgen bulanık sayılar	27
Şekil 3.4 Yamuk bulanık sayılar	29
Şekil 4.1 Önerilen çok kriterli karar verme metodolojinin yapısı	43
Şekil 4.2 Kriterlerin hiyerarşik yapısı	45
Şekil 4.3 Direk ilişki matrisi	46
Şekil 4.4 Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi	47
Şekil 4.5 Toplam ilişki matrisi	48
Şekil 4.6 Kriterlerin önem dereceleri ve ağırlıkları	50
Şekil 4.7 R+C ve R-C değerleri	51
Şekil 4.8 Toplam lokasyon değerinin hiyerarşik yapısı	52
Şekil 4.9 Y_{ij} karar değişkeninin aldığı değerler	64
Şekil 4.10 Model sonucunun şebeke yapısıyla gösterimi	65

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Bulanık skala.....	32
Çizelge 3.2 Yamuk bulanık sayılar ve sözel önem dereceleri [63].....	36
Çizelge 4.1 Sözel ifadelerin yamuk bulanık sayılar ile ifade edilmesi.....	54
Çizelge 4.2 $\alpha=0$ için normalize edilmiş lokasyon değerleri (Anadolu yakası)	55
Çizelge 4.3 $\alpha=0$ için normalize edilmiş lokasyon değerleri (Avrupa yakası)	56
Çizelge 4.4 $\alpha=1$ için normalize edilmiş lokasyon değerleri (Anadolu yakası)	56
Çizelge 4.5 $\alpha=1$ için normalize edilmiş lokasyon değerleri (Avrupa Yakası)	57
Çizelge 4.6 $\alpha=0$ için bulanık ölçütler (Anadolu yakası).....	59
Çizelge 4.7 $\alpha=1$ için bulanık ölçütler (Anadolu yakası)	59
Çizelge 4.8 $\alpha=0$ için bulanık ölçütler (Avrupa yakası).....	60
Çizelge 4.9 $\alpha=1$ için bulanık ölçütler (Avrupa yakası)	60
Çizelge 4.10 Anadolu yakası için toplam lokasyon değerleri ve durulaştırılmış değerler	62
Çizelge 4.11 Anadolu yakası için toplam lokasyon değerleri ve durulaştırılmış değerler	63

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE KENTSEL AKTARMA
MERKEZİ YERİ SEÇİMİ VE İSTANBUL UYGULAMASI**

Zeynep AYDINALP

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Umut Rifat TUZKAYA

Şehir lojistiği, lojistik faaliyetlerin şehir alanlarında en verimli şekilde gerçekleştirilirken trafik yoğunluğu, çevresel etkiler ve enerji tüketimini dikkate alan bir süreçtir. Şehir lojistiği kentsel alanların sürdürülebilir gelişimine destek verirken yük taşımacılığı ile ilgili rahatsızlığı azaltmayı hedefler.

Çalışmada, öncelikle İstanbul'un kentsel lojistik analizine yer verilmiştir. Kentsel aktarma merkezi için yer seçimi probleminde kriterler Bulanık DEMATEL yöntemi ile alternatifler ise Genelleştirilmiş Choquet İntegrali ile değerlendirilmiştir. Daha sonra talep ve ilçeler arası mesafeleri dikkate alan bir matematiksel model GAMS programı ile çözdürülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Şehir lojistiği, kentsel aktarma merkezi, çok kriterli karar verme

ABSTRACT

A MULTI-CRITERIA DECISION MAKING APPROACH FOR SELECTION SITE FOR URBAN DISTRIBUTION CENTER AND APPLICATION OF ISTANBUL

Zeynep AYDINALP

Department of Industrial Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Umut Rifat TUZKAYA

City logistics is the process of optimizing the logistics activities in urban areas while considering the traffic congestion, environmental impact and energy consumption. City logistics aims to reduce the inconvenience associated with freight transportation while supporting the sustainable development of urban areas.

In this study, the analysis of Istanbul's urban logistics are discussed. For location selection for urban distribution center, the main and sub-criteria are evaluated by fuzzy DEMATEL method and alternatives are evaluated by Generalized Choquet Integral. Then the mathematical model that takes into account demand and distance between town is solved with GAMS and results are compared.

Keywords: City logistic, urban distribution center, multi-criteria decision making

**YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

1.1 Literatür Özeti

Hızla artan şehirleşme ile birlikte karşımıza çıkan şehir lojistiği; pazar ekonomisi kapsamında enerji ve yakıt tüketimi, yük dağıtımı, trafik yoğunluğu ve çevre düzenlemeleri çerçevesinde şehir alanı içerisindeki firmaların tedarik zinciri, lojistik ve taşıma aktivitelerinin toplam optimizasyonlarını belirleyen bir süreçler bütünü oluşturmaktadır.

Şehir lojistiği konsepti şehir içindeki yük trafiğini bütünsel bir yaklaşımına dayanır. Bu ürünlerin dağıtımını, atıkların bertarafını bunun yanında hava kirliliği, gürültü, trafik kazaları gibi negatif etkilerin tümünü dikkate alır[1].

Yapılan Literatür araştırmasında şehir lojistiği ile ilgili yapılan çalışmaların genellikle, şehir lojistiği konseptinin tanımlanması, şehir lojistiği uygulamaları, kentsel dağıtım merkezi yeri belirleme, dağıtım ağı modellenmesi, araç rotalama ve çizelgeleme problemleri için stokastik ve dinamik metot seçimi ile ilgili olduğu tespit edilmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Şehir lojistiği çalışmaları, şehir içinde lojistik faaliyetlerin daha verimli, daha az maliyetlerle gerçekleştirilmesini ve şehir içinde yük taşımacılığından kaynaklanan trafik yoğunluğunun ve çevreye verilen olumsuz etkinin en aza indirilmesini sağlar.

İstanbul 14,4 milyonluk nüfusuyla Türkiye'nin en kalabalık, ekonomik ve sosyo-kültürel açıdan en önemli şehridir. Giderek artan kentleşme ve nüfus ile birlikte artan trafik yoğunluğu İstanbul'un karşılaştığı en büyük sorunlar arasında yer almaktadır. Ayrıca

şehir içi yük taşımacılığında kaynaklanan trafik yoğunluğu hem taşımacılık yapan taraflar hem de şehirde yaşayanlar için büyük sorun haline gelmektedir. İstanbul için şehir içi yük taşıma hareketlerinin şehrin sosyal, çevresel, ekonomik ve enerji tüketimi üzerindeki etkisini dikkate alan lojistik faaliyetlerinin optimizasyonunu sağlayacak olan bir kentsel lojistik modeli oluşturmak amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Tez çalışmasında İstanbul için lojistik dağıtım merkezi yeri seçimi problemi ele alınmıştır.

Lojistik dağıtım merkezleri için alternatifler değerlendirilirken, İstanbul'daki lojistik faaliyetler, ulaşım imkanları, mevcut dağıtım merkezleri ve depoları araştırılmıştır. Başlangıç olarak kentsel lojistik açısından önem arz eden odaklar tespit edilmiştir. İlgili lojistik odak noktaları için alternatif lokasyonlar tespit edildikten sonra, bu alternatiflerin ne kadar uygun olduğunun tespitinde kullanılacak kriterler listelenmiştir. Lojistik faaliyetlerin yürütüldüğü ve şehrin yük hareketlerine yüksek seviyede etkisi olan odak noktaları için uygun olabilecek lokasyonlar (alternatifler) çok sayıda kriter/alt kriter açısından eş zamanlı olarak incelenmiştir. Bu lokasyonlar için değerlendirme kriterleri literatür araştırmalarından ve uzman kişilerden bilgi alınarak oluşturulmuştur.

Değerlendirme kriter ve alt kriterlerin belirlenmesinden sonra bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak kriterler önem derecesine göre ağırlıklandırılmıştır. Son aşamada ise alternatif lokasyonların belirlenen kriter yada alt kriterlere göre Genelleştirilmiş Choquet İntegrali yöntemi ile kıyaslanarak en iyi lokasyon seçimi yapılmıştır.

BÖLÜM 2

ŞEHİR LOJİSTİĞİ

Şehir lojistiği, farklı şirketler tarafından yürütülen lojistik ve taşımacılık eylemlerinin; kentsel alanlarda, trafik koşulları ve çevresel etkiler ile birlikte enerji tüketimi de göz önüne alınarak, sosyal pazar ekonomisi bütünlüğü içinde en iyilenmesi çalışmalarıdır[2].

İngilizce'de Urban Logistics ve City Logistics olarak adlandırılan Şehir Lojistiği (kentsel lojistik), son zamanlarda üzerinde önemle durulan bir konudur. Sürdürülebilir kalkınma için kentler daha yaşanabilir alanlar olmalıdır [3].

Şehir lojistiği, planlama ve yönetim, kentsel taşımacılık, emniyet ve güvenlik, insan kaynakları ve eğitim, araştırma-geliştirme ve inovasyon, bilgi ve iletişim teknolojileri, enerji verimliliği ve çevre konularında stratejiler geliştirilmesini gerektirmektedir. [4]

Witkowski ve Janiak'a göre[5] de kentsel lojistik kent sınırları içerisinde gerçekleşen lojistik süreçlerin planlanması, koordine edilmesi ve kontrolüne odaklanır ve maliyetleri optimize edecek, trafik sıkışıklığı azaltacak ve yaşam kalitesini arttıracak şekilde malların (ham madde, yarı mamul, mamul ve atık, vb.), insanların ve bilginin fiziksel hareketiyle ilgilenir.

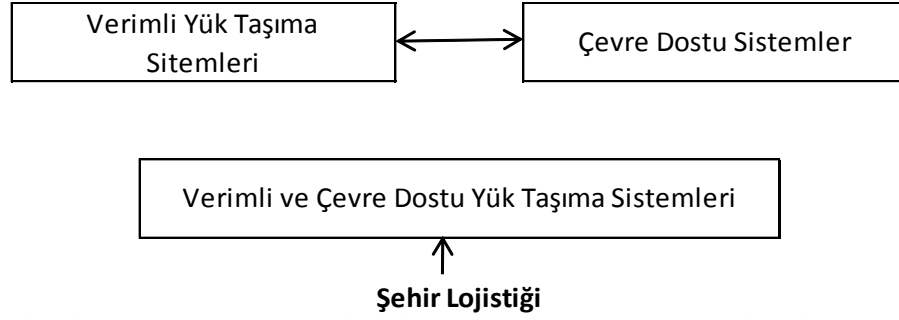
Şehir lojistiği konsepti şehir içindeki yük trafiğini bütünsel bir yaklaşımına dayanır. Bu ürünlerin dağıtımını, atıkların bertarafını bunun yanında hava kirliliği, gürültü, trafik kazaları gibi negatif etkilerin tümünü dikkate alır[6].

Şehir lojistiği, şehirlere giren, çıkan ve şehirde dolaşan ürün akışlarının en iyi şekilde yönlendirilmesi ve yönetilmesidir.

Günümüzde kentler sürdürülebilir ekonomik refah için gerekli olan etkin ve verimli ulaşım sistemleriyle yatırım ve ticaret alanında global bir rekabet içindelerdir. Bu

nedenle verimli ve çevre dostu lojistik sistemler, kentlere, ekonomik gelişmişlik anlamında rekabet edebilirliğine yardımcı olmaktadır[2].

Şehir lojistiği ile verimli ve çevre dostu taşıma sistemleri oluşmaktadır.



Şekil 2.1 Şehir lojistiği [2]

Kalabalık ve nüfus artış oranı yüksek olan şehirlerde nüfusla orantılı olarak artan özel araç kullanımı ve nüfusun çeşitli ihtiyaçlarını besleyen yük taşımacılığı; trafiğin, hava ve gürültü kirliliğinin, taşıma maliyetlerinin ve dolayısıyla ürün fiyatlarının artmasına yol açmaktadır. Ayrıca yük taşıyıcılardan daha düşük maliyetli, tam zamanlı (just-in-time) taşıma sistemlerinin çerçevesinde daha yüksek hizmet seviyeleri beklenmektedir. Kentsel lojistik üzerine yapılan iyileştirme çalışmalarının birçok katkısı olabilir.

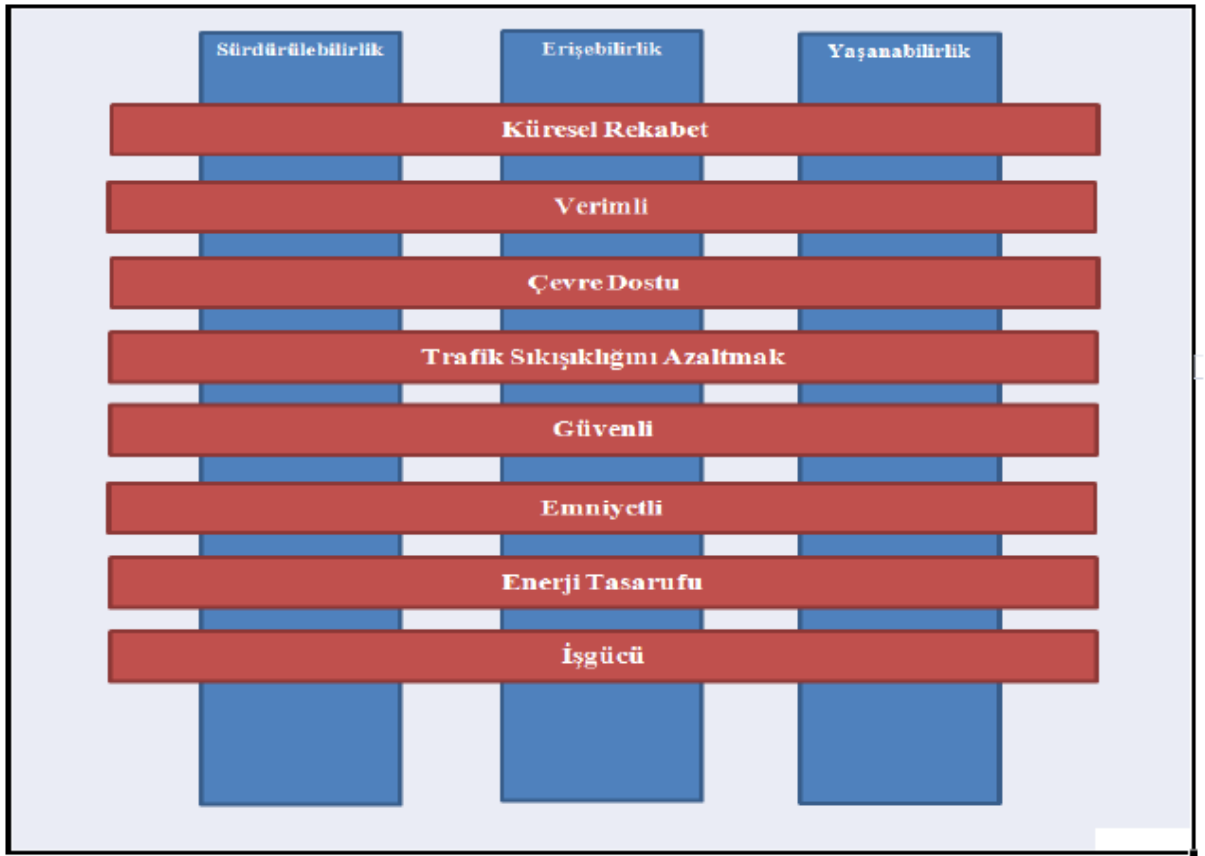
Bunlarda bazıları, trafiğin, hava kirliliğinin, kaza riskinin, gürültü kirliliğinin ve maliyetlerin azalması olabilirken; yaşam kalitesinin kaynakların etkin kullanımının, sürdürülebilirliğin, ekonomi potansiyelinin ve çevrenin korunmasının artması olabilir[7].

Şehir lojistiği kavramının ortaya çıkmasındaki etkenleri Taniguchi şu şekilde belirlemiştir.

- Rekabet
- Verimli lojistik Sistemler(Tam zamanında taşıma sistemleri)
- Yük Taşıyıcılarının düşük maliyetle daha iyi servis sağlama isteği
- Nakliyatçıların planlanan varış zamanlarında teslimatları yapmak zorunda olmaları

-Şehir içi yük taşıma hareketlerinin artması (trafik yoğunluğu, çevreye verilen olumsuz etki, kazalar, enerji tasarrufu)

Kentsel lojistik, lojistik faaliyetlerin daha verimli gerçekleştirilmesi ve bu lojistik faaliyetler sebebiyle çevreye olan negatif etkilerin (enerji tüketimi, gürültü, hava kirliliği gibi) düşürülmesi, büyük şehirlerin en büyük sorunu haline gelen trafik sıkışıklığı ve yoğunluğunun azaltılması açısından bulduğu çözümler sebebi ile önemlidir.



Şekil 2.2 Kentsel Lojistik için Yapısal Temel İlkeler [8]

Bu temel ilkelerin yanında bir kentsel lojistik çalışması için küresel rekabet gücü sağlayan, verimli, çevre dostu olan, trafik sıkışıklığına olan etkileri azaltılmış, güvenli, emniyetli, enerji tasarrufu sağlayan ve işgücü verimliliğini hedefleyen yapılandırma sağlanmalıdır.

Şehir lojistiği faaliyetlerinin ekonomik değer yaratma ve şehir yaşamı kalitesine yönelik etkileri düşünüldüğünde şu yaklaşımlar ortaya çıkabilir.

-Yenilikçi Teknoloji (Bilgi ve İletişim Teknolojisi, Akıllı Taşıma Sistemleri): Lojistik firmalarının yenilikçi teknolojiler kullanmaları onlara öncelikle verimlilik buna bağlı olarak ta karlılık ve rekabet gücü sağlamaktadır. Kentsel yük taşımacılığında bilgi ve iletişim teknolojisi ve akıllı taşıma sistemi uygulanması ile kamyonların toplama dağıtma hareketleri ile ilgili doğru bilgiler toplanır.Bu dijital veriler araç rotalama ve çizelgeleme planlamasının optimizasyonunda kullanılır.Araç operasyonlarının optimizasyonu lojistik maliyetlerin azalmasına , CO₂ , NO_x emisyonunun düşmesine bunun yanında trafik yoğunluğunun hafiflemesine katkı sağlar. Yenilikçi teknolojilerin uygulanması hem özel şirketler hem de topluma , lojistik verimlilik ve çevreye olan olumsuz etkinin azaltılması açısından büyük fayda sağlar.

E-ticaret (electronic commerce) alanındaki son gelişmeler de kentsel lojistiği daha önemli hale getirmiş kentsel lojistik konusunda yapılacak çalışmaları bir nevi zorunlu hale getirmiştir. E-ticaret, 'işletmeden işletmeye' (B2B) ve 'işletmeden tüketiciye' (B2C) gibi vakalarda daha hızlı, bireysel ve dolaysız ticaret imkânı sunmaktadır. Bunun sonucunda tedarikçiler lojistik sistemlerini daha yüksek bireysel müşteri talep seviyelerini karşılayabilmek için daha düşük maliyetle daha hızlı ve daha güvenilir çalışan lojistik sistemlere dönüştürme ihtiyacı duymaktadırlar[2].

-Kurumsal Sosyal Sorumluluk (Lojistik yöneticilerin zihniyetinin değiştirilmesi): Lojistik yöneticiler şehir yük taşıma operasyonlarında anahtar rol oynar.Yeşil lojistik taşıma sistemlerinin uygulanması ve geliştirilmesi piyasada iyi bir itibar elde etmek için şirketlere yardımcı olabilir.

-Kamu özel ortaklıklar: Kamu özel ortaklıkları şehir lojistiği için temel öğedir. Kamu ve özel kuruluşlar arasında veri paylaşımı şehir yük taşıma planlamasının daha iyi anlaşılmasına ve geliştirilmesine olanak sağlar.

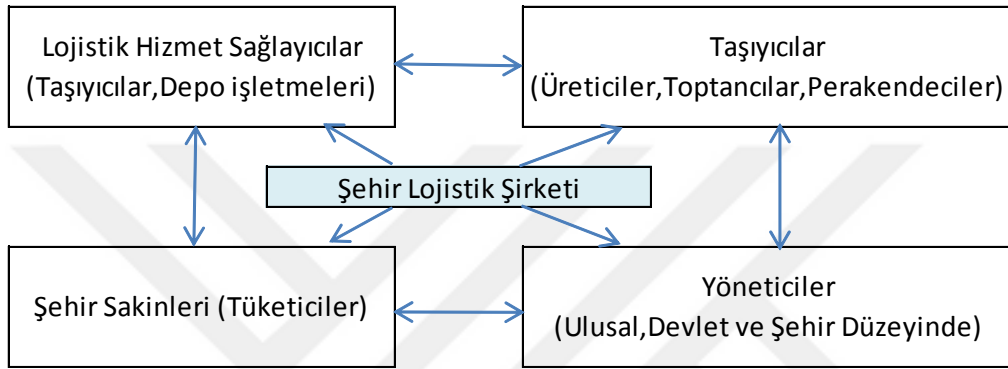
- Lojistik sistemlerin kentin çevresine aktarılması

-Demir yolu ve deniz yolu kullanımına öncelik verilmesi

- Lojistik terminallerin ulaşım ağlarına göre konumlandırılması

2.1 Şehir Lojistiğinde Taraflar

Şehir lojistiğinde lojistik hizmet sağlayıcılar, taşıyıcılar, şehir sakinleri (tüketiciler) ve yöneticiler olmak üzere 4 ana paydaş bulunmaktadır. Bu paydaşların farklı amaçları ve şehir lojistiği ile ilgili farklı bakış açıları vardır. Paydaşlar arasında koordinasyon, daha sürdürülebilir ve yaşanabilir şehirler yolunda ilerleme için gereklidir.



Şekil 2.3 Şehir lojistiğinde paydaşlar

Çizelge 2.1 Paydaşların amaç ve hedefleri [9]

Paydaş gruplar	Ortak amaç ve hedefler
Lojistik Hizmet Sağlayıcılar	Maliyet, toplama ve dağıtım için süre, taşımanın güvenilirliğini (müşteri ile daha önce belirlenen zamanda gecikme olmadan dağıtım) kapsayan hizmet seviyelerinin maksimize edilmesi
Taşıyıcılar	Karlarını maksimize etmek için müşterilerden mal toplama ve teslimat maliyetlerini en aza indirmek
Şehir Sakinleri (Tüketiciler)	Trafik yoğunluğunun, gürültüsünün, hava kirliliğinin trafik kazalarının azalması
Yöneticiler	Trafik yoğunluğunu hafifletmek Şehrin ekonomik gelişimini sağlamak İstihdam olanaklarını artırmak Şehir içinde yol güvenliğini artırmak, çevreyi iyileştirmek

Kentsel lojistikte uygulanabilecek her türlü uygulamanın, önlemin ve politikanın analizinde ve seçim sürecinde bütün kentsel lojistik paydaşlarının ilgi ve çıkarları hesaba katılmalı ve uzlaşma sağlanmaya çalışılmalıdır. Bu çaba kentsel lojistik uygulamalarının başarısında kritik bir faktördür.

Kentsel lojistiğin başarısı; hız, esneklik, arazi kullanımı, çevresel etkenler, trafik, güvenlik ve maliyet vb etmenler açısından değerlendirilmektedir. Ayrıca kentsel paydaşların kentsel lojistikle ilgili belirli amaçları ve farklı beklentileri vardır. Dolayısıyla ilgili taraflar birlikte çalışmak ve uzlaşmak durumundadırlar.

Şehir lojistiği bünyesinde bulunan tedarikçiler, lojistik hizmet verenler, müşteriler, ikamet edenler ve yerel idareler gibi çeşitli paydaşların farklı çıkarları olduğu için şehir lojistiğin çok yönlü ele alınmasını gerekmektedir [10].

1.Lojistik Hizmet Sağlayıcılar: Başka kişilere veya şirketlere yük gönderen ve onlardan yük alan yük taşıyıcılarının müşterileridir. Göndericiler genellikle maliyetleri, yükleme zamanını, taşımanın güvenilirliğini kapsayan servis seviyelerini en yükseğe çıkarmak isterler. Son zamanlarda taşıyıcıların müşterilerine yükleme/boşaltma için belirlenmiş zaman aralıklarında ulaşmaları yaygın hale gelmiştir. Bu kısıtlayıcı zaman pencereleri daha küçük miktarlarda ve daha sık taşımayı beraberinde getirmiştir. Malların teslimatındaki güvenilirlik tam zamanında (just-in-time) yükleme sistemlerinde daha önemli olmuştur. İki tür güvenilirlik vardır: mallara zarar vermeden teslimat ve daha önceden belirlenmiş zamana göre gecikmeden teslimat [2].

2.Taşıyıcılar: Yük taşıyıcılar karlarını maksimize etmek için yükleri toplamak ve müşteriye teslim etmek ile ilgili maliyetleri en aza indirmek istemektedirler. Müşterilere daha düşük maliyetle daha yüksek hizmet seviyesi sağlamak için büyük baskı vardır. Bu özellikle taşıyıcıların müşterilere belirli zaman aralıklarında uğraması istendiğinde önem kazanır. Ancak, yük taşıyıcılar şehir içi yollardaki trafik sıkışıklığına bağlı olarak araçlarını işletmekte zorluk çekerler. Bu, küçük yükler taşınırken araçların verimsiz kullanılmasına ve erken vardıklarında müşteri lokasyonlarının yakınında beklemelerine neden olur [2].

3.Şehir sakinleri: Şehir sakinleri şehirde ikamet eden kişilerdir. Taşınan yükler kendileri için gerekli olsa da büyük kamyonların ara yollarda dolaşmalarından hoşlanmazlar.

Yerleşim alanlarının yakınındaki trafik sıkışıklığının, gürültünün, hava kirliliğinin ve trafik kazalarının en aza indirilmesini isterler. Şehrin ticari alanlarındaki perakendeciler yükleri onlar için elverişli bir zamanda teslim almak isterler. Ancak bu durum bazen ikamet edenlerin sakin ve güvenli yerel yollar istekleriyle çelişir [2].

4.Yöneticiler: Şehir yöneticileri şehrin ekonomik gelişimini sürdürmek ve iş olanaklarını arttırmak isterler. Trafik sıkışıklığını ortadan kaldırmak, çevreyi iyileştirmek ve şehir içinde yol güvenliğini arttırmak isterler. Tarafsız olmaları ve şehir içi taşımacılığında taraf olan diğer katılımcılar arasında çıkabilecek anlaşmazlıkları çözmede önemli bir rol oynamaları beklenmektedir. Bu nedenle kentsel lojistik inisiyatiflerini koordine edecek ve hızlandıracak olanlar yöneticilerdir [2].

2.2 Sürdürülebilir Kentsel Lojistik

Sürdürülebilir gelişme ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik toplamı olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir kentsel lojistiğin kapsamını da buna göre sosyal, çevresel ve ekonomik olarak belirlemek mümkündür[15].

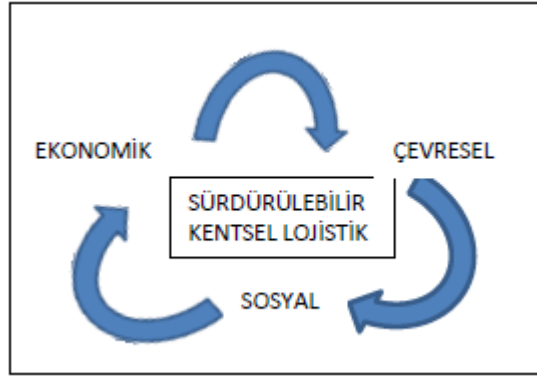
Sürdürülebilirlik , şehir sakinleri açısından hava kirliliği, gürültü, titreşim çevre kirliliği sorunların artması nedeniyle daha önemli hale gelmiştir.Şehir içinde büyük yük araçların geçişi bu olumsuz etkilerin temel nedenidir.Büyük yük araçlarının çevreye verdiği olumsuz etkinin azaltılması kentsel yük taşımacılığında ele alınması gereken bir konudur.Bunun yanında sürdürülebilir bir şehir için düzenlemeler yapmak gerekir[8].

Sürdürebilir kentsel lojistiği çevresel açıdan ele aldığımızda, lojistik taşıma faaliyetlerinin sonucunda meydana gelen emisyonların ve kaynak kullanımının gelecekteki eko-sisteme zarar vermeyecek düzeyde gerçekleşmesini amaçlamaktadır.

Ekonomik açıdan sürdürülebilir kentsel lojistik, maliyet etkin bir kentsel lojistik yapısını ifade etmektedir. Buna göre kentsel lojistik, değişken olan talep yapısına mümkün olduğu kadar hızlı biçimde ayak uydurmalı, bunu yaparken verimlilik, ekonomik faaliyetler, istihdam, vergi yükü ve ticaret gibi diğer ekonomik unsurları da dikkate almalıdır. Kentsel lojistik çözümlerinin kalıcılığı için ekonomik performans çok önemlidir. Bunun için sistemin lojistik performansının tanımlanması ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Gonzales ve Morana [6] da lojistiğin performansını ikiye ayırmışlardır. Klasik lojistik performansının birincisi, (kuruluş bakış açısı ile) tedarik zincirinin son kilometresi olan kent ile ilgilidir. İkincisi (kent sistemi bakış açısı ile) ekonomik alanla çok az ilgili olsa da sadece sistemin geliştirilmesi için değil aynı zamanda işletilebilmesi için gerekli olan sübvansiyonların kullanılması kentsel lojistik ekonomik sürdürülebilirliği sağlamada önemli bir unsurdur.

Taniguchi vd.[8] de yeşil kentsel lojistik için rehber niteliğinde üç temel prensip belirlemişlerdir; hareketlilik, sürdürülebilirlik ve yaşanabilirlik. Yeşil kentsel lojistiğin amacı kent içerisinde üretilen faaliyetler için yüklerin toplanması ve teslim edilmesi işlemlerini şehrin hareketli, yaşanabilir ve çevre dostu karakterini bozmadan verimli bir şekilde gerçekleştirmek olmalıdır.



Şekil 2.4 Sürdürülebilir kentsel lojistik kapsamı

2.3 Şehir Lojistiği Literatür Araştırması

Taniguchi vd. [11] da, kamusal lojistik terminalleri için en uygun büyüklük ve en uygun lokasyonun tespit edilebilmesi için geliştirilen matematiksel bir modeli tartışmaktadır. Birçok firmanın ve dağıtım merkezinin içinde yer aldığı kamusal lojistik terminalleri konsepti, trafik yükünü, maliyetleri ve enerji tüketimini hafifletmek amacıyla ortaya atılmıştır. Japonya'nın Kyoto – Osaka bölgesinin ele alındığı çalışmada, en iyi sonuca ulaşmak için sıralama teoremi ve doğrusal olmayan programlama teknikleri kullanılmıştır. Model, açık bir şekilde network içindeki trafik koşullarını göz önünde bulundurarak, analiz bölgesinde yer alan fiili bir yola uygulamıştır. Geliştirilen matematiksel model, Kyoto – Osaka bölgesinde uygulanmış ve lojistik terminalleri için

en uygun lokasyon olarak büyük şehirlere yakın ve çevreyollarının kesişimin de yer alan bölgelerde olduğu sonucuna varılmıştır.

Taniguchi ve Van der Heijden [12] de kentsel lojistik için en uygun güzergâh ve zaman planlaması içeren bir metodoloji sunmuş ve bir karayolu deneme şebekesi üzerinde toplam maliyetleri ve karbondioksit emisyonunu en aza indirmeye çalışmışlardır.

Taniguchi vd. [8] de kent lojistiği düzeninin planlaması ve değerlendirilmesi için oluşturulan bilgisayar destekli matematiksel modelleri değerlendirmişlerdir. Dinamik akış simülasyonu, lojistik terminal terleştirme modelleri, kent lojistiği simülasyon modelleri, çok acenteli sistemler ve şebeke modelleri değerlendirilmiştir.

Crainic vd. [13] de kent içi yük taşımacılığının entegre yönetimi için örgütsel ve teknik bir çerçeve önermiş, planlama ve işletme sorunlarını tespit etmişlerdir. Uydu terminal adı verilen, yüklerin kent içi dağıtım amacıyla daha küçük kamyonlara aktarıldığı yük terminallerinin uygulanabilirliğini araştırmışlardır.

Duin vd. [14] da dağıtım merkezlerinin başarı veya başarısızlığını etkileyen faktörleri belirlemek için Avrupa'daki Nijmegen, Bristol, Kassel, La Rochelle ve Malaga şehirlerindeki örnekleri incelemişlerdir. Bu araştırmalardan yola çıkarak Hollanda'nın Lahey şehri için dağıtım merkezi uygulamasının hangi koşullar altında mümkün olacağı ortaya konulmuştur.

Munoz vd. [15] de orta ve büyük şehirlerde şehir içi yük taşımacılığının yoğunluk, park yeri eksikliği, kirlilik ve enerji tüketimi gibi sorunların oluşmasına büyük etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada arz ve talep noktalarının özelliklerine göre şehir içi yük taşımalarını tahmin eden sistematik bir model geliştirmişlerdir. Bu model daha sonra şehrin ekolojik ayak izine yük taşımanın etkisini belirlemek için kullanılmıştır. Bu taşımanın verimlilik göstergesi olarak önerilmiştir. Uygulama İspanya'nın Sevilla kentinde yapılmıştır.

Kuo [16] de uluslararası dağıtım merkezleri için dağıtım noktaları belirlemek için melez yöntem ve bulanık çok kriterli karar verme yöntemi kullanarak bir çözüm geliştirmiştir.

Awasthi vd.[17] de lojistik dağıtım merkezi lokasyonu planlaması için çok kriterli karar verme yaklaşımı öne sürülmüştür. Bu yaklaşımda öncelikle potansiyel lokasyonlar

tanımlanmış, değerlendirme kriterleri belirlenmiş ve Bulanık TOPSİS uygulanarak en iyi yerleşim yeri seçilmiştir.

Taniguchi vd.[18] de kentsel lojistik uygulamalarının geliştirmek için geliştirmekte olan tekniklere bakış açısı sunmaktadır. Şehir lojistiği politikalarını değerlendirmede kullanılan modelleri optimizasyon ve simülasyon modelleri olarak ikiye ayırmaktadırlar.

Comendador vd. [19] de, şehir içinde talep miktarları artığında üretici, dağıtıcı ve diğer paydaşların daha küçük miktarlarda taşımlara yöneldiklerini bu nedenle yük taşımacılığı ile ilgili yeni bir yaklaşım oluşturmak üzere şehir içi yük taşımacılığını analiz etmişlerdir. Çalışma İspanya'da bulunan iki şehir için yapılmıştır. Yapılan anket çalışması ile yük taşımacılığına yönelik bir sınıflandırma yapmışlardır. Sonuç olarak GPS'in günün değişik saatlerinde trafik durumunu dikkate alarak farklı uygulamalara izin verdiği böylelikle dağıtım performansını artıran bir araç olduğunu belirtmişlerdir.

Taniguchi [20] de sürdürülebilir ve yaşanılabilir şehirler için şehir lojistiği kavramından bahsetmiştir. Şehir lojistiğinin çevre dostu ve daha verimli şehir içi yük taşıma sistemlerinin oluşturulmasına nasıl katkı sağlayacağını açıklamıştır.

Dizlain vd. [21], Japonya ve Fransa tren ve deniz yolu ile yapılan şehir lojistiği faaliyetleri karşılaştırılmıştır.

Taniguchi vd. [22] şehir lojistiğindeki yenilikleri ve modelleme yaklaşımlarını ele almışlardır. Lojistik faaliyetler sonucunda açığa çıkan emisyonun şehir yaşamını olumsuz etkilediğini ve bu etkinin minimize edilmesi için ağ modelleri, filo modelleri, rotalama modelleri, ürün yaşam döngüsü analizi yaklaşımları ve büyük şehirler için talep tahmini , lojistik faaliyet merkezlerinin yer seçimi problemleri hakkında yapılan literatür çalışmalarına yer vermişlerdir.

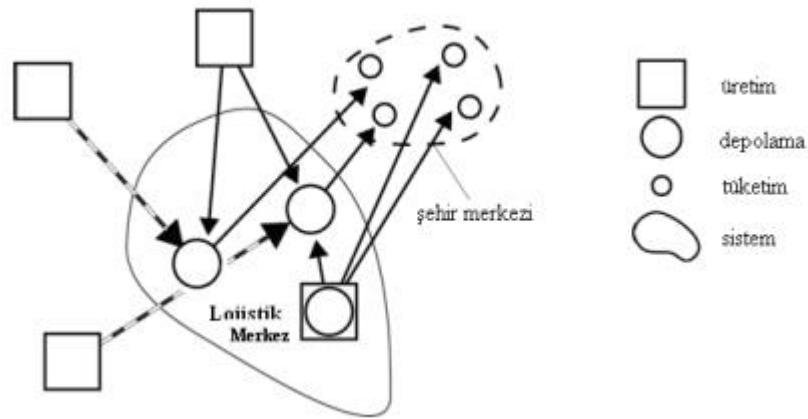
Pradhananga vd. [23] da tehlikeli madde taşıyan araçların rotalanması ve çizelgeleme problemlerini zaman çerçevesi ile birlikte ele almışlardır. Matematiksel model ve karınca kolonisi meta sezgisel algoritması kullanılmış, araç sayısı değiştirilerek zararlı gazların emisyonu karşılaştırmışlardır.

Rao vd. [24] da belirsizlik altında şehir lojistiği dağıtım merkezi yeri seçimi problemini çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSİS'i kullanmışlardır.

2.4 Lojistik Merkezler

Lojistik merkez; lojistik ve taşımacılık şirketlerini içerisinde barındıran her türlü ulaştırma ağıyla bağlantısı olan ve yükleri farklı taşıma türleri arasında daha az maliyetle, daha hızlı, şehir içi yük taşımacılığından kaynaklanan trafik yoğunluğunun azaltılmasına katkıda bulunan lojistik bölgelerdir.

Lojistik merkezler taşıma bağlantıları arasındaki akışı sağlar ve tüm lojistik faaliyetleri koordine eder. Avrupa'daki lojistik merkezlerin büyük kısmı üretim yada tüketim noktalarına yakın, dağıtım ve taşımacılık faaliyetlerinin merkezinde, ulaşım türlerinin olabildiğince çoğununu kullanabilecekleri alt yapıya sahip lokasyonlarda yer almaktadır. Lojistik merkezlerin yerleşim yeri planlanırken şekil 3.6 'daki faktörlere dikkat edilmelidir.



Şekil 2.5 Lojistik merkezlerinin yerleşim yapısı

2.4.1 Lojistik Merkezlerin Sınıflandırılması

- Entegrasyon derecesine göre:

Entegre olmayan lojistik merkezi: Sadece aktarma işlerinin yapıldığı merkezlerdir.

Entegre merkezler: Aktarmaya ilaveten, lojistikle ilgili tüm kurumların içinde yer aldığı lojistik sektör kümelenmeleridir.

- Taşımacılık hizmetinin moduna göre:

Tek modlu (Unimodal) merkezler: Sadece bir tek taşımacılık modunun kullanıldığı merkezlerdir.

Çok modlu (Multimodal) merkezler: Birden fazla taşımacılık tek taşımacılık modunun kullanıldığı, yük ayrıştırma/birleştirme işlemlerinin yapıldığı merkezlerdir.

Modlararası (Intermodal) merkezler: Yüklerin kap değiştirmeksizin diğer taşımacılık moduna/modlarına aktarıldığı merkezlerdir.

- Hizmet alanına göre:

Kentsel lojistik merkezleri: Esas olarak kentsel lojistiğe yönelik merkezlerdir. Ulusal ve uluslararası lojistik ihtiyaçlara da cevap verirler.

Bölgesel lojistik dağıtım merkezleri: Bölgesel lojistik ihtiyaçların yanı sıra ulusal ve uluslararası lojistiğe yönelik merkezlerdir.

- Büyüklüklerine göre:

Küçük – elleçleme kapasitesi 5.000 TEU’dan az

Orta - elleçleme kapasitesi 5.000–20.000 TEU arasında

Büyük - elleçleme kapasitesi 20.000–40.000 TEU arasında

Çok büyük – elleçleme kapasitesi 40.000 TEU’nun üzerinde (TEU: Twenty feet equivalent unit/ 20 feetlik konteynere eşdeğer birim)

- Coğrafi konumuna göre:

Karasal lojistik merkezleri: Doğrudan deniz bağlantısı olmayan merkezlerdir.

Kıyisal lojistik merkezleri: Doğrudan deniz bağlantısı olan lojistik merkezlerdir.

- Yönetim yapılarına/sahipliklerine göre:

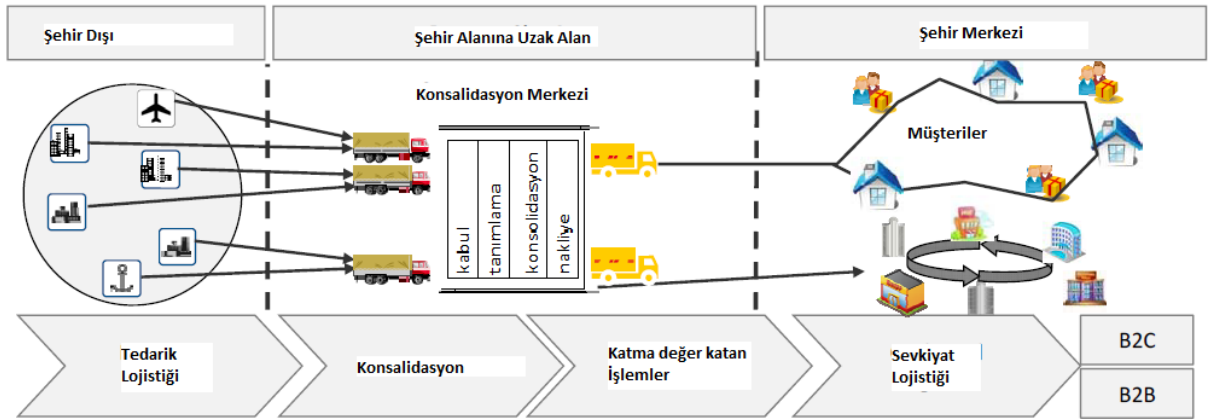
Özel sektöre ait lojistik merkezleri

Kamu sahipliğindeki lojistik merkezleri

Kamu özel sektör ortaklığı (PPP: Public Private Partnership) yapısındaki lojistik dağıtım merkezleri

2.5 Lojistik Dağıtım Merkezi

Dağıtım merkezlerinin temel fonksiyonu gelen malların ayrıştırılması veya birleştirilmesi, depolanması ve gönderileceği noktalara göre ayrıştırılması ya da birleştirilmesidir. Dağıtım merkezleri az sayıda stoğun tutulduğu, stok devir hızının yüksek olduğu yerlerdir.



Şekil 2.6 Şehir lojistiğinin operasyonel modeli [25]

Dağıtım merkezlerinin kritik başarı faktörleri [26], [27] de aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

Lokasyon (şehrin içindeki yada yakınındaki konumu)

Nakliye ve yük taşıyıcıları arasında işbirliği

Finansal uygulanabilirlik

Dağıtım maliyetleri

Erişim izni maliyeti

Teslim sürelerindeki gecikme

2.6 İstanbul'un Kentsel Lojistik Yapısı

2.6.1 Ulaşım Bağlantıları

İstanbul'un ulaşım bağlantıları [28] de aşağıdaki gibi verilmiştir.

Karayolu Ulaşımı

TEM (E80) otoyolu ve E-5 (D100) otoyolu İstanbul'un kentsel yapısının şekillenmesinde büyük önem taşınmaktadır. TEM, E-5 bağlantı yolları ekonomik açıdan gelişim gösteren ve göstermeye devam etmesi beklenen alanlardır [28].

İstanbul'un Anadolu ve Avrupa yakalarını birleştiren iki unsuru bulunmaktadır. TEM otoyolunun kullandığı Fatih Sultan Mehmet köprüsü ve E-5 karayolunun kullandığı Boğaziçi köprüsü [28].

Fatih Sultan Mehmet Köprüsü (FSM) İstanbul'un gerek kent içi ve gerekse transit trafik için en önemli arterlerden biridir. İki yaka arası geçişlerde tüm ticari araçlar FSM köprüsünü, ağır yük taşıtları ise belirli saatlerde FSM köprüsünü kullanabilmektedir. Dolayısıyla ağır ve ticari taşıt trafiği FSM ve buna bağlı çevre yolunda oluşmaktadır[28].

İstanbul'da, 06:10 - 10:00 ve 16:00 - 22:00 saatleri arasındaki (toplam 10 saat) 3,5 ton üstü ticari araçlara uygulanan Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ve otoban yürüme yasakları İstanbul yolcu trafiği açısından iyi, ancak taşımacılık ve lojistik açısından sıkıntılı bir durumdur[28].

Halen yapımı devam eden üçüncü boğaz köprüsü yada Yavuz Sultan Selim köprüsü Avrupa yakasında Sarıyer'in Garipçe köyü ile Anadolu yakasında Beykoz'un Poyrazköy semtinde yer almaktadır. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından planlanan yaklaşık 259 km uzunluğundaki Kuzey Marmara Otoyolu Projesi ve üçüncü köprü ile İstanbul karayolu taşımacılığı kapasitesi artacak ve İstanbul trafiğini rahatlatacaktır [28].



Şekil 2.7 İstanbul Karayolları Ulaşım Haritası [29]

Deniz Yolu Ulaşımı

İstanbul denizyolu yük taşımacılığında başlıca limanlar Ambarlı Liman Başkanlığına bağlı 8 liman ve İstanbul Liman Başkanlığına bağlı 3 limandır.

Ambarlı Limanı İstanbul 'un Avrupa yakasında bulunan konteynır limanıdır. Limanda, konteynır taşımacılığı yanında uluslar arası ve kabotaj Ro-Ro taşımacılık faaliyetleri de yapılmaktadır. E-5 karayoluna ve TEM Otoyoluna karayolu bağlantısı bulunmakta olup, E-5'e olan mesafesi 3 km. TEM otoyoluna ise 9 km 'dir [28]

Ambarlı limanının demiryolu ile bağlantısının olmaması bölgenin karayolu trafik yoğunluğunu artırmaktadır. Ayrıca Ambarlı limanının genişleme olanağı bulunmamaktadır.

Haydarpaşa limanı denizyolu, demiryolu ve karayollarının kesiştiği stratejik bir konuma sahiptir. Anadolu'dan gelen ve Haydarpaşa istasyonunda sonlanan banliyö hattı kombine taşımacılık altyapısı için temel nitelik taşımaktadır. Ayrıca birinci derece kent içi yol olan D-100(E-5) karayolu Haydarpaşa limanına erişimde önemli bir rol

oynamaktadır. Ancak limanın şehir içinde kalması nedeniyle genişleme olanağı bulunmamaktadır [28].



Şekil 2.8 İstanbul limanların konumları [30]

Demiryolu Ulaşımı

İstanbul’da lojistik faaliyetlerde demiryolu kullanımı kara yolu ve deniz yolu ile karşılaştırıldığında daha düşüktür.

Demiryolu sektöründe gerek İstanbul gerekse Türkiye ölçeğinde önemli gelişmelerden biri Marmaray Boğaz Geçışı’dir. Gebze-Halkalı hattı 2016 yılında açılması planlanmaktadır. İki hat banliyö trenleri, üçüncü hat ise şehirlerarası yük ve yolcu trenleri için kullanılacaktır. Sadece İstanbul’un iki yakasını değil, Avrupa ve Asya gibi iki büyük kıtayı da birbirine bağlayacak dünyadaki en önemli demiryolu projelerinden olan Marmaray’ın devreye girmesiyle Çin’den Avrupa’ya demiryolu ulaşımında önemli koridorlardan biri haline gelecektir. Marmaray hattında yük trenlerinin yanı sıra kamyonların ve ağır vasıtaların Ro-La trenleri ile taşınması, gerek uluslararası karayolu transit trafiğinin gerekse bölgesel trafiğin azaltılmasına büyük katkılarda bulunacaktır. Bununla birlikte daha çok yolcu odaklı yüzeysel bir metro sistemi olarak tasarlanmış

olan Marmaray'ın lojistik taşımacılığı için sadece geceleri kısıtlı saatlerde kullanılacak olması önemli sıkıntılardan bir tanesidir [28].

İstanbul'u rahatlatacak önemli projelerden biri üçüncü köprü üzerinden geçecek hızlı tren hattı olacaktır.

Havayolu Ulaşımı

İstanbul'da 2 adet uluslar arası hava alanı bulunmaktadır. Atatürk havalimanı Avrupa yakasının Yeşilköy bölgesinde, Taksim bölgesinden yaklaşık 20 km uzakta konumlanmıştır. İstanbul Atatürk Havalimanı taşıyan toplam yolcu sayısı bakımından Türkiye'nin en yoğun havalimanıdır. Sabiha Gökçen hava limanı ise Anadolu yakasında, Pendik-Kurtköy sınırları içerisinde, Taksim bölgesinden 50 km ve Atatürk Havalimanından karayolu ile 43 km uzaklıktadır [28].

İstanbul Üçüncü Havalimanı projesi 2014 yılında başlanmış olup Türkiye'nin ve Avrupa'nın en büyük havalimanı inşaatıdır. İstanbul'un Avrupa yakasında Yeniköy Akpınar köyleri arasında, deniz sahiline bitişik olarak konumlandırılmıştır. 2017 yılında aktif hale gelmesi 2020 yılında ise tam kapasite ile çalışması beklenmektedir.

2.6.2 İstanbul Lojistik Dağıtım Merkezleri

İstanbul'un toplam 39 ilçesi vardır. Bu ilçelerin 25'i Avrupa Yakası'nda, 14'ü ise Anadolu Yakası'ndadır. Lojistik firmaları, İstanbul'un başlıca iki büyük çevreyolu olan ve kamyon ve büyük nakliye araçları için uygun erişim sağlayan, hem E-5 hem de TEM çevreyollarıyla güçlü bağlantıları olduğu için; Avrupa yakasında Hadımköy, Beylikdüzü ve İkitelli-Yenibosna bölgeleri ile, Anadolu yakasında Samandıra, Ümraniye, Sarıgazi, Dudullu ve Tuzla bölgelerini depolama için tercih etmektedirler[28].

İstanbul'un lojistik sektöründe genelde hizmet verdiği alanlar makine ve metal sektörüdür. İlçe olarak Bayrampaşa, Tuzla ve Kartal'da lojistik yoğunluklar oluşmaktadır. Gümrüklerdeki yoğunluklar ise Halkalı, Ambarlı ve Erenköy'dedir[28].

Lojistik sektöründe yoğunlukla yaşanan sorunlar zamanında teslimat yapılamaması, hasarlı/eksik teslimat yapılması ve bilgili ve deneyimli personel çalıştırılmamasından kaynaklanmaktadır.

İstanbul ili lojistik sektörü için öncelikle; İstanbul şehir içi yük taşımacılığında karayolu taşımacılığının payını azaltarak, deniz, demir ve havayolu taşımacılığının payını kombine taşımacılık yoluyla artırmaktır.

Avrupa Yakası Lojistik Bölgeler

Avrupa yakası lojistik hizmetler göz önünde bulundurulduğunda, TEM ve E-5 çevre yollarına güçlü bağlantı noktalarında Hadımköy, Kırac,Çatalca, Mahmutbey ve Haramidere bölgelerinde lojistik dağıtım merkezleri ve depolar yoğun olarak bulunmaktadır. Günesli ve Halkalı bölgelerinde de sınırlı sayıda da olsa bazı önemli lojistik firmaları yer almaktadır [28].

Hadımköy bölgesi; TEM çevreyoluna olan yakınlığı sayesinde ulaşım ve erişebilirlik açısından önemli bir avantaja sahiptir. Bölgenin lojistik firmalar tarafından tercih edilmesinin diğer nedenleri arasında; tır giriş ve çıkışlarının kolay oluşu, Ambarlı Limanı ve Atatürk Havalimanı gibi ihracat kapılarına olan yakınlığı, arazi fiyatlarının makul seviyede oluşu ve mevcutta arsa stoğu bulunması olarak sıralanabilir[28].

Hadımköy bölgesi sahip olduğu avantajların yanı sıra; bölgenin büyük kısmının su koruma havzasında yer alması, yapılaşma sınırlamalarının bulunması, askeri alanların bölgede yoğun olarak yer alması, yakın çevresinde güçlü bir sanayi alanının bulunmaması gibi dezavantajlara da sahiptir. Ayrıca bölgede tomografik yapı kısmen engebelidir[28].

Avrupa yakasında yer alan depolama imarlı arsa fiyatları ve depo kiralari yer seçimi için önemli bir faktördür. Avrupa yakası geneli değerlendirildiğinde; Hadımköy ve Çatalca'daki arsa değerlerinin, Kırac'taki arsa değerlerine göre daha düşük olduğu gözlenmektedir. Bu farklılığın sebepleri, Kırac'ın TEM – E-5 arasında oluşu, sanayi tesislerinin bu bölgede yoğun olarak toplanması ve imar ile ilgili bir problemin olmayışı olarak sıralanabilir[28].

Anadolu Yakası Lojistik Bölgeler

Anadolu yakasında Samandıra, Ümraniye,Sarıgazi, Dudullu,Tuzla bölgelerinde lojistik dağıtım merkezleri ve depoları yoğun olarak bulunmaktadır.

Samandıra bölgesi; şehir merkezine yakın oluşu, TEM bağlantı yolu üzerinde konumlanmış olması, Sabiha Gökçen Havalimanı'na yakın olması ve topografik yönden

problemsiz arazi stoğunun bulunması nedeniyle depolama tesislerinin yer seçiminde avantajlara sahiptir. Ancak bu avantajlara rağmen, bölge su havzalarına yakın olması ve bölge çevresinde yer alan askeri alanların dağınık ve gelişmeyi engelleyecek düzeyde olması nedeniyle, bazı olumsuz özelliklere de sahiptir[28].

Şehir merkezlerine ve gümrük bölgelerine olan mesafeleri yüzünden daha az avantajlı olmalarına rağmen Gebze ve Tuzla bölgeleri de güçlü antrepo merkezleridir. Bu bölgelerin dezavantajlarına rağmen daha düşük piyasa fiyatlarıyla arazi bulunması, yüksek yoğunlukta endüstriyel tesis mevcudiyeti ve şehir merkezinde izin verilenlere göre daha yüksek emsale izin veren imar ruhsatları sayesinde Gebze ve Tuzla lojistik firmalar için gittikçe daha popüler bir hale gelmektedir [28].



Şekil 2-9 İstanbul'daki lojistik bölgelerin konumları [31]

PROBLEMİN MODELLENMESİ VE ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI

3.1 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

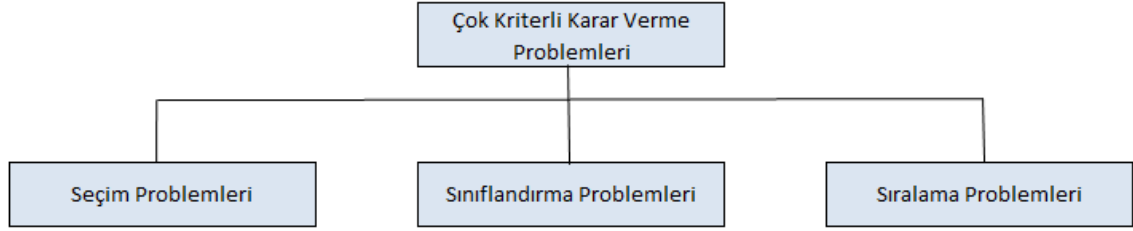
Karar problemleri, çözümünde kullanılan yöntem ve bulunması gereken çözümlerin durumuna göre çok farklıdır. Çok sayıda birbiriyle çelişen kriterin söz konusu olduğu durumlarda oluşturulan kriterlere en uygun çözümü belirleme süreci çok kriterli karar verme olarak bilinir.

ÇKKV problemlerinin çözülmesi, problemde yer alan alternatiflerin değerlendirilerek sıralanması ve en iyi alternatifin belirlenmesi amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Her bir yöntemin kendine has çözüm şekli, üstün ve zayıf yönleri bulunduğu için problem tanımlandıktan sonra, problemin yapısı ve ulaşılmak istenen amaç dikkate alınarak en iyi yöntem belirlenmelidir[32].

Çok kriterli karar verme problemleri birden fazla kriterin optimize edildiği mümkün çözüm setleri içerisinde en iyi alternatifin seçildiği problemler olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle, birden fazla kriter ve birbiriyle çatışan birden fazla amacın olduğu durumlarda en iyi alternatifin ya da seçeneğin belirlenmesi esasına dayanarak karar verme problemine çözüm üretir[33].

M.T. Tabucanon'un verdiği tanıma göre, "Bir problemin bir ÇKKV problemi olarak düşünülebilmesi, yalnız ve yalnız, problemin birden fazla birbiriyle çelişen kriteri ve en az iki alternatif (olası) çözümü içermesi ile mümkündür" [34].

Çok Kriterli karar verme yöntemleri üç başlık altında incelenebilir.



Şekil 3.1 Çok kriterli karar verme problemleri[32]

1. Seçim Problemleri: Seçim problemlerinde amaç, en iyi alternatifin belirlenmesi yada birçok alternatifin bulunduğu birbirleri ile kıyaslanması zor veya eşit ağırlıklara sahip bir küme içerisinde iyi bir seçim yapılmasıdır [32].

2. Sınıflandırma Problemleri: Bu tür problemlerde alternatifler, belirli kriter yada tercihlere göre sınıflanırlar. Buradaki amaç, benzer özellikleri ve davranışları gösteren alternatiflerin tekrar bir araya getirilmesidir[32].

3. Sıralama Problemleri: Sıralama problemlerinde, alternatifler iyiden kötüye doğru ölçülebilir ya da tanımlanabilir bir şekilde sınıflandırılır [32].

Çok Kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan teknikler şekil 3.2’de gösterilmiştir.

Seçim Problemleri	Sınıflandırma Problemleri	Sıralama Problemleri
AHP	AHP	AHPsort
ANP	ANP	UTADIS
MAUT/UTA	MAUT/UTA	Flowsort
MACBETH	MACBETH	ELECTRE-Tri
PROMETHEE	PROMETHEE	
ELECTRE I	ELECTRE III	
TOPSIS	TOPSIS	
DEMATEL	DEMATEL	
Choquet İntegrali	Choquet İntegrali	
Hedef Programlama		

Şekil 3.2 Çok kriterli karar verme problemleri ve teknikleri

3.1.1 Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Kuruluş yeri seçim problemlerinde en iyi çözümü bulmak için tek bir kriter veya tek bir amaç fonksiyonu her zaman yeterli olmadığından çok kriterli karar verme metotları kullanılmaktadır.

Kuruluş yeri seçiminde genellikle, ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Analitik Ağ Süreci (AAS), Electre, TOPSIS, VIKOR vb. yöntemler kullanılmaktadır. Burada önemli olan birden fazla kriter içerisinde kriter ağırlıklarına göre seçim yapmak olduğu için yöntemde kullanılacak doğru kriterlerin doğru ağırlıkla belirlenmesi önem arz etmektedir[33].

Literatürde, kuruluş yeri seçim problemlerinin çözümünde kullanılan pek çok farklı çok kriterli karar verme yönetimi yer almaktadır. Kullanıcılara sağladığı anlaşılabilirlik ve uygulama kolaylığından dolayı bu tip problemlerde AHP en çok kullanılan yöntemler arasındadır.

Eleren [35] de dericilik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin kuruluş yeri seçimi için altı alternatif şehir AHP ile değerlendirilmiş ve sıralanmıştır. Söz konusu değerlendirme dericilik sektöründe faaliyet gösteren işletme yöneticilerinin belirlediği altı kriter (pazara yakınlık, hammaddeye yakınlık, ulaşım imkânları, devlet teşvikleri, işgücü, altyapı) vasıtasıyla yapılmıştır.

Norese [36] de İtalya'nın Torino Şehri için çöp yakma ve yok etme tesisinin en uygun yerleşiminde on dört kriteri dikkate alan bir ÇKKV yaklaşımı olan ELECTRE III'ten yararlanmıştır. Modelinde kullanacağı kriterlerden bazılarının (doğa değeri, tarım değeri, sel riski, negatif etkisi gibi) belirsiz ve tutarsız özellikler göstermesi bu yöntemi kullanmasında etkili olmuştur.

Tuzkaya vd.,[37] de İstanbul şehri için bir atık depolama (çöp) yeri seçiminde ANP metodunu kullanmıştır. İki seviyeli kurulan modelde ana amaç istenmeyen tesis için en iyi yeri bulmaktır. Kurulan modelde birinci seviye üç ana kriter ve dört faktörden (fayda, fırsat, maliyet ve risk) oluşmaktadır. Her faktör içinde farklı sayıda nitel, nicel, soyut ve somut kriterler barındırmaktadır. İkinci seviyede ise, her bir faktörün kendi özelliklerine sahip alt kriterler kümesi bulunmaktadır. Alternatif yerler arasından istenmeyen tesis yeri seçiminde her bir kriterin birbirleriyle olan ilişkileri de dikkate alınmıştır.

Queiruga vd. [38] de, İspanya'daki belediyelerin elektrik ve elektronik atıkları toplama ve geri dönüşüm merkezlerinin yerlerine karar verme sırasında hangi önceliklere göre yer seçimi yapılması gerektiğini tespit etmek için PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) yöntemi kullanılmıştır. İspanya'da potansiyel olarak toplam altı yüz toplama merkezi bulunmaktadır. Bu merkezler PROMETHEE yöntemi kullanılarak öncelikli tercihlere göre azaltılmıştır. Bir toplama merkezinin yerine karar verilirken göz önünde bulundurulacak kriterler arasında arazi, personel ve enerji maliyetleri yanında tesisin yerleşim yerlerine, geri dönüşüm merkezlerine ve atık bertaraf tesislerine yakınlığı bulunmaktadır.

Fernandez ve Ruiz, [39] da bir sanayi bölgesinin yer seçimi için, her aşamasında coğrafi özellikteki kriterlere sahip üç seviyeli bir karar destek süreci önermişlerdir. Bu problemin çözümünde AHP metodundan faydalanılmıştır.

Demirel vd.[40] da; çok kriterli karar verme yöntemlerinden genelleştirilmiş choquet integralini Türkiye'deki bir lojistik firması için yerleşim yeri seçiminde uygulamışlardır.

Awasthi vd. [17] de şehir içi yük taşımalarından kaynaklanan trafik yoğunluğunu ve dağıtım maliyetlerini azaltmak için dağıtım merkezi yeri planlamasını çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık TOPSIS'i kullanarak yapmışlardır.

Khadivi ve Ghomi [41] de, katı atık tesisi yeri seçimi probleminde iki aşamalı ANP ve Veri zarflama analizi yöntemini kullanmışlardır. İlk aşamada ANP yaklaşımı elde edilen sonuçlar ikinci aşamada veri zarflama yaklaşımında girdi olarak kullanılmıştır. Veri zarflama yaklaşımı ile en iyi yer seçimi yapılmıştır.

Aktepe ve Ersöz , [42] da ürünlerin dağıtım ağı verimliliğine katkı vermek ve lojistik maliyetlerini minimize etmek amacıyla depo seçim probleminin çözümüne yönelik 3 farklı yöntemi birlikte kullanmışlardır. Bunlar, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP); VIKOR ve Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA) yöntemleridir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında AHP yöntemi, alternatiflerin sıralanmasında ise VIKOR ve MOORA yöntemleri kullanılmıştır.

Rao vd. , belirsizlik altında şehir lojistiği merkezi yeri seçimi için TOPSIS yöntemi kullanmışlardır. [24]

3.2 Bulanık Mantık ve Dilsel İfadeler

Geleneksel çok kriterli karar verme yöntemleri karar vericilerin belirsizlik içeren dilsel ifadeleri karar sürecine dahil etmede yetersiz kalmışlardır. Bunun sonucunda bulanık mantık ve bulanık küme teorisi fikri ortaya çıkmıştır. Bulanık mantıkta üyelik ilişkisi açıklanırken ara değerlerde göz önüne alınmıştır. Bulanık kümede her bir elamana bir üyelik derecesi atanır. Elemanların üyelik dereceleri $[0,1]$ arasında değişen üyelik derecelerinden herhangi biri olabilmektedir.

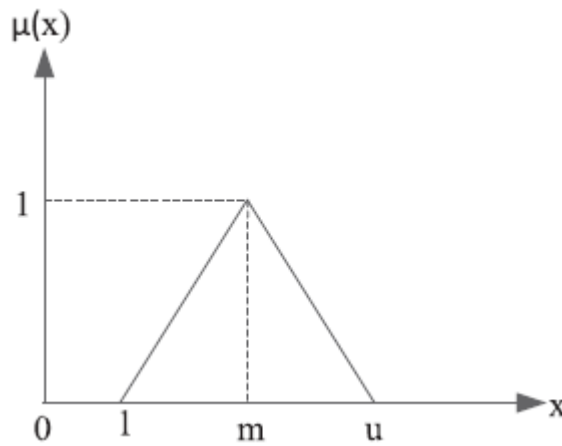
Bulanık mantık ile klasik mantık (Aristo mantığı) arasındaki temel fark klasik mantığın önermelerin sadece aşırı uç değerlerini kullanmasıdır. Matematiksel olarak ifade edildiğinde varlık, küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı olduğunda "1", kümenin elemanı olmadığı zaman "0" değerini alır. Bulanık mantık klasik küme gösteriminin genişletilmesidir. Bulanık varlık kümesinde her bir varlığın üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik derecesi, $(0-1)$ aralığında herhangi bir değer olabilir.

Bir bulanık kümede, dilsel değişken ve üyelik fonksiyonu olmak üzere iki kavram ön plana çıkmaktadır. Dilsel değişken, karar vericilerin değerlendirme kriterleri ve alternatifler hakkındaki düşüncelerini sözel olarak ifade ettikleri halidir. Bu ifadeler, üyelik fonksiyonu kullanılarak nicel değerlere dönüştürülür. Dilsel ifadelerin nicel değerlere dönüştürülmesinde kullanılan farklı üyelik fonksiyonları mevcuttur. Bunlardan en sık kullanılanları üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonlarıdır[43].

Bulanık küme teorisi, insan algı ve yargılarıyla ilgili olan dilsel belirsizliği modellerken nitel parametrelerin yorumlanmasını ve dilsel belirsizliğin bulanık sayılarla matematiksel olarak ifade edilebilmesini sağlar [43].

Bulanık kümenin elemanlarının kesin sınırları olmaması nedeniyle elemanların hangilerinin bu kümenin elemanı olduğunu ayırt etmek zordur. Kesin kümelerde yer alan evet/hayır, iyi/kötü, doğru/yanlış ifadeleri bulanık kümelerde yerini kısmen doğru ve kısmen yanlış gibi ifadelerle bırakır[43].

3.2.1 Üçgensel Bulanık Sayılar



Şekil 3.3 Üçgen bulanık sayılar

TFN (Triangular Function Notation) $\tilde{A}=(l,m,u)$ şeklinde gösterilebilir. Üçgensel üyelik fonksiyonu aşağıda gösterilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l) , & l \leq x \leq m \\ (u-x)/(u-m) , & m \leq x \leq u \\ 0 , & \text{diğer} \end{cases} \quad (3.1)$$

Yukarıdaki Eşitlik 3.1’de; l ve u sırasıyla $\tilde{A}$ bulanık sayısının en düşük ve en yüksek sınırları; m ise orta değerdir. ($l \leq m \leq u$)

$$\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1) \quad \tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$$

Üçgen bulanık sayılarda toplama

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (3.2)$$

Üçgen bulanık sayılarda çarpma

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (3.3)$$

$$l_1, l_2 > 0 ; m_1, m_2 > 0 ; u_1, u_2 > 0$$

Üçgen bulanık sayılarda çıkarma

$$\tilde{A}_1 - \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, l_2 - u_1) \quad (3.4)$$

Üçgen bulanık sayılarda bölme

$$\tilde{A}_1 / \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) / (l_2, m_2, u_2) = (l_1 / u_2, m_1 / m_2, l_2 / u_1) \quad (3.5)$$

$$l_1, l_2 > 0 ; m_1, m_2 > 0 ; u_1, u_2 > 0$$

üçgen bulanık sayıların tersi

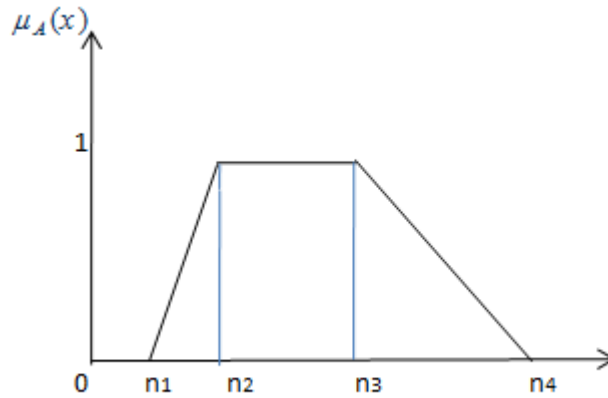
$$\tilde{A}^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad (3.6)$$

$$l_1, l_2 > 0 ; m_1, m_2 > 0 ; u_1, u_2 > 0$$

3.2.2 Yamuk Bulanık Sayılar

X kümesinin bulanık alt kümesi $\tilde{A}$ şeklinde gösterilmiştir. Bulanık kümelerin standart kümelerin uzantıları olmaları nedeniyle, bir bulanık küme temsili sembolün üstünün “ ~ ” ile çizilmesi ile ifade edilmektedir. Bir yamuk bulanık sayısı $\tilde{A} = (n_1, n_2, n_3, n_4)$ şeklinde

gösterilebilir. Burada n_1 ve n_2 yamuk bulanık sayısının üst ve alt değerlerini , n_3 ve n_4 ise bu iki sayı arasındaki sınırları göstermektedir.



Şekil 3-4 Yamuk bulanık sayılar

Üyelik fonksiyonu ise şöyle tanımlanır .

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1 \\ \frac{x - n_1}{n_2 - n_1}, & n_1 \leq x \leq n_2 \\ 1, & n_2 \leq x \leq n_3 \\ \frac{n_4 - x}{n_4 - n_3}, & n_3 \leq x \leq n_4 \\ 0, & x > n_4 \end{cases} \quad (3.7)$$

Söz konusu komşuluk Eşitlik 3.7' deki gibi oluşacaktır.

$$\tilde{A}_1 = (n_1, n_2, n_3, n_4) \quad \tilde{A}_2 = (m_1, m_2, m_3, m_4)$$

Yamuk bulanık sayılarda toplama

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (n_1, n_2, n_3, n_4) \oplus (m_1, m_2, m_3, m_4) = (n_1 + m_1, n_2 + m_2, n_3 + m_3, n_4 + m_4) \quad (3.8)$$

Yamuk bulanık sayılarda çarpma

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (n_1, n_2, n_3, n_4) \otimes (m_1, m_2, m_3, m_4) = (n_1 \times m_1, n_2 \times m_2, n_3 \times m_3, n_4 \times m_4) \quad (3.9)$$

Yamuk bulanık sayılarda çıkarma

$$\tilde{A}_1 - \tilde{A}_2 = (n_1, n_2, n_3, n_4) - (m_1, m_2, m_3, m_4) = (n_1 - m_4, n_2 - m_3, n_3 - m_2, n_4 - m_1) \quad (3.10)$$

Yamuk bulanık sayılarda bölme

$$\tilde{A}_1 / \tilde{A}_2 = (n_1, n_2, n_3, n_4) / (m_1, m_2, m_3, m_4) = (n_1 / m_4, n_2 / m_3, n_3 / m_2, n_4 / m_1) \quad (3.11)$$

3.3 DEMATEL ve Bulanık DEMATEL Metodu

The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) Metodu ; araştırmada karmaşık ve birbirine girmiş problem gruplarının çözümünde kullanılmak amacıyla 1972 ve 1976 yılları arasında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü Bilim ve İnsan programı tarafından geliştirilmiştir [44].

DEMATEL, kriterleri ve kriterler arası ilişkileri tanımlayan, genel yapıyı ve etki faktörlerini analiz etmede kullanılan sistematik bir yaklaşım ve etkili bir yöntemdir.

DEMATEL yöntemi, karmaşık faktörler arasındaki nedensel ilişkileri kapsayan yapısal bir model oluşturmak ve analiz etmek için kapsamlı bir yöntemdir. DEMATEL yönteminde kriterler iki gruba ayrılmıştır; sebep grubu ve etki grubu. Faktörlerin hangilerinin etkileyen ve hangilerinin etkilenen olduğunun bulunması, ele alınan karmaşık problemlerin çözümünde önemli bir aşamadır. Bu nedenle DEMATEL yöntemi gelişen olaylarda karmaşık bir yapıda olan etkilenen ve etkileyen etmenleri belirlemek için kullanılan bir yöntemdir[45].

DEMATEL metodunun avantajı; kriterler arasındaki yapı ve ilişkileri inceleyen, sebep-sonuç modeli içeren etkili bir yöntem olmasıdır[46].

DEMATEL kriterleri ilişkilerin cinsi ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenleyebilir. Diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan ve yüksek önceliği olduğu kabul edilen kriterler, sebep kriterleri, daha çok etki altında kalan ve düşük önceliği olduğu kabul edilen kriterler ise sonuç kriterleri olarak adlandırılır[47].

Kriterler arasındaki etkileşimin nicel olarak ifade etmenin zor olmasından dolayı Lin ve Wu bulanık DEMATEL yöntemini geliştirmişlerdir. Diğer bir ifadeyle DEMATEL yöntemi bulanık ortama genişletilmiştir.

3.3.1 DEMATEL ve Bulanık DEMATEL Yöntemi İçin Literatür Çalışması

Aksakal ve Dağdeviren, [47] de uluslararası bir firma için personel seçim probleminde DEMATEL ve ANP ile bütünleşik bir algoritma geliştirerek seçim yapmışlardır.

Baruah vd. [48] de tesis yeri seçiminde maliyetleri etkileyen kriterler arasındaki ilişkiyi DEMATEL yöntemi ile belirlemişlerdir.

Chang vd. [48] ve Gharakhani [50] de tedarikçi seçim kriterlerinin değerlendirilmesinde Bulanık DEMATEL yöntemini kullanmışlardır.

Büyükozan ve Çiftçi [51] de yeşil tedarikçilerin değerlendirilmesinde, bulanık DEMATEL, bulanık ANP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini içeren, hibrid bir model önermişlerdir

Baykaşoğlu vd. [45] çalışmalarında taşımacılık yapan bir şirketin kamyon seçiminde bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemini birlikte kullanmışlardır.

Sumrit vd.; teknoloji tabanlı firmaların teknolojik yenilik kapasitelerini DEMATEL yöntemini kullanarak belirlemişlerdir[52].

Organ [53] de bir tekstil firmasında makine seçimi probleminde kriterlerin birbiri ile ilişkilerini ortaya koymak için çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık DEMATEL yöntemini kullanmıştır.

Akyüz ve Çelik [54] de ham petrol tankerlerinin gaz boşaltma işlemi sırasında açığa çıkabilecek kritik operasyonel tehlikeleri bulanık DEMATEL yöntemi ile değerlendirmişlerdir. DEMATEL yöntemi neden sonuç diyagramı ile gaz boşaltma işlemi sırasındaki potansiyel tehlikeler tespit edilmiştir.

3.3.2 Bulanık DEMATEL Yönteminin Adımları

Bulanık DEMATEL yöntemi aşağıda verilen adımları kapsamaktadır

1.Adım: *Kriterlerin belirlenmesi ve bulanık skalanın oluşturulması.*

Yöntemin ilk aşamasında karar vericiyi sonuca götürecek kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenir. Bu kriterler arasında hiyerarşik bir yapı yerine karşılıklı etkileşim vardır. Kriterler arasında anlamlı ilişki uzmanlar tarafından oluşturulur. Ancak bu karşılaştırma yapılırken bir faktörün diğer bir faktörü ne derece etkilediğini belirlemek oldukça zordur. Bu nedenle Li tarafından önerilen bulanık skala kullanılmıştır. Bu

skalaya göre bir faktörün diğer bir faktörü etkilemesi dilsel değişken olarak çok fazla, fazla, zayıf ,çok zayıf ve etkisiz olmak üzere tanımlanmış olan beş dilsel terimle ifade edilmiştir. Dilsel terimlerde üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmiştir.Bu bulanık skala Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3-1 Bulanık skala

Dilsel terim	Kısaltma	Üçgen bulanık sayı karşılığı
Etkisiz	E	(0.00,0.00,0.25)
Çok Zayıf	ÇZ	(0.00,0.25,0.50)
Zayıf	Z	(0.25,0.50,0.75)
Fazla	F	(0.50,0.75,1)
Çok Fazla	ÇF	(0.75,1,1)

2.Adım: Direkt ilişki matrisinin oluşturulması.

İkili karşılaştırma matrisi, kriterler $(c_1, c_2, c_3, \dots, c_n)$ arasındaki ilişki düzeyini ölçmek için uzman grup tarafından ikili karşılaştırma skalası kullanılarak belirlenir. Karşılaştırmaların sonucunda direkt-ilişki matrisi elde edilir. Bulanık direkt ilişki $n \times n$ matrisi $\tilde{A}_{ij}$ şeklinde gösterilir.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 0 & \dots & \tilde{A}_{1n} \\ \dots & \ddots & \dots \\ \tilde{A}_{n1} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ i kriterinin j kriterinden etkilenme düzeyini göstermektedir. “l” üçgensel bulanık sayıların ilki, “m” üçgensel bulanık sayıların ikincisi, “u” üçgensel bulanık sayıların sonuncusudur.

$$l \leq m \leq u$$

3. Adım: Normalleştirilmiş direkt ilişki matrisinin oluşturulması

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \quad (3.12)$$

$$s = 1 / \max \left(\sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \quad (3.13)$$

$$\text{Normalleştirilmiş ilişki matrisi } \tilde{X} = s \times \tilde{A} \quad (3.14)$$

Bütün “u” lar satır olarak toplanır ve her satır için bir değer bulunur. Bu değerlerin en büyüğü seçilir. Daha sonra bütün matris bu değere bölünür ve normalleştirilmiş ilişki matrisi elde edilir. Normalleştirilmiş ilişki matrisi $\tilde{X}$ ile gösterilir. $\tilde{X}$ matrisinin köşegen elemanları sıfırdır.

4.Adım: Toplam ilişki matrisi

$\tilde{X}$ matrisi oluşturulduktan sonra kriterlerin birbirini toplam olarak ne kadar etkiledikleri ile ilgili $\tilde{T}$ matrisi oluşturulur.

Toplam ilişki matrisi aşağıdaki eşitlik kullanılarak oluşturulur.

$$\tilde{T} = \tilde{X}(1 - \tilde{X})^{-1} \quad (3.15)$$

Bütün matrise bunu uygulamak zor olacağından üçgensel bulanık sayılardan ilki yani “l” ayrı bir matris, ikincisi “m” ayrı bir matris, sonuncusu “u” ayrı bir matris olarak ele alınır. Bu üç matris önce birim matristen çıkarılır; sonra çıkan matrisin tersi alınır ve matrisin ilk haliyle çarpılır. Bu işlem üçü içinde tekrar edildikten sonra bulunan sonuçlar birleştirilir ve üçgensel bulanık sayılardan oluşan; $\tilde{T}$ ile gösterilen tek bir toplam ilişki matrisi elde edilir.

$$\tilde{X}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{11} & \cdots & \tilde{t}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{n1} & \cdots & \tilde{t}_{nn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{t}_{ij} = (l_{ij}^l, m_{ij}^l, u_{ij}^l)$$

$$\text{Matris } [l_{ij}^l] = X_l(1 - X_l)^{-1}, \quad (3.16)$$

$$\text{Matris } [m_{ij}^l] = X_m(1 - X_m)^{-1}, \quad (3.17)$$

$$\text{Matris } [u_{ij}^l] = X_u(1 - X_u)^{-1}. \quad (3.18)$$

Bu formüller uygulanarak toplam ilişki matrisi elde edilir.

5.Adım: Etkileyen ve etkilenen grupların belirlenmesi

$\tilde{T}$ matrisi elde edildikten sonra $\tilde{R}$ ve $\tilde{C}$ matrisleri hesaplanır. $\tilde{R}$ matrisi $\tilde{T}$ matrisinde satır elemanları toplamı, $\tilde{C}$ matrisi $\tilde{T}$ matrisinde sütun elemanlarının toplamıdır.

$$\tilde{S} = \tilde{R} + \tilde{C} \quad (3.19)$$

$$\tilde{D} = \tilde{R} - \tilde{C} \quad (3.20)$$

$\tilde{S}$ ve $\tilde{D}$ değerleri kullanılarak her bir kriterin diğerine olan etki seviyesi ve diğerleriyle ilişki seviyesi belirlenir. $\tilde{D}$ değeri pozitif olan kriterler diğerleri üzerinde daha yüksek etkiye sahiptir ve daha yüksek önceliğe sahip oldukları kabul edilir.

Bu kriterler etkileyen olarak adlandırılır. $\tilde{D}$ negatif ise kriter diğer kriterlerden daha fazla etkilenir ve daha düşük önceliğe sahiptir. Bu kriterlerde *etkilenen* olarak adlandırılır. $\tilde{S}$ değerleri her bir kriterin diğer kriterlerle arasındaki ilişkiyi gösterir. $\tilde{S}$ değeri yüksek olan kriterler diğer kriterlerle daha çok ilişkilidir, düşük olanların ilişkisi diğerleriyle daha azdır.

6.Adım: $\tilde{S}$ ve $\tilde{D}$ değerlerinin standartlaştırılması

$$X_s(X_i^l/m, X_i^m/m, X_i^u/m) \text{ ve} \quad (3.21)$$

$$0 \leq X_s^l \leq X_s^m \leq X_s^u \leq 1$$

m ; her bir kriter seviyesindeki X_i^u değerlerinden maksimumudur.

7. Adım: Neden- sonuç ilişki diyagramının elde edilmesi

Neden – sonuç ilişkisi diyagramının yatay eksen $\tilde{R} + \tilde{C}$, dikey eksen $\tilde{R} - \tilde{C}$ olan bir koordinat düzleminde $(\tilde{R} + \tilde{C}, \tilde{R} - \tilde{C})$ noktalarının gösterilmesiyle elde edilir.

Yatay eksenin üstünde kalan değerler etkileyen kriterler, altında kalanlar ise etkilenen kriterler olarak adlandırılmaktadır. Yani belirleyici olan husus $\tilde{R} - \tilde{C}$ nin negatif veya pozitif olmasıdır.

8.Adım: iç bağımlılık matrisinin elde edilmesi

Aynı seviyedeki elemanlar arasında iç bağımlılık değerleri , $\tilde{T}$ matrisinin elemanlarının aşağıdaki eşitlikle durulaştırılmasıyla bulunur.

$$P_{(a_{ij})} = \frac{l_{ij} + 4m_{ij} + u_{ij}}{6} \quad (3.22)$$

3.4 Genelleştirilmiş Choquet İntegrali

Choquet integrali, seçim kriterlerini parçalara ayırarak değerlendirmek için kullanılan numerik yapıya sahip bir bulanık integraldir [55].

Gerçek durumlarda, karar kriterleri birbirine bağımlı ve etkileşimli olduğundan aritmetik benzeri ortalamalar ve ağırlıklı ortalamalar ile bu kriterler değerlendirilemezler. Bu değerlendirmeler için kriterlerin önem değerinin bir kümesine ihtiyaç duyulur ve bu küme bulanık ölçü değerlerinden oluşur[37].

Belirsizlik ve kriterlerin arasında etkileşimin olduğu durumlarda bu kriterlerin değerlendirilmesi için Choquet integralini kullanmak uygun olur [56].

Choquet integralinin başarısı da kriterlerin bireysel önemini ve onların kombinasyonunu ele alan bulanık ölçülerin uygun bir gösterimine bağlıdır [57], [58], [37].

Genelleştirilmiş Choquet integrali standart Choquet integralinin bir uzantısıdır. Genelleştirilmiş Choquet integrali genelleştirilmiş choquetten ayıran özellik giriş ve çıkışların gerçek sayılar olmasıydı. Standart choquet integralinde, bulanık ölçütler genellikle reel sayılardır[58].

3.4.1 Genelleştirilmiş Choquet İntegrali Literatür Araştırması

Şimdiye kadar Choquet integrali çeşitli çok kriterli karar verme problemlerinde kullanılmıştır.

Depo yeri seçimi [37]

Tedarikçi seçimi [46],[37]

Online alışveriş sitelerinin tasarım kalitesini değerlendirme [59]

Çizelgeleme [60]

4PL değerlendirme [61]

Müşteri hizmetleri algısı değerlendirme [62]

Servis kalitesi değerlendirme [58]

3.4.2 Genelleştirilmiş Choquet İntegrali Yöntemi Adımları

Bu çalışmada literatürden ve uzman kişilerin görüşlerinden yararlanılarak oluşturulan kriterlerle İstanbul için Lojistik dağıtım merkezi yeri seçimi probleminin çözümünde kullanılan Genelleştirilmiş Choquet Bulanık İntegrali Algoritmasının adımları aşağıda verilmiştir.

1.Adım: Belirlenen kriterlerin bireysel önem dereceleri, tolerans aralıkları ve her bir alternatif lokasyon için değerleri uzman kişiler tarafından bulanık sayılar kullanılarak belirlenir.

Çizelge 3-2 Yamuk bulanık sayılar ve sözel önem dereceleri [63]

Düşük/yüksek seviyeler		Önem dereceleri		Yamuk Bulanık Sayılar
Kıs.	Sözel ifadeler	Kıs.	Sözel ifadeler	
FD	Fazla düşük	FÖZ	Fazla önemsiz	(0,0,0,0)
ÇD	Çok düşük	ÇÖZ	Çok önemsiz	(0,0.01,0.02,0.07)
D	Düşük	ÖZ	Önemsiz	(0.04,0.1,0.18,0.23)
AD	Az düşük	AÖZ	Az önemsiz	(0.17,0.22,0.36,0.42)
O	Orta	O	Orta	(0.32,0.42,0.58,0.65)
AY	Az yüksek	AÖL	Az önemli	(0.58,0.63,0.8,0.86)
Y	Yüksek	ÖL	Önemli	(0.72,0.78,0.92,0.97)
ÇY	Çok yüksek	ÇÖL	Çok önemli	(0.93,0.98,0.98,1.0)
FY	Fazla yüksek	FÖL	Fazla önemli	(1,1,1,1)

2.Adım: Burada; j , ana kriter sayısı ve m ana kriterlere bağlı alt kriter sayısı olmak üzere; n_j , toplam kriter sayısını göstermektedir.

$t=1,2,3,...,k$; $i=1,2,...,n_j$; $j=1,2,...,m$ ve k karar verici sayısı olmak üzere, t karar verici ve i ölçütü ile $\tilde{A}_i^t$ bulanık sayısı önemlilik derecesi; $\tilde{P}_i^t$ bulanık sayısı alternatif lokasyonun performans seviyesi; $\tilde{e}_i^t$ bulanık sayısı alternatif lokasyonun performansının tolerans aralığına karşılık gelecek şekilde parametreler oluşturulur.

3.Adım: Ortalama $\widetilde{A}_i^t, \widetilde{P}_i^t, \widetilde{e}_i^t$ değerleri sırasıyla aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$\widetilde{A}_i = \frac{\sum_{t=1}^k \widetilde{A}_i^t}{k} = \left(\frac{\sum_{t=1}^k a_{i1}^t}{k}, \frac{\sum_{t=1}^k a_{i2}^t}{k}, \frac{\sum_{t=1}^k a_{i3}^t}{k} \right) \quad (3.23)$$

4.Adım: Her kriterin lokasyon değeri üzerindeki etkisi aşağıdaki eşitlik kullanılarak normalleştirilir.

$$\widetilde{f}_i = \|\widetilde{f}_i^{-\alpha}\| = \|\widetilde{f}_{i,\alpha}^-, \widetilde{f}_{i,\alpha}^+\| \quad (3.24)$$

5.Adım: Tüm bulanık değeri $\widetilde{f}_i$ fonksiyonlarının kümesi $\widetilde{F}(S)$ olur. $\alpha = [0, 1]$ için $\widetilde{p}_i$ ve $\widetilde{e}_i$ 'nin α - seviye kesimleri $\widetilde{p}_i^\alpha$ ve $\widetilde{e}_i^\alpha$ olmak üzere iki denklem elde edilir.

$$\widetilde{f}_i^\alpha = [\widetilde{f}_{i,\alpha}^-, \widetilde{f}_{i,\alpha}^+] = \frac{\widetilde{p}_i^\alpha - \widetilde{e}_i^\alpha + [1, 1]}{2} \quad (3.25)$$

6.Adım: j değerleri kullanılarak lokasyon değerleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır. g_i, i kriterinin bireysel önemlilik oranı ve i kriterinin ölçülebilir fonksiyonu

$f: S \rightarrow [0, 1]$ olarak ele alınmıştır.

$$(C) \int \widetilde{f} d\widetilde{g} = \|(C) \int f_\alpha^- dg_\alpha^-, (C) \int f_\alpha^+ dg_\alpha^+\|, \quad (3.26)$$

$$\widetilde{g}_i : P(S) \rightarrow I(R^+),$$

$$\widetilde{g}_i = [g_i^-, g_i^+],$$

$$\widetilde{g}_i^\alpha = [g_{i,\alpha}^-, g_{i,\alpha}^+],$$

$$\widetilde{f}_i = [f_i^-, f_i^+],$$

$$i=1, 2, \dots, n_j$$

Lokasyon değerini hesaplayabilmek için λ ve $g(A_{(i)})$ $i=1, 2, \dots, n$ bulanık değerlerine ihtiyaç vardır. λ eş zamanlı olarak bir çok ölçüt göz önüne alındığında yaklaşık olarak tahmin edilir. Bu değerler aşağıdaki eşitlikler kullanılarak belirlenir.[82]

$$g(A_{(n)}) = g(\{S_{(n)}\}) = g_n, \quad (3.27)$$

$$g(A_{(i)}) = g_i + g(A_{(i+1)}) + \lambda g_i g(A_{(i+1)}) \quad 1 \leq i \leq n \quad (3.28)$$

$$1 = g(S) = \begin{cases} \frac{1}{\lambda \{\prod_{i=1}^n [1 + \lambda g(A_i)] - 1\}} & \text{eğer } \lambda \neq 0 \\ \sum_{i=1}^n g(A_i) & \text{eğer } \lambda = 0 \end{cases} \quad (3.29)$$

$$A_i \cap A_j = \emptyset \quad i, j = 1, 2, \dots, n; \quad i \neq j \text{ ve } \lambda \in (-1, \infty].$$

μ bulanık sayısı $(I, P(I))$ ve $f: I \rightarrow R^+$

Choquet integrali μ bulanık sayısına göre şu şekilde tanımlanır.

$$(C) \int f d\mu = \sum_{i=1}^n \left(f(\sigma(i)) - f(\sigma(i-1)) \right) \mu A_{(i)} \quad (3.30)$$

$$f(\sigma(1)) \leq \dots \leq f(\sigma(n)), A_{(i)} = \{\sigma(i), \dots, \sigma(n)\} \text{ ve } xf(\sigma(0)) = 0 \quad (3.31)$$

7.Adım: Tüm alternatiflerin lokasyon değerleri genelleştirilmiş choquet integralinin iki aşmalı hiyerarşik prosesi uygulanarak $\tilde{V}$ bulanık sayısına indirgenir.

$$\begin{aligned} \text{Anakriter}_{(1)} &= (C) \int f dg \\ &\vdots \\ &> V = (C) \int \text{Anakriter } dg \end{aligned} \quad (3.32)$$

$$\text{Anakriter}_{(m)} = (C) \int f dg$$

8.Adım: $\mu_{\tilde{V}}(x)$ değeri $\tilde{V}'$ 'nin üyeliği kabul edilecek olursa aşağıdaki eşitlik kullanılarak $\tilde{V}$ bulanık sayısı V kesin değerine durulaştırılır. Ve alternatif lokasyonların değerleri karşılaştırılır.

$$F(\tilde{A}) = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4} \quad (3.33)$$

3.5 P-Median Problemi

P -medyan problemi; p adet tesisin n adet düğümden oluşan şebeke üzerinde minimum maliyet oluşacak şekilde yerleştirilmesi ve yerleştirilen bu tesislerden hizmet alacak

talep noktalarının belirlenmesi problemidir. Eğer problemde talep noktaları ile ilişkili bir ağırlık söz konusu ise ağırlıklı p -median problemi olarak adlandırılır [64] .

P -medyan problemi minisum (minimum toplam) tesis yerleşim problemleri sınıfına girmektedir. Minisum problemleri ilk olarak Kuehn ve Hamburger (1963), Hakimi (1964), Manne (1964) ve Balinski (1965) tarafından formülize edilmiştir. P -medyan probleminin ayrıntılı olarak formülasyonunu ise ilk defa 1964 yılında Hakimi yapmıştır. Hakimi sadece problemi formülize etmekle kalmamış aynı zamanda üçgen eşitsizliği olan bir şebekede optimum yerleşimin düğümler üzerinde olduğunu ispatlamıştır[65] .

P -medyan probleminin en temel hali 1-median problemi olarak da isimlendirilen, şebeke üzerinde tüm talep noktalarına hizmet verecek olan 1 adet medyan tesisin yerinin belirlenmesini amaçlayan modeldir. Sadece bir tesis yeri seçilen bu problemde amaç toplam maliyetin minimum yapılmasıdır. Literatürde p ile ifade edilen medyan noktası sayısının birden fazla olduğu problemlere ise genel olarak p -medyan problemi adı verilmiştir[66].

P -medyan problemi kısaca n adet talep noktasına hizmet verecek olan p adet tesisin tüm sistemin ağırlıklı maliyetini minimize edecek şekilde şebeke üzerinde yerleştirilmesi ile ilgilenmektedir [67] .

P -medyan probleminin varsayımları aşağıdaki gibidir [68] .

1. Maliyet ve mesafe arasında doğrusal bir ilişki vardır.
2. Açılacak tesis sayısı bilinmektedir.
3. Zaman sınırı yoktur.
4. Hizmet veren tesislerin kapasite sınırı yoktur.
5. Tesis açma maliyeti yoktur.
6. Sabit müşteri talebi söz konusudur.
7. Bütün tesisler eşit özelliktedir.
8. Problem yapısı ayrıktır. (sadece düğümler üzerinde tesis açılabilir)
9. Tesislerin açılabileceği noktalar belirlidir.

P median probleminin n adet düğüm ve p adet açılacak tesisten oluşan bir problem için muhtemel çözüm sayısı aşağıdaki eşitlik 4.34'teki gibidir.

$$\binom{n}{p} = \frac{n!}{p!(n-p)!} \quad (3.34)$$

P-medyan probleminin matematiksel formülasyonu ilk defa ReVelle ve Swain tarafından yapılmıştır [69]. Formülasyondaki notasyonlarda zamanla bazı küçük değişiklikler yapılmış olmakla birlikte büyük ölçüde orijinali ile aynıdır. Bu çerçevede ReVelle ve Swain tarafından yapılan formülasyonu temel alan, Rolland ve arkadaşlarının yapmış olduğu p-medyan problemine ait matematiksel formülasyon aşağıdaki gibidir [70] .

Amaç fonksiyonu

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \frac{1}{a_j} \cdot w_i \cdot d_{ij} \cdot y_{ij} \quad (3.35)$$

Kısıtlar

$$\sum x_j = p \quad (3.36)$$

$$\sum y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad i=1, \dots, n \quad (3.37)$$

$$y_{ij} - x_j \leq 0 \quad \forall i, j \quad i, j=1, \dots, n \quad (3.38)$$

$$y_{ij}, x_j \in \{0,1\} \quad (3.39)$$

Karar değişkenleri

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer } j \text{ noktasına bir tesis açılmışsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } i \text{ talep noktasına } j \text{ tesis tarafından kapsanıyorsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Burada,

n = toplam talep noktası sayısı

w_i= i noktasındaki talep

d_{ij} = i noktası ile j noktası arasındaki en kısa mesafe

p = kurulacak lojistik merkez sayısı (median sayısı)

a_j = ağırlık

Eşitlik 3.35 ile gösterilen amaç fonksiyonuyla hizmet veren tesisler ile talep noktaları arasında oluşan toplam maliyeti minimize etmek amaçlanmaktadır. Eşitlik 3.36 açılacak olan tesis sayısını p adet ile sınırlandırmaktadır. Eşitlik 3.37 ile bir talep noktasının tüm taleplerinin sadece bir tesisten karşılanması kısıtı verilmiştir, yani her talep noktası yalnız bir tesise atanmaktadır. Eşitlik 3.38 ile açık olmayan bir tesise talep noktası ataması yapılmaması şartı ifade edilmekte, yani tutarlılık sağlanmaktadır [66] .

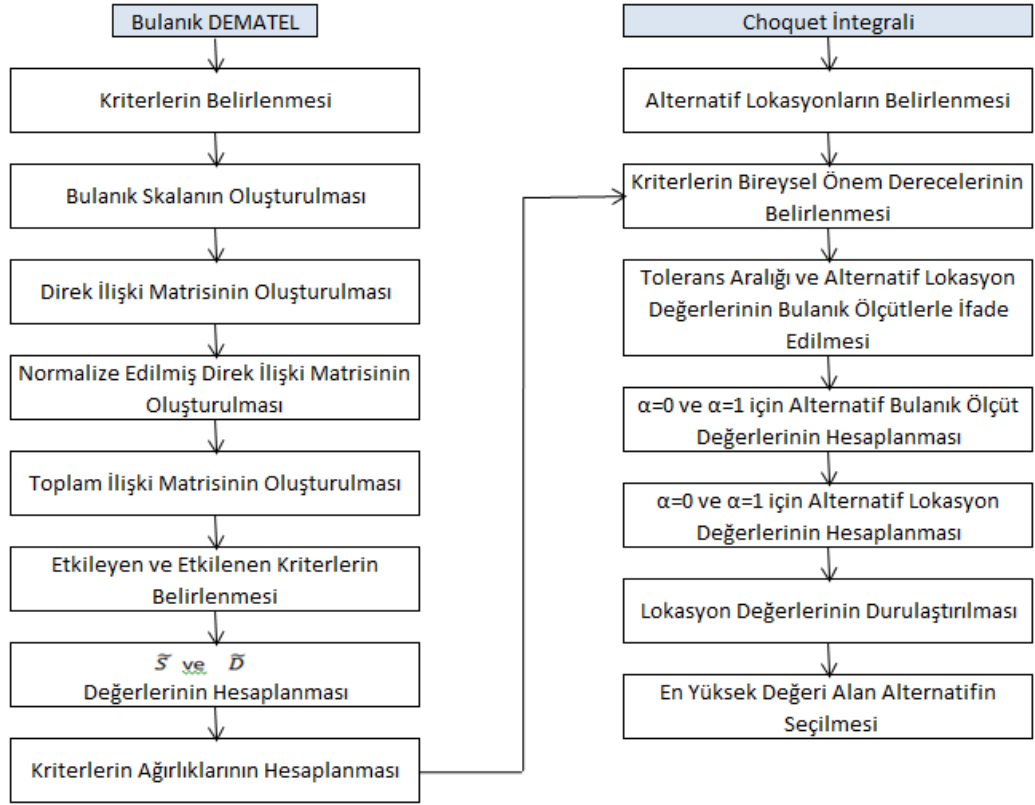
4.1 Kullanılan Yöntemler

Kentsel lojistik, sadece lojistik sektörü açısından değil kent planlanması ve şehir halkına olan etkileri bakımından da, çok yönlü ele alınması gereken bir konudur. Kentsel yük taşımacılığının ve lojistik faaliyetlerinin şehir hayatına olumsuz etkilerinin minimize edilmesi ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi önemlidir.

Uygulamada İstanbul'da uygun noktalara aktarma merkezleri kurularak şehir için trafik yoğunluğunun azaltılması, çevreye verilen zararın azaltılması, şehir içi yük taşımalarının en verimli şekilde gerçekleştirilmesi, dağıtım maliyetlerinin azaltılması amaçlanmıştır. Kurulacak olan aktarma merkezlerinin konumlarının doğru belirlenmesi, trafik yoğunluğunun azaltılması ve dolayısıyla gürültü ve emisyon gibi çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayacaktır.

İstanbul'un Anadolu ve Avrupa yakası için aktarma merkezi yeri seçimi için çok kriterli karar verme metodlarından Bulanık DEMATEL ve Genelleştirilmiş Choquet İntegrali kullanılmıştır.

DEMATEL yöntemi ile kriterlerin birbirine olan etkisi karar verme sürecine dahil edilmiştir. Genelleştirilmiş Choquet integrali ile ana ve alt kriterler arasındaki etkileşimi dikkate alarak en iyi alternatifin seçilmesi için kullanılmıştır. Önerilen çok kriterli karar verme metodolojinin yapısı şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Önerilen çok kriterli karar verme metodolojinin yapısı

4.2 Kriterlerin ve Hiyerarşinin belirlenmesi

Başlangıç olarak kentsel lojistik açısından önem arz eden odaklar tespit edilmiştir. İlgili lojistik odak noktaları için alternatif lokasyonlar tespit edildikten sonra, bu alternatiflerin ne kadar uygun olduğunun tespitinde kullanılacak ana kriterler ve alt kriterler aşağıdaki şekilde listelenir. Şekil 4.2’de kriterlerin hiyerarşik yapısı gösterilmiştir.

K₁: Ulaşım İmkanları

K₁₁:Kara yoluna yakınlık

K₁₂:Demir yoluna yakınlık

K₁₃:Limalara yakınlık

K₁₄:Hava alanlarına yakınlık

K₁₅ : Dağıtım maliyetleri

K₂:Sosyal ve Çevresel

K₂₁: Çevresel duyarlılık

K₂₂: Ekolojik yapı üzerindeki etki (hava kirliliği,gürültü gibi)

K₂₃: Trafik Yoğunluğu

K₃:Depolama

K₃₁: Potansiyel büyüme imkanı ve bu imkanın korunması

K₃₂ : Arazi edinme maliyetleri

K₃₃ : Güvenlik

K₄ : Erişebilirlik

K₄₁ : Taşıma türleri arasında bağlantı

K₄₂ : Personel ulaşılabilirliği

K₄₂ : Müşterilere yakınlık

Ulaşım İmkanları:

Taşıma lojistik dağıtımın en önemli parçasıdır. Kurulan dağıtım merkezinin taşıma modlarıyla bağlantısının olması gerekir. Genellikle dağıtım merkezleri otoyol ve çevre yollarına yakın yerlere kurulmaktadır. Taşıma modları arasında geçiş olması dağıtım maliyetlerini azaltır.

Sosyal ve çevresel:

Seçilen lokasyonun doğal çevreyi koruması ve çevre kirliliğini olabildiğince azaltması düşünülmelidir. Çevre kirliliği araç gürültüsü, titreşimi ve araçlardan salınan zararlı gazların emisyonunu kapsamaktadır.

Seçilen lokasyonun şehir yaşantısına etkisi düşünülmelidir. Şehir merkezine uzak bir yerleşim seçilirse şehir içi trafik yoğunluğuna etkisi daha az olur buna karşın dağıtım maliyetleri artacaktır.

Depolama:

Lokasyon seçimi yapılırken gelecekteki büyüme imkanlarının göz önüne alınması gerekir.

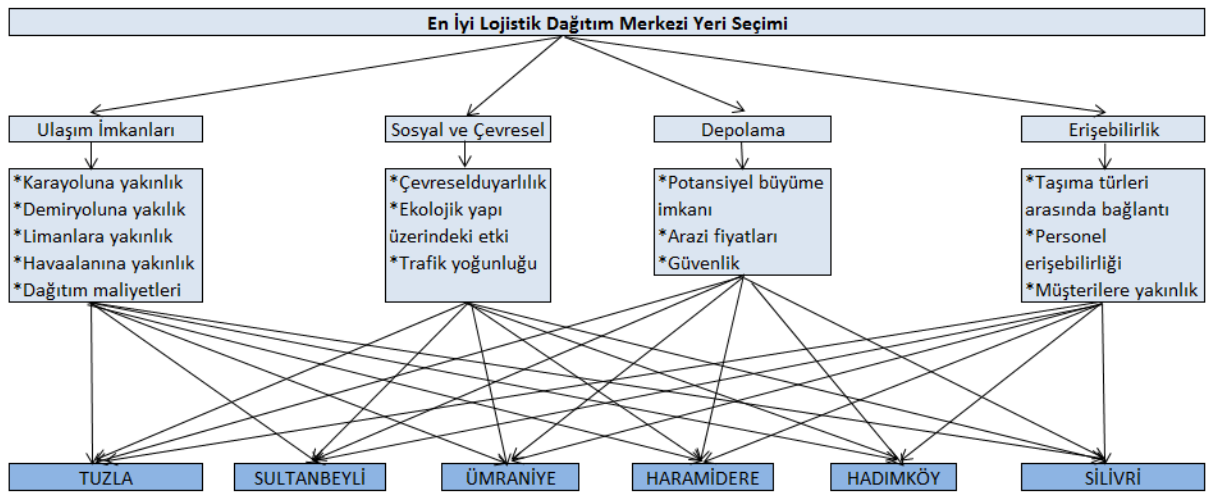
Arazi maliyetleri seçilen lokasyonla birebir ilişkilidir. Şehir merkezinden uzaklaştıkça arazi maliyetleri azalır.

Seçilen lokasyonun hırsızlıklara, yağmalamalara karşı güvenli bir bölgede olması gerekir.

Erişebilirlik:

Taşıma türleri arasında bağlantı ulaşım sistemlerinin birbirine seçenek oluşturması yerine birbirini tamamlamasıdır. Böylelikle taşıma hem daha kısa sürede hem de daha az maliyetle yapılabilir.

Kurulan dağıtım merkezinin müşterilere yakın olması dağıtım maliyetlerini azaltır ancak şehir içi trafik yoğunluğunu artırabilir.



Şekil 4.2 Kriterlerin hiyerarşik yapısı

4.3 Bulanık DEMATEL yönteminin uygulanması

Ana ve alt kriterlerin belirlenmesinden sonra Bulanık DEMATEL kullanılarak kriterler önem derecelerine göre ağırlıklandırılır.

1.adım: İlk olarak direk ilişki matrisi oluşturulur. Şekil 4.3’de gösterimi bulunan direk ilişki matrisi kriterler arasındaki ilişkiyi ölçmek için uzman kişiler tarafından ikili karşılaştırma skalası kullanılarak oluşturulur. Sunulan matris incelendiğinde, karar vericilerin değerlendirmesine göre Kriter 1, Kriter 3’ü “Çok Fazla ” olarak etkilerken; Kriter 3, Kriter 1’i “Çok Zayıf ” olarak etkilemektedir.

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
K ₁	0	F	ÇF	ÇF
K ₂	F	0	Z	F
K ₃	ÇZ	Z	0	ÇF
K ₄	E	ÇF	ÇF	0

	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅
K ₁₁	0	E	E	E	ÇF
K ₁₂	E	0	E	E	ÇF
K ₁₃	E	E	0	E	ÇF
K ₁₄	E	E	E	0	ÇF
K ₁₅	E	E	E	E	0

	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃
K ₂₁	0	ÇF	F
K ₂₂	Z	0	E
K ₂₃	E	ÇF	0

	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃
K ₃₁	0	ÇF	E
K ₃₂	F	0	F
K ₃₃	F	ÇF	0

	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃
K ₄₁	0	ÇF	F
K ₄₂	E	0	F
K ₄₃	E	F	0

Şekil 4.3 Direk ilişki matrisi

2.adım: Eşitlik 4.12, 4.13 ve 4.14 kullanılarak Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi şekil 4.4'te gösterildiği gibi oluşturulur.

	K1	K2	K3	K4
K1	0	(0.16,0.25,0.33)	(0.25,0.33,0.33)	(0.25,0.33,0.33)
K2	(0.16,0.25,0.33)	0	(0.08,0.16,0.25)	(0.16,0.25,0.33)
K3	(0.00,0.08,0.16)	(0.08,0.16,0.25)	0	(0.25,0.33,0.33)
K4	(0.00,0.00,0.08)	(0.25,0.33,0.33)	(0.25,0.33,0.33)	0

	K11	K12	K13	K14	K15
K11	0	(0.00,0.00,0.14)	(0.00,0.00,0.14)	(0.00,0.00,0.14)	(0.43,0.57,0.57)
K12	(0.00,0.00,0.14)	0	(0.00,0.00,0.14)	(0.00,0.00,0.14)	(0.43,0.57,0.57)
K13	(0.00,0.00,0.14)	(0.00,0.00,0.14)	0	(0.00,0.00,0.14)	(0.43,0.57,0.57)
K14	(0.00,0.00,0.14)	(0.00,0.00,0.14)	(0.00,0.00,0.14)	0	(0.43,0.57,0.57)
K15	(0.00,0.00,0.14)	(0.00,0.00,0.14)	(0.00,0.00,0.14)	(0.00,0.00,0.14)	0

	K21	K22	K23
K21	0	(0.38,0.50,0.50)	(0.25,0.38,0.50)
K22	(0.13,0.25,0.38)	0	(0.00,0.00,0.13)
K23	(0.00,0.00,0.13)	(0.38,0.50,0.50)	0

	K31	K32	K33
K31	0	(0.38,0.50,0.50)	(0.00,0.00,0.13)
K32	(0.25,0.38,0.50)	0	(0.25,0.38,0.50)
K33	(0.25,0.38,0.50)	(0.38,0.50,0.50)	0

	K41	K42	K43
K41	0	(0.38,0.50,0.50)	(0.25,0.38,0.50)
K42	(0.00,0.00,0.13)	0	(0.25,0.38,0.50)
K43	(0.00,0.00,0.13)	(0.25,0.38,0.50)	0

Şekil 4.4 Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi

3.adım: Normalleştirilmiş ilişki matrisi elde edildikten sonra eşitlik 3.16, 3.17 ve 3.18 kullanılarak toplam ilişki matrisi oluşturulur. Üçgensel bulanık sayılardan ilki yani “l” ayrı bir matris, ikincisi “m” ayrı bir matris, sonuncusu “u” ayrı bir matris olarak ele alınır. Bu üç matris önce birim matrsten çıkarılır; sonra çıkan matrisin tersi alınır ve matrisin ilk haliyle çarpılır. Bu işlem üçü içinde tekrar edildikten sonra bulunan sonuçlar birleştirilir ve üçgensel bulanık sayılardan oluşan; $\tilde{T}$ ile gösterilen tek bir toplam ilişki matrisi elde edilir. Şekil 4.5’te toplam ilişki matrisi gösterilmiştir.

	K1	K2	K3	K4
K1	(0.05,0.25,0.9)	(0.30,0.73,1.57)	(0.39,0.81,1.57)	(0.41,0.86,1.66)
K2	(0.18,0.4,1.1)	(0.11,0.42,1.25)	(0.20,0.58,1.45)	(0.27,0.68,1.58)
K3	(0.03,0.23,0.84)	(0.17,0.49,1.23)	(0.10,0.37,1.03)	(0.31,0.65,1.35)
K4	(0.05,0.21,0.79)	(0.32,0.63,1.27)	(0.32,0.64,1.27)	(0.15,0.44,1.10)

	K11	K12	K13	K14	K15
K11	(0.00,0.00,0.62)	(0.00,0.00,0.74)	(0.00,0.00,0.74)	(0.00,0.00,0.74)	(0.43,0.57,2.19)
K12	(0.00,0.00,0.74)	(0.00,0.00,0.62)	(0.00,0.00,0.74)	(0.00,0.00,0.74)	(0.43,0.57,2.19)
K13	(0.00,0.00,0.74)	(0.00,0.00,0.74)	(0.00,0.00,0.62)	(0.00,0.00,0.74)	(0.43,0.57,2.19)
K14	(0.00,0.00,0.74)	(0.00,0.00,0.74)	(0.00,0.00,0.74)	(0.00,0.00,0.62)	(0.43,0.57,2.19)
K15	(0.00,0.00,0.54)	(0.00,0.00,0.54)	(0.00,0.00,0.54)	(0.00,0.00,0.54)	(0.00,0.00,1.22)

	K21	K22	K23
K21	(0.07,0.21,0.62)	(0.51,0.83,1.30)	(0.27,0.46,0.98)
K22	(0.14,0.30,0.69)	(0.07,0.21,0.62)	(0.03,0.11,0.56)
K23	(0.05,0.15,0.56)	(0.41,0.60,0.98)	(0.01,0.06,0.40)

	K31	K32	K33
K31	(0.15,0.48,1.70)	(0.48,0.91,2.04)	(0.12,0.35,1.37)
K32	(0.40,0.96,2.70)	(0.27,0.83,2.37)	(0.32,0.69,2.04)
K33	(0.44,1.04,2.70)	(0.60,1.26,2.70)	(0.15,0.48,1.70)

	K41	K42	K43
K41	(0.00,0.00,0.35)	(0.50,0.80,1.35)	(0.40,0.70,1.35)
K42	(0.00,0.00,0.35)	(0.10,0.20,0.68)	(0.30,0.40,1.02)
K43	(0.00,0.00,0.35)	(0.30,0.40,1.02)	(0.10,0.20,0.68)

Şekil 4.5 Toplam ilişki matrisi

4.adım : $\tilde{T}$ matrisi elde edildikten sonra $\tilde{R}$ ve $\tilde{C}$ matrisleri hesaplanır. $\tilde{R}$ matrisi $\tilde{T}$ matrisinde satır elemanları toplamı , $\tilde{C}$ matrisi $\tilde{T}$ matrisinde sütun elemanlarının toplamıdır. Eşitlik 3.19 ve 3.20 kullanılarak $\tilde{S}$ ve $\tilde{D}$ değerleri bulunur. Bu değerler her bir kriterin diğerine olan etki seviyesi ve diğerleriyle ilişki seviyesi belirler. $\tilde{D}$ değeri pozitif olan kriterler diğerleri üzerinde daha yüksek etkiye sahiptir ve daha yüksek önceliğe sahip oldukları kabul edilir. Bu kriterler gönderici olarak adlandırılır. $\tilde{D}$ negatif ise kriter diğer kriterlerden daha fazla etkilenir ve daha düşük önceliğe sahiptir. Bu kriterlerde alıcı olarak adlandırılır. $\tilde{S}$ değerleri her bir kriterin diğer kriterlerle arasındaki

ilişkiyi gösterir. $\tilde{S}$ değeri yüksek olan kriterler diğer kriterlerle daha çok ilişkilidir, düşük olanların ilişkisi diğerleriyle daha azdır.

Standart bulanık ağırlıklar eşitlik 3.21 ile hesaplanır. Bulunan $\tilde{S}$ değerlerinin yani matrisin satır toplamı ile sütun toplamının toplamının normalleştirilmesiyle hesaplanır. Ana kriterler kendi aralarında her bir ana kritere ait alt kriterler kendi aralarında u değerlerinden en büyük olan sayıya bölünerek normalleştirilir. Kriterlerin ağırlıkları standart bulanık ağırlıklara eşitlik 3.22 uygulanarak hesaplanır.



	$\tilde{R}$	$\tilde{C}$	$\tilde{R} + \tilde{C}$	Standart Bulanık Ağırlık	$\tilde{R} - \tilde{C}$	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık
K1	(1.15,2.65,5.7)	(0.31,1.09,3.63)	(1.46,3.74,9.33)	(0.14,0.35,0.87)	(0.84,1.56,2.07)	0,40	0,22
K2	(0.76,2.08,5.38)	(0.90,2.27,5.32)	(1.66,4.35,10.7)	(0.16,0.41,1.00)	(-0.14,-0.19,0.06)	0,47	0,26
K3	(0.61,1.74,4.45)	(1.01,2.41,5.32)	(1.62,4.15,9.77)	(0.15,0.39,0.91)	(-0.4,-0.67,-0.87)	0,44	0,25
K4	(0.84,1.92,4.43)	(1.13,2.63,5.70)	(1.97,4.55,10.13)	(0.18,0.43,0.95)	(-0.29,-0.44,-1.27)	0,48	0,27
K11	(0.43,0.57,5.02)	(0.00,0.00,3.37)	(0.43,0.57,3.89)	(0.03,0.04,0.29)	(0.43,0.57,1.65)	0.72	0.23
K12	(0.43,0.57,5.02)	(0.00,0.00,3.37)	(0.43,0.57,3.89)	(0.03,0.04,0.29)	(0.43,0.57,1.65)	0.72	0.24
K13	(0.43,0.57,5.02)	(0.00,0.00,3.37)	(0.43,0.57,3.89)	(0.03,0.04,0.29)	(0.43,0.57,1.65)	0.72	0.25
K14	(0.43,0.57,5.02)	(0.00,0.00,3.37)	(0.43,0.57,3.89)	(0.03,0.04,0.29)	(0.43,0.57,1.65)	0.72	0.26
K15	(0.00,0.00,3.37)	(1.72,2.28,9.97)	(1.72,2.28,13.34)	(0.13,0.17,1)	(-1.72,-2.28,-6.6)	0.30	0.09
K21	(0.84,1.50,2.90)	(0.26,0.66,1.87)	(1.10,2.16,4.77)	(0.23,0.45,1)	(0.58,0.84,1.03)	0.51	0.36
K22	(0.24,0.63,1.87)	(0.98,1.65,2.90)	(1.22,2.28,4.77)	(0.26,0.48,1)	(-0.74,-1.02,-1.03)	0.53	0.38
K23	(0.47,0.81,1.94)	(0.31,0.63,1.94)	(0.78,1.44,3.88)	(0.16,0.30,0.81)	(0.16,0.18,0)	0.36	0.26
K31	(0.76,1.74,5.11)	(0.99,2.48,7.11)	(1.75,4.22,12.22)	(0.12,0.30,0.86)	(-0.23,-0.74,-2)	0.36	0,30
K32	(0.99,2.48,7.11)	(1.36,3.00,7.11)	(2.35,5.48,14.22)	(0.17,0.39,1)	(-0.37,-0.52,0)	0.46	0,39
K33	(1.19,2.78,7.11)	(0.59,1.52,5.11)	(1.78,4.3,12.22)	(0.13,0.30,0.86)	(0.6,1.26,2)	0.37	0,31
K41	(0.80,1.40,3.05)	(0.00,0.00,1.05)	(0.80,1.40,4.10)	(0.16,0.27,0.80)	(0.80,1.40,2.00)	1,75	0,29
K42	(0.30,0.60,2.05)	(0.80,1.40,3.05)	(1.10,2.00,5.10)	(0.22,0.39,1)	(-0.5,-0.8,-1)	2,37	0,39
K43	(0.30,0.60,2.05)	(1.30,0.70,3.05)	(1.60,1.30,5.10)	(0.31,0.25,1)	(-1,-0.1,-1)	1,98	0,32

Şekil 4.6 Kriterlerin önem dereceleri ve ağırlıkları

6.adım : Etkilenen ve Etkileyen kriterlerin belirlenmesi

Şekil 4.7' te hesaplanan değerler sonucunda kriterler arasındaki ilişkiyi gösteren R+C değerlerinde sırasıyla sosyal ve çevresel , erişebilirlik , depolama kriterleri diğer kriterle daha çok ilişkilidir.

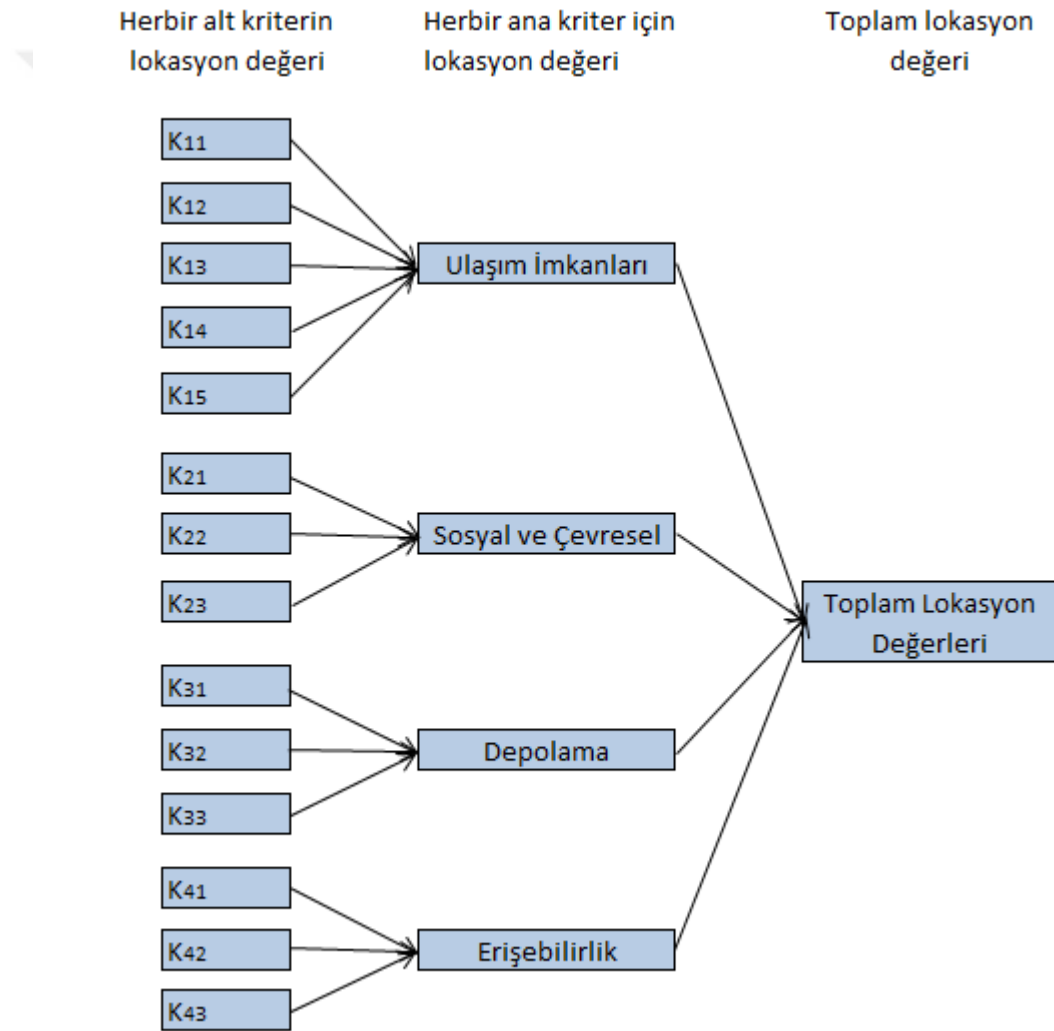
Alıcı ya da etkilenen olarak adlandırılan, daha düşük önceliğe sahip ve diğer kriterlerden daha çok etkilenen R-C (negatif) değerlerinde ise ulaşım imkanları , depolama ve erişebilirlik kriterlerinin etkilenen olduğu görülmüştür.Gönderici ya da etkileyici olarak adlandırılan, daha yüksek etkiye sahip ve daha çok önceliğe sahip D-R (pozitif) değerlerinde ulaşım imkânları kriterinin diğer kriterlere nazaran daha çok etkilendiği görülmüştür.

	$\tilde{R} + \tilde{C}$	$\tilde{R} - \tilde{C}$	R+C	R-C
K ₁	(1.46,3.74,9.33)	(0.84,1.56,2.07)	4,84	1,49
K ₂	(1.66,4.35, 10.7)	(-0.14,-0.19,0.06)	5,57	-0,27
K ₃	(1.62,4.15,9.77)	(-0.4,-0.67,-0.87)	5,24	-1,94
K ₄	(1.97,4.55,10.13)	(-0.29,-0.44,-1.27)	5,55	-2
K ₁₁	(0.43,0.57,3.89)	(0.43,0.57,1.65)	1,63	0,88
K ₁₂	(0.43,0.57,3.89)	(0.43,0.57,1.65)	1,63	0,88
K ₁₃	(0.43,0.57,3.89)	(0.43,0.57,1.65)	1,63	0,88
K ₁₄	(0.43,0.57,3.89)	(0.43,0.57,1.65)	1,63	0,88
K ₁₅	(1.72,2.28, 13.34)	(-1.72,-2.28,-6.6)	5,78	-10,6
K ₂₁	(1.10,2.16, 4.77)	(0.58,0.84,1.03)	2,68	0,82
K ₂₂	(1.22,2.28,4.77)	(-0.74,-1.02,-1.03)	2,76	-0,93
K ₂₃	(0.78,1.44,3.88)	(0.16,0.18,0)	2,03	0,34
K ₃₁	(1.75,4.22,12.22)	(-0.23,-0.74,-2)	6,06	-2,97
K ₃₂	(2.35,5.48, 14.22)	(-0.37,-0.52,0)	7,35	-1,26
K ₃₃	(1.78,4.3,12.22)	(0.6,1.26,2)	6,1	3,86
K ₄₁	(0.80,1.40,4.10)	(0.80,1.40,2.00)	2,1	4,2
K ₄₂	(1.10,2.00, 5.10)	(-0.5,-0.8,-1)	2,73	-2,3
K ₄₃	(1.60,1.30,5.10)	(-1,-0.1,-1)	2,66	-2,1

Şekil 4.7 R+C ve R-C değerleri

4.4 Genelleştirilmiş Choquet İntegralinin Uygulanması

İstanbul Anadolu yakasında üç , Avrupa yakasında üç tane olmak üzere altı alternatif belirlenmiştir. Bu altı alternatiften Anadolu ve Avrupa yakası için en iyi lokasyon Genelleştirilmiş Choquet İntegrali ile belirlenmiştir. Choquet integralinin hesaplama işlemleri oldukça karmaşıktır ancak ana ve alt kriterler arasındaki etkileşimi dikkate aldığı için elde edilen sonucun hassasiyeti artmaktadır. Choquet integralinin uygulanmasında Şekil 4.2'deki kriterlerin hiyerarşik yapısı temel alınmıştır. Her bir alternatifin toplam lokasyon değeri Şekil 4.8'da oluşturulan hiyerarşik yapıya bağlı olarak hesaplanıp, en yüksek değeri alan alternatif seçilmiştir.



Şekil 4.8 Toplam lokasyon değerinin hiyerarşik yapısı

1. Adım : Bireysel önem dereceleri, Dematel yönteminde hesaplanan standart bulanık ağırlıklar kullanılarak belirlenmiştir.[59] Tolerans aralığı ve beklenen lokasyon performansı değerleri uzman kişilere sorularak Çizelge 3.2’de verilen sözel ifadelere göre değerlendirilmiştir. Çizelge 4.1’de Kriterler ve alternatiflerin değerlendirme sonucundaki bulanık sayı değerleri gösterilmiştir.



Çizelge 4.1 Sözel ifadelerin yamuk bulanık sayılar ile ifade edilmesi

Kriterler	Kriterin Bireysel Önem Derecesi	Tolerans Aralığı	Alternatif Lokasyonların Algılanan Performans Seviyeleri					
			Tuzla	Sultanbeyli	Ümraniye	Haramidere	Hadımköy	Silivri
K1	(0.14,0.35,0.35,0.87)							
K11	(0.03,0.04,0.04,0.29)	(0.58,0.63,0.98,1)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(1,1,1,1)	(0.72,0.78,0.92,0.97)
K12	(0.03,0.04,0.04,0.29)	(0.17,0.22,0.8,0.86)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.04,0.1,0.18,0.23)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.04,0.1,0.18,0.23)	(0.17,0.22,0.36,0.42)
K13	(0.03,0.04,0.04,0.29)	(0.32,0.42,0.92,0.97)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0,0.01,0.02,0.07)	(0.04,0.1,0.18,0.23)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0.17,0.22,0.36,0.42)
K14	(0.03,0.04,0.04,0.29)	(0.17,0.22,0.8,0.86)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0,0.01,0.02,0.07)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0,0.01,0.02,0.07)
K15	(0.13,0.17,0.17,1)	(0.93,0.98,1,1)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0.58,0.63,0.8,0.86)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)
K2	(0.16,0.41,0.41,1)							
K21	(0.23,0.45,0.45,1)	(0.17,0.22,0.58,0.65)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.04,0.1,0.18,0.23)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.32,0.42,0.58,0.65)
K22	(0.26,0.48,0.48,1)	(0.32,0.42,0.92,0.97)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.04,0.1,0.18,0.23)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)
K23	(0.16,0.3,0.3,0.86)	(0.72,0.78,1,1)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0,0.01,0.02,0.07)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0.58,0.63,0.8,0.86)	(0.17,0.22,0.36,0.42)
K3	(0.15,0.39,0.39,0.91)							
K31	(0.12,0.3,0.3,0.86)	(0.32,0.42,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.04,0.1,0.18,0.23)	(0.58,0.63,0.8,0.86)
K32	(0.17,0.39,0.39,1)	(0.72,0.78,0.98,1)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)
K33	(0.13,0.3,0.3,0.86)	(0.04,0.1,0.58,0.65)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.58,0.63,0.8,0.86)
K4	(0.18,0.43,0.43,0.95)							
K41	(0.16,0.27,0.27,0.8)	(0.17,0.22,0.92,0.97)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.04,0.1,0.18,0.23)	(0.04,0.1,0.18,0.23)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0.72,0.78,0.92,0.97)
K42	(0.22,0.39,0.39,1)	(0.04,0.1,0.58,0.65)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.32,0.42,0.58,0.65)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.72,0.98,0.98,1)	(0.58,0.63,0.8,0.86)
K43	(0.31,0.25,0.25,1)	(0.32,0.42,0.92,0.97)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.93,0.98,0.98,1)	(0.17,0.22,0.36,0.42)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.58,0.63,0.8,0.86)

2. Adım : $\tilde{P}_i^t$ bulanık sayısı lokasyon alternatifinin performans seviyesi; $\tilde{e}_i^t$ bulanık sayısı lokasyon alternatifinin performansının tolerans aralığı olmak üzere ortalama $\tilde{P}_i^t, \tilde{e}_i^t$ değerleri eşitlik 3.23 kullanılarak hesaplanır.

3. Adım : Her kriterin lokasyon değeri üzerindeki etkisi eşitlik 3.24 kullanılarak normalleştirilir.

Sonuçlar $\alpha = 0$ için Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.4 ; $\alpha=1$ için Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.5 'de gösterilmiştir.

Örnek olarak ulaşım imkanları ana kriterinin, karayollarına yakınlık alt kriteri için $\alpha = 0$ olmak üzere yapılan normalleştirilmiş lokasyon değeri hesaplaması aşağıda verilmiştir.

$$f_i^\alpha = [\tilde{f}_{i,\alpha}^-, \tilde{f}_{i,\alpha}^+] = \frac{[0.58, 1] - [0.03, 0.29] + [1, 1]}{2} = [0.465, 0.71]$$

Çizelge 4.2 $\alpha=0$ için normalize edilmiş lokasyon değerleri (Anadolu yakası)

Kriterler	Kriterlerin bireysel önem dereceleri $\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	Normalize edilmiş lokasyon değerleri $[(C) \int f^- dg^-, (C) \int f^+ dg^+]$		
		TUZLA	SULTANBEYLİ	ÜMRANIYE
Ulaşım imkanları		[0.418, 0.641]	[0.25, 0.70]	[0.099, 0.527]
K11	[0.3, 0.29]	[0.465, 0.71]	[0.465, 0.71]	[0.16, 0.535]
K12	[0.3, 0.29]	[0.43, 0.9]	[0.43, 0.90]	[0.09, 0.53]
K13	[0.3, 0.29]	[0.375, 0.825]	[0.175, 0.665]	[0.15, 0.375]
K14	[0.3, 0.29]	[0.43, 0.9]	[0.23, 0.74]	[0.07, 0.45]
K15	[0.13, 1.00]	[0.465, 0.535]	[0.29, 0.465]	[0.36, 0.52]
Sosyal ve çevresel		[0.315, 0.831]	[0.314, 0.797]	[0.066, 0.7]
K21	[0.23, 1.00]	[0.26, 0.625]	[0.260, 0.625]	[0.335, 0.740]
K22	[0.26, 1.00]	[0.375, 0.825]	[0.375, 0.825]	[0.035, 0.455]
K23	[0.16, 0.86]	[0.36, 0.625]	[0.360, 0.625]	[0, 0.175]
Depolama		[0.285, 0.894]	[0.151, 0.769]	[0.10, 0.55]
K31	[0.12, 0.86]	[0.175, 0.665]	[0.100, 0.550]	[0.16, 0.465]
K32	[0.17, 1.00]	[0.36, 0.625]	[0.160, 0.465]	[0.335, 0.805]
K33	[0.13, 0.86]	[0.535, 0.965]	[0.335, 0.805]	[0.342, 0.965]
Erişebilirlik		[0.280, 0.968]	[0.199, 0.85]	[0.342, 0.965]
K41	[0.16, 0.80]	[0.48, 0.915]	[0.175, 0.740]	[0.035, 0.53]
K42	[0.22, 1.00]	[0.535, 0.965]	[0.335, 0.805]	[0.535, 0.965]
K43	[0.31, 1.00]	[0.1, 0.55]	[0.100, 0.550]	[0.48, 0.84]

Çizelge 4.3 $\alpha = 0$ için normalize edilmiş lokasyon değerleri (Avrupa yakası)

Kriterler	Kriterlerin bireysel önem dereceleri $\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	Normalize edilmiş lokasyon değerleri $[(C) \int f^- dg^-, (C) \int f^+ dg^+]$		
		HARAMİDERE	HADIMKÖY	SİLİVRİ
Ulaşım imkanları		[0.118,0.561]	[0.28,0.730]	[0.137,0.608]
K11	[0.3,0.29]	[0.36,0.695]	[0.5,0.71]	[0.36,0.695]
K12	[0.3,0.29]	[0.155,0.625]	[0.09,0.53]	[0.155,0.625]
K13	[0.3,0.29]	[0.035,0.455]	[0.48,0.84]	[0.1,0.55]
K14	[0.3,0.29]	[0.155,0.625]	[0.535,0.915]	[0.07,0.45]
K15	[0.13,1.00]	[0.16,0.36]	[0.36,0.52]	[0.16,0.36]
Sosyal ve çevresel		[0.335,0.812]	[0.319,0.813]	[0.157,0.730]
K21	[0.23,1.00]	[0.195,0.530]	[0.335,0.74]	[0.335,0.74]
K22	[0.26,1.00]	[0.480,0.840]	[0.375,0.825]	[0.175,0.665]
K23	[0.16,0.86]	[0.465,0.640]	[0.29,0.57]	[0.085,0.35]
Depolama		[0.178,0.687]	[0.178,0.78]	[0.248,0.89]
K31	[0.12,0.86]	[0.160,0.465]	[0.035,0.455]	[0.305,0.77]
K32	[0.17,1.00]	[0.175,0.665]	[0.360,0.625]	[0.160,0.465]
K33	[0.13,0.86]	[0.260,0.690]	[0.335,0.805]	[0.465,0.91]
Erişebilirlik		[0.127,0.690]	[0.461,0.965]	[0.376,0.910]
K41	[0.16,0.80]	[0.035,0.530]	[0.480,0.915]	[0.375,0.9]
K42	[0.22,1.00]	[0.260,0.690]	[0.535,0.965]	[0.465,0.91]
K43	[0.31,1.00]	[0.100,0.550]	[0.375,0.825]	[0.305,0.77]

Çizelge 4.4 $\alpha = 1$ için normalize edilmiş lokasyon değerleri (Anadolu yakası)

Kriterler	Kriterlerin bireysel önem dereceleri $\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	Normalize edilmiş lokasyon değerleri $[(C) \int f^- dg^-, (C) \int f^+ dg^+]$		
		TUZLA	SULTANBEYLİ	ÜMRANIYE
Ulaşım imkanları		[0.448,0.575]	[0.31,0.50]	[0.366,0.184]
K11	[0.04,0.04]	[0.50,0.675]	[0.50,0.85]	[0.395,0.3]
K12	[0.04,0.04]	[0.49,0.85]	[0.49,0.58]	[0.44,0.19]
K13	[0.04,0.04]	[0.43,0.75]	[0.25,0.68]	[0.295,0.05]
K14	[0.04,0.04]	[0.49,0.85]	[0.31,0.41]	[0.395,0.11]
K15	[0.17,0.17]	[0.49,0.5]	[0.31,0.5]	[0.4,0.46]
Sosyal ve çevresel		[0.389,0.656]	[0.382,0.624]	[0.164,0.394]
K21	[0.45,0.45]	[0.32,0.57]	[0.32,0.57]	[0.42,0.68]
K22	[0.48,0.48]	[0.43,0.75]	[0.43,0.75]	[0.09,0.38]
K23	[0.3,0.3]	[0.39,0.57]	[0.39,0.57]	[0.005,0.12]
Depolama		[0.414,0.675]	[0.259,0.53]	[0.259,0.53]
K31	[0.3,0.3]	[0.25,0.58]	[0.15,0.47]	[0.15,0.47]
K32	[0.39,0.39]	[0.40,0.57]	[0.22,0.40]	[0.22,0.40]
K33	[0.3,0.3]	[0.60,0.91]	[0.42,0.74]	[0.42,0.74]
Erişebilirlik		[0.444,0.770]	[0.26,0.626]	[0.45,0.714]
K41	[0.27,0.27]	[0.53,0.88]	[0.25,0.68]	[0.09,0.48]
K42	[0.39,0.39]	[0.60,0.91]	[0.42,0.74]	[0.60,0.91]
K43	[0.25,0.25]	[0.15,0.47]	[0.15,0.47]	[0.53,0.78]

Çizelge 4.5 $\alpha =1$ için normalize edilmiş lokasyon değerleri (Avrupa Yakası)

Kriterler	Kriterlerin bireysel önem dereceleri $\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	Normalize edilmiş lokasyon değerleri $[(C) \int f^- dg^-, (C) \int f^+ dg^+]$		
		HARAMİDERE	HADİMKÖY	SİLİVRİ
Ulaşım imkanları		[0.179,0.361]	[0.338,0.524]	[0.372,0.244]
K11	[0.04,0.04]	[0.4,0.645]	[0.51,0.685]	[0.575,0.47]
K12	[0.04,0.04]	[0.21,0.57]	[0.15,0.48]	[0.5,0.28]
K13	[0.04,0.04]	[0.09,0.38]	[0.53,0.78]	[0.4,0.22]
K14	[0.04,0.04]	[0.21,0.57]	[0.59,0.88]	[0.395,0.11]
K15	[0.17,0.17]	[0.21,0.30]	[0.39,0.47]	[0.22,0.29]
Sosyal ve çevresel		[0.435,0.619]	[0.392,0.651]	[0.26,0.525]
K21	[0.45,0.45]	[0.26,0.48]	[0.42,0.68]	[0.42,0.68]
K22	[0.48,0.48]	[0.53,0.78]	[0.43,0.75]	[0.25,0.58]
K23	[0.3,0.3]	[0.49,0.60]	[0.315,0.51]	[0.11,0.29]
Depolama		[0.262,0.54]	[0.311,0.563]	[0.273,0.649]
K31	[0.3,0.3]	[0.25,0.58]	[0.09,0.38]	[0.355,0.69]
K32	[0.39,0.39]	[0.22,0.40]	[0.4,0.57]	[0.22,0.4]
K33	[0.3,0.3]	[0.32,0.63]	[0.42,0.74]	[0.525,0.85]
Erişebilirlik		[0.173,0.514]	[0.515,0.845]	[0.429,0.797]
K41	[0.27,0.27]	[0.09,0.48]	[0.53,0.88]	[0.43,0.85]
K42	[0.39,0.39]	[0.32,0.63]	[0.6,0.91]	[0.525,0.85]
K43	[0.25,0.25]	[0.15,0.47]	[0.43,0.75]	[0.355,0.69]

4.Adım: Alt kriterler dikkate alınarak ana kriterlerin lokasyon değerleri aşağıdaki hesaplamalar tüm alt kriterler için uygulanmıştır.

“Ulaşım İmkanları” ana kriterinin $\alpha =0$ için;1. alternatif lokasyon Tuzla bölgesi için değerinin hesaplaması aşağıda verilmiştir.

Alt kriterlerin lokasyon değerleri ;

$$f_1^0=0,465 ; f_2^0=0,43 ; f_3^0=0,375 ; f_4^0=0,43 ; f_5^0=0,465$$

Sırasıyla ilgili kriterin bireysel önem dereceleri;

$$g_1^0 = 0,03 ; g_2^0 = 0,03 ; g_3^0 = 0,03 ; g_4^0 = 0,03 ; g_5^0 = 0,13 \text{ şeklindedir.}$$

Öncelikle alt kriterlerin lokasyon değerleri küçükten büyüğe sıralanır. Daha sonra ilgili bireysel önem dereceleri bu sıralamaya göre sırlanır.

$$f_3^0=0,375 < f_4^0=0,43 < f_2^0=0,43 < f_5^0=0,465 < f_1^0=0,465$$

$$g_3^0 = 0,03 \quad g_4^0= 0,03 \quad g_2^0= 0,03 \quad g_5^0= 0,13 \quad g_1^0= 0,03$$

$$g_1^0=0,03 \quad g_2^0=0,03 \quad g_3^0=0,03 \quad g_4^0=0,13 \quad g_5^0=0,03$$

λ değerini bulmak için aşağıdaki eşitlik çözülür.

$$1 = (1/\lambda) * \{ [(1 + \lambda * 0,03) * (1 + \lambda * 0,03) * (1 + \lambda * 0,03) * (1 + \lambda * 0,13) * (1 + \lambda * 0,03)] - 1 \}$$

$\lambda = 18,3$ olarak bulunur.

Bulanık ölçütler;

$$g(A_{(5)}) = g_5 = 0,03$$

$$g(A_{(4)}) = g_4 + g(A_{(5)}) + g_4 * g(A_{(5)}) * \lambda = 0,23$$

$$g(A_{(3)}) = g_3 + g(A_{(4)}) + g_3 * g(A_{(4)}) * \lambda = 0,39$$

$$g(A_{(2)}) = g_2 + g(A_{(3)}) + g_2 * g(A_{(3)}) * \lambda = 0,63$$

$$g(A_{(1)}) = g_1 + g(A_{(2)}) + g_1 * g(A_{(2)}) * \lambda = 1$$

Çizelge 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9'de tüm bulanık ölçüt değerleri ve λ değerleri gösterilmiştir.

Ana kriter için lokasyon değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$(C) \int f_0^- dg_0^- = 1 * 0,375 + 0,63 * (0,43 - 0,375) + 0,39 * (0,43 - 0,43) + 0,23 * (0,465 - 0,43) + 0,03 * (0,465 - 0,465) = 0,418$$

$$(C) \int f_0^+ dg_0^+ = 0,641$$

$$(C) \int \tilde{f} d\tilde{g} = [0,418, 0,641]$$

Çizelge 4.6 $\alpha = 0$ için bulanık ölçütler (Anadolu yakası)

TUZLA		SULTANBEYLİ		ÜMRANİYE	
$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$	$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$	$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$
Bulanık ölçütler		Bulanık ölçütler		Bulanık ölçütler	
$\lambda=18,3$	$\lambda=-0,999$	$\lambda=18,23$	$\lambda=-0,999$	$\lambda=18,23$	$\lambda=-0,999$
$g^-(A_{(2)})=0,63$	$g^+(A_{(5)})=0,29$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(5)})=0,29$	$g^-(A_{(3)})=0,39$	$g^+(A_{(3)})=1$
$g^-(A_{(4)})=0,23$	$g^+(A_{(4)})=0,5$	$g^-(A_{(2)})=0,63$	$g^+(A_{(2)})=0,75$	$g^-(A_{(4)})=0,23$	$g^+(A_{(4)})=0,5$
$g^-(A_{(5)})=0,13$	$g^+(A_{(3)})=0,64$	$g^-(A_{(5)})=0,03$	$g^+(A_{(3)})=0,64$	$g^-(A_{(2)})=0,63$	$g^+(A_{(5)})=0,29$
$g^-(A_{(3)})=0,39$	$g^+(A_{(2)})=0,75$	$g^-(A_{(4)})=0,08$	$g^+(A_{(4)})=0,50$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(2)})=1$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,39$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(5)})=0,13$	$g^+(A_{(1)})=1$
$\lambda=2,30$	$\lambda=-0,999$	$\lambda=2,198$	$\lambda=-1$	$\lambda=2,198$	$\lambda=-1$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,16$	$g^+(A_{(3)})=0,86$
$g^-(A_{(3)})=0,26$	$g^+(A_{(3)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,511$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,511$	$g^+(A_{(2)})=1$
$g^-(A_{(2)})=0,52$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,160$	$g^+(A_{(3)})=0,86$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$\lambda=7,49$	$\lambda=-0,99$	$\lambda=7,450$	$\lambda=-1$	$\lambda=7,450$	$\lambda=-1$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(2)})=0,99$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$g^-(A_{(3)})=0,47$	$g^+(A_{(3)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,465$	$g^+(A_{(3)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,465$	$g^+(A_{(2)})=1$
$g^-(A_{(2)})=0,13$	$g^+(A_{(1)})=0,86$	$g^-(A_{(2)})=0,13$	$g^+(A_{(1)})=0,86$	$g^-(A_{(3)})=0,13$	$g^+(A_{(1)})=0,86$
$\lambda=1,79$	$\lambda=-0,99$	$\lambda=1,796$	$\lambda=-1$	$\lambda=1,796$	$\lambda=-1$
$g^-(A_{(2)})=0,44$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$g^-(A_{(3)})=0,22$	$g^+(A_{(3)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,652$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,652$	$g^+(A_{(2)})=1$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,310$	$g^+(A_{(3)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,310$	$g^+(A_{(3)})=1$

Çizelge 4.7 $\alpha = 1$ için bulanık ölçütler (Anadolu yakası)

TUZLA		SULTANBEYLİ		ÜMRANİYE	
$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$	$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$	$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$
Bulanık ölçütler		Bulanık ölçütler		Bulanık ölçütler	
$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$
$g^-(A_{(5)})=0,04$	$g^+(A_{(5)})=0,04$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,44$	$g^+(A_{(3)})=0,44$
$g^-(A_{(4)})=0,10$	$g^+(A_{(4)})=0,10$	$g^-(A_{(2)})=0,67$	$g^+(A_{(5)})=0,04$	$g^-(A_{(4)})=0,28$	$g^+(A_{(4)})=0,28$
$g^-(A_{(3)})=0,13$	$g^+(A_{(3)})=0,13$	$g^-(A_{(5)})=0,04$	$g^+(A_{(3)})=0,18$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(2)})=0,67$
$g^-(A_{(2)})=0,30$	$g^+(A_{(2)})=0,30$	$g^-(A_{(4)})=0,10$	$g^+(A_{(4)})=0,10$	$g^-(A_{(5)})=0,04$	$g^+(A_{(1)})=1$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,44$	$g^+(A_{(2)})=0,67$	$g^-(A_{(2)})=0,67$	$g^+(A_{(5)})=0,17$
$\lambda=2,30$	$\lambda=-0,48$	$\lambda=-0,497$	$\lambda=-0,497$	$\lambda=-0,497$	$\lambda=-0,497$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$
$g^-(A_{(3)})=0,26$	$g^+(A_{(3)})=0,48$	$g^-(A_{(2)})=0,71$	$g^+(A_{(2)})=0,71$	$g^-(A_{(2)})=0,708$	$g^+(A_{(2)})=0,708$
$g^-(A_{(2)})=0,52$	$g^+(A_{(2)})=0,71$	$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$\lambda=0,02$	$\lambda=0,02$	$\lambda=0,031$	$\lambda=0,031$	$\lambda=0,031$	$\lambda=0,031$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(2)})=0,60$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$g^-(A_{(2)})=0,60$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,69$	$g^+(A_{(2)})=0,69$	$g^-(A_{(2)})=0,694$	$g^+(A_{(2)})=0,694$
$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$	$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$	$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$
$\lambda=0,4$	$\lambda=-0,4$	$\lambda=0,323$	$\lambda=0,323$	$\lambda=0,323$	$\lambda=0,323$
$g^-(A_{(2)})=0,70$	$g^+(A_{(2)})=0,70$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,25$	$g^+(A_{(3)})=0,25$
$g^-(A_{(3)})=0,39$	$g^+(A_{(3)})=0,39$	$g^-(A_{(2)})=0,67$	$g^+(A_{(2)})=0,67$	$g^-(A_{(2)})=0,671$	$g^+(A_{(2)})=0,671$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(1)})=0,25$	$g^+(A_{(3)})=0,25$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$

Çizelge 4.8 $\alpha = 0$ için bulanık ölçütler (Avrupa yakası)

HARAMİDERE		HADIMKÖY		SİLİVRİ	
$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$	$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$	$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$
Bulanık ölçütler		Bulanık ölçütler		Bulanık ölçütler	
$\lambda=18,2$	$\lambda=-0,999$	$\lambda=18,2$	$\lambda=-0,999$	$\lambda=18,2$	$\lambda=-0,999$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(5)})=0,29$	$g^-(A_{(2)})=0,63$	$g^+(A_{(5)})=0,29$	$g^-(A_{(4)})=0,23$	$g^+(A_{(5)})=0,29$
$g^-(A_{(2)})=0,63$	$g^+(A_{(2)})=0,75$	$g^-(A_{(5)})=0,03$	$g^+(A_{(2)})=0,75$	$g^-(A_{(3)})=0,39$	$g^+(A_{(4)})=0,5$
$g^-(A_{(3)})=0,39$	$g^+(A_{(3)})=0,64$	$g^-(A_{(3)})=0,15$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,63$	$g^+(A_{(3)})=1$
$g^-(A_{(5)})=0,03$	$g^+(A_{(4)})=0,50$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(3)})=0,64$	$g^-(A_{(5)})=0,13$	$g^+(A_{(2)})=1$
$g^-(A_{(4)})=0,23$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(4)})=0,08$	$g^+(A_{(4)})=0,5$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$\lambda=2,198$	$\lambda=-1$	$\lambda=2,198$	$\lambda=-1$	$\lambda=2,198$	$\lambda=-1$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,160$	$g^+(A_{(3)})=0,860$	$g^-(A_{(3)})=0,160$	$g^+(A_{(3)})=0,860$
$g^-(A_{(3)})=0,160$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,511$	$g^+(A_{(2)})=1$
$g^-(A_{(2)})=0,511$	$g^+(A_{(3)})=0,86$	$g^-(A_{(2)})=0,511$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$\lambda=7,450$	$\lambda=-1$	$\lambda=7,450$	$\lambda=-1$	$\lambda=7,450$	$\lambda=-1$
$g^-(A_{(2)})=0,465$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,465$	$g^+(A_{(2)})=1$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,13$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$g^-(A_{(3)})=0,130$	$g^+(A_{(3)})=0,86$	$g^-(A_{(2)})=0,465$	$g^+(A_{(3)})=0,86$	$g^-(A_{(3)})=0,13$	$g^+(A_{(3)})=0,86$
$\lambda=1,796$	$\lambda=-1$	$\lambda=1,796$	$\lambda=-1$	$\lambda=1,796$	$\lambda=-1$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,31$	$g^+(A_{(3)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,31$	$g^+(A_{(3)})=1$
$g^-(A_{(3)})=0,310$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$g^-(A_{(2)})=0,652$	$g^+(A_{(3)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,652$	$g^+(A_{(2)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,652$	$g^+(A_{(2)})=1$

Çizelge 4.9 $\alpha = 1$ için bulanık ölçütler (Avrupa yakası)

HARAMİDERE		HADIMKÖY		SİLİVRİ	
$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$	$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$	$g^-(A_{(i)})$	$g^+(A_{(i)})$
Bulanık ölçütler		Bulanık ölçütler		Bulanık ölçütler	
$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$	$\lambda=10,70$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,67$	$g^+(A_{(5)})=0,04$	$g^-(A_{(5)})=0,04$	$g^+(A_{(4)})=0,28$
$g^-(A_{(2)})=0,67$	$g^+(A_{(2)})=0,30$	$g^-(A_{(5)})=0,04$	$g^+(A_{(2)})=0,30$	$g^-(A_{(4)})=0,28$	$g^+(A_{(3)})=0,44$
$g^-(A_{(3)})=0,44$	$g^+(A_{(3)})=0,18$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,44$	$g^+(A_{(2)})=0,67$
$g^-(A_{(5)})=0,04$	$g^+(A_{(5)})=0,04$	$g^-(A_{(3)})=0,18$	$g^+(A_{(3)})=0,18$	$g^-(A_{(2)})=0,67$	$g^+(A_{(5)})=0,17$
$g^-(A_{(4)})=0,28$	$g^+(A_{(4)})=0,10$	$g^-(A_{(4)})=0,10$	$g^+(A_{(4)})=0,10$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$\lambda=-0,497$	$\lambda=-0,497$	$\lambda=-0,497$	$\lambda=-0,497$	$\lambda=-0,497$	$\lambda=-0,497$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$	$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$
$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,30$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$g^-(A_{(2)})=0,708$	$g^+(A_{(2)})=0,708$	$g^-(A_{(2)})=0,708$	$g^+(A_{(2)})=0,708$	$g^-(A_{(2)})=0,708$	$g^+(A_{(2)})=0,708$
$\lambda=0,031$	$\lambda=0,031$	$\lambda=0,031$	$\lambda=0,031$	$\lambda=0,031$	$\lambda=0,031$
$g^-(A_{(2)})=0,694$	$g^+(A_{(2)})=0,694$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,694$	$g^+(A_{(2)})=0,694$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(2)})=0,694$	$g^+(A_{(2)})=0,694$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$	$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$	$g^-(A_{(3)})=0,3$	$g^+(A_{(3)})=0,3$
$\lambda=0,323$	$\lambda=0,323$	$\lambda=0,323$	$\lambda=0,323$	$\lambda=0,323$	$\lambda=0,323$
$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(3)})=0,25$	$g^+(A_{(3)})=0,25$	$g^-(A_{(3)})=0,25$	$g^+(A_{(3)})=0,25$
$g^-(A_{(3)})=0,25$	$g^+(A_{(3)})=0,25$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$	$g^-(A_{(1)})=1$	$g^+(A_{(1)})=1$
$g^-(A_{(2)})=0,671$	$g^+(A_{(2)})=0,671$	$g^-(A_{(2)})=0,671$	$g^+(A_{(2)})=0,671$	$g^-(A_{(2)})=0,671$	$g^+(A_{(2)})=0,671$

5.Adım: En son aşamada toplam lokasyon değerinin hesaplanması ve durulaştırma işlemleri eşitlik 3.32 ve 3.33 kullanılarak yapılır.

Birinci alternatif Tuzla, $\alpha = 0$ için toplam lokasyon değerinin hesaplanması aşağıda gösterilmiştir.

$$\lambda = 2,04 ; g(A_{(4)}) = 0,14 ; g(A_{(3)}) = 0,35 ; g(A_{(2)}) = 0,60 ; g(A_{(1)}) = 1$$

$$(C) \int \tilde{f} d\tilde{g} = [0.308, 0.965]$$

Durulaştırma işlemi;

$$F(\tilde{A}) = \frac{0,308+0,432+0,701+0,965}{4} = 0,602$$

Çizelge 4.10 ve 4.11’de bütün alternatifler için toplam lokasyon değerleri ve durulaştırılmış değerler gösterilmiştir. Durulaştırma işlemine tabi tutulmuş Anadolu yakasındaki alternatiflerin toplam lokasyon değerlerine baktığımızda Tuzla=0,602 > Ümraniye= 0,495 > Sultanbeyli = 0,494 değerleri elde edilmiştir. Bu değerlere göre en iyi yerin, toplam lokasyon değerlerine göre Tuzla olduğu tespit edilmiştir. Her bir ana kriter için ayrı ayrı lokasyon değerlerine baktığımızda ulaşım imkanları, erişebilirlik sosyal ve çevresel ve depolama kriterinde Tuzla, erişim kriterinde ise Ümraniye en yüksek değeri almıştır. Toplam lokasyon değerine göre en yüksek yeri alan Tuzla alternatifi seçilir.

Çizelge 4.10 Anadolu yakası için toplam lokasyon değerleri ve durulaştırılmış değerler

KRİTERLER	ANADOLU YAKASI LOKASYON DEĞERLERİ			DURULAŞTIRMA		
	TUZLA	SULTANBEYLİ	ÜMRANIYE	TUZLA	SULTANBEYLİ	ÜMRANIYE
Toplam lokasyon değeri	[0.308,0.432,0.701,0.965]	[0.211,0.322,0.594,0.848]	[0.131,0.353,0.544,0.952]	0.602	0.494	0.495
Ulaşım imkanları	[0.418,0.448,0.575,0.641]	[0.25,0.31,0.50,0.70]	[0.099,0.366,0.184,0.527]	0.521	0.44	0.294
K11	[0.465,0.50,0.675,0.71]	[0.465,0.50,0.85,0.71]	[0.16,0.395,0.3,0.535]	0.588	0.631	0.348
K12	[0.43,0.49,0.85,0.9]	[0.43,0.49,0.58,0.90]	[0.09,0.44,0.19,0.53]	0.668	0.313	0.313
K13	[0.375,0.43,0.75,0.825]	[0.175,0.25,0.68,0.665]	[0.15,0.295,0.05,0.375]	0.595	0.443	0.218
K14	[0.43,0.49,0.85,0.9]	[0.23,0.31,0.41,0.74]	[0.07,0.395,0.11,0.45]	0.489	0.376	0.256
K15	[0.465,0.49,0.5,0.535]	[0.29,0.31,0.5,0.465]	[0.36,0.4,0.46,0.52]	0.498	0.391	0.435
Sosyal ve çevresel	[0.315,0.389,0.656,0.831]	[0.314,0.382,0.624,0.797]	[0.066,0.164,0.394,0.7]	0.548	0.529	0.331
K21	[0.26,0.32,0.57,0.625]	[0.260,0.32,0.57,0.625]	[0.335,0.42,0.68,0.740]	0.444	0.443	0.544
K22	[0.375,0.43,0.75,0.825]	[0.375,0.43,0.75,0.825]	[0.035,0.09,0.38,0.455]	0.595	0.595	0.24
K23	[0.36,0.39,0.57,0.625]	[0.360,0.39,0.57,0.625]	[0.0,0.005,0.12,0.175]	0.486	0.486	0.075
Depolama	[0.285,0.414,0.675,0.894]	[0.151,0.259,0.53,0.769]	[0.10,0.259,0.53,0.55]	0.567	0.427	0.360
K31	[0.175,0.25,0.58,0.665]	[0.1,0.15,0.47,0.550]	[0.16,0.15,0.47,0.465]	0.418	0.318	0.311
K32	[0.36,0.40,0.57,0.625]	[0.16,0.22,0.4,0.465]	[0.335,0.22,0.40,0.805]	0.489	0.311	0.44
K33	[0.535,0.60,0.91,0.965]	[0.335,0.42,0.74,0.805]	[0.342,0.42,0.74,0.965]	0.753	0.574	0.617
Erişebilirlik	[0.280,0.444,0.77,0.968]	[0.199,0.26,0.626,0.85]	[0.342,0.45,0.714,0.965]	0.616	0.483	0.618
K41	[0.48,0.53,0.88,0.915]	[0.175,0.25,0.68,0.74]	[0.035,0.09,0.48,0.53]	0.701	0.461	0.284
K42	[0.535,0.60,0.91,0.965]	[0.335,0.42,0.74,0.805]	[0.535,0.60,0.91,0.965]	0.753	0.753	0.753
K43	[0.1,0.15,0.47,0.55]	[0.1,0.15,0.47,0.550]	[0.48,0.53,0.78,0.84]	0.312	0.658	0.658

Durulaştırma işlemine tabi tutulmuş Avrupa yakasındaki alternatiflerin toplam lokasyon değerlerine baktığımızda Hadımköy = 0,594 > Haramidere = 0,461 > Silivri = 0,528 değerleri elde edilmiştir. Bu değerlere göre en iyi yerin, toplam lokasyon değerlerine göre Hadımköy olduğu tespit edilmiştir. Her bir ana kriter için ayrı ayrı lokasyon değerlerine baktığımızda ulaşım imkanları ve erişebilirlik kriterlerinde Hadımköy en yüksek değere sahiptir. Sosyal ve çevresel kriterinde Haramidere, depolama kriterinde ise Silivri en yüksek değeri almıştır. Toplam lokasyon değerine göre en yüksek yeri alan Hadımköy alternatifi seçilir.

Çizelge 4.11 Anadolu yakası için toplam lokasyon değerleri ve durulaştırılmış değerler

KRİTERLER	AVRUPA YAKASI LOKASYON DEĞERLERİ			DURULAŞTIRMA		
	HARAMİDERE	HADIMKÖY	SİLİVRİ	HARAMİDERE	HADIMKÖY	SİLİVRİ
Toplam lokasyon değeri	[0.168,0.317,0.547,0.813]	[0.286,0.426,0.705,0.958]	[0.209,0.362,0.643,0.900]	0,461	0,594	0,528
Ulaşım imkanları	[0.118,0.179,0.361,0.561]	[0.28,0.338,0.524,0.730]	[0.137,0.372,0.244,0.608]	0.305	0.468	0.34
K11	[0.36,0.4,0.645,0.695]	[0.5,0.51,0.685,0.71]	[0.36,0.575,0.47,0.695]	0.525	0.601	0.525
K12	[0.155,0.21,0.57,0.625]	[0.09,0.15,0.48,0.53]	[0.155,0.5,0.28,0.625]	0.390	0.408	0.39
K13	[0.035,0.09,0.38,0.455]	[0.48,0.53,0.78,0.84]	[0.1,0.4,0.22,0.55]	0.240	0.658	0.318
K14	[0.155,0.21,0.57,0.625]	[0.535,0.59,0.88,0.915]	[0.07,0.395,0.11,0.45]	0.390	0.73	0.256
K15	[0.16,0.21,0.3,0.36]	[0.36,0.39,0.470.52]	[0.16,0.22,0.29,0.36]	0.258	0.435	0.258
Sosyal ve çevresel	[0.335,0.435,0.619,0.812]	[0.319,0.392,0.651,0.813]	[0.157,0.26,0.525,0.730]	0.550	0.544	0.418
K21	[0.195,0.26,0.48,0.530]	[0.335,0.42,0.68,0.74]	[0.335,0.42,0.68,0.74]	0.366	0.544	0.544
K22	[0.48,0.53,0.78,0.84]	[0.375,0.43,0.75,0.825]	[0.175,0.25,0.58,0.665]	0.658	0.595	0.418
K23	[0.465,0.49,0.6,0.64]	[0.29,0.315,0.51,0.57]	[0.085,0.11,0.29,0.35]	0.549	0.421	0.208
Depolama	[0.178,0.262,0.54,0.687]	[0.178,0.311,0.563,0.78]	[0.248,0.273,0.649,0.89]	0.417	0.458	0.515
K31	[0.16,0.25,0.58,0.465]	[0.035,0.09,0.38,0.455]	[0.305,0.355,0.69,0.77]	0.364	0.458	0.53
K32	[0.175,0.22,0.4,0.665]	[0.36,0.4,0.57,0.625]	[0.160,0.22,0.4,0.465]	0.365	0.489	0.311
K33	[0.26,0.32,0.63,0.69]	[0.335,0.42,0.74,0.805]	[0.465,0.525,0.85,0.91]	0.475	0.575	0.688
Erişebilirlik	[0.127,0.173,0.514,0.690]	[0.461,0.515,0.845,0.965]	[0.376,0.429,0.797,0.910]	0.376	0.697	0.628
K41	[0.035,0.09,0.48,0.530]	[0.48,0.53,0.88,0.915]	[0.375,0.43,0.85,0.9]	0.283	0.701	0.639
K42	[0.26,0.32,0.63,0.690]	[0.535,0.6,0.91,0.965]	[0.465,0.525,0.85,0.91]	0.475	0.753	0.688
K43	[0.1,0.15,0.47,0.550]	[0.375,0.43,0.75,0.825]	[0.305,0.355,0.69,0.77]	0.318	0.595	0.530

4.5 Matematiksel Modelinin Oluşturulması ve Çözümü

4.6 Verilerin Toplanması

İstanbul ilçeleri arasında mesafe matrisi oluşturuldu. [93]. Matris Ek A'da verilmiştir. Her ilçenin talepleri nüfus yoğunluklarına orantılı olarak belirlendi [96]. İlçelerin talepleri Ek B'de verilmiştir.

Matematiksel model ağırlıklı p medyan problemi olarak oluşturulmuştur. Choquet integrali ile bulunan alternatif ilçelerin toplam lokasyon değeri modele ilçelerin ağırlıkları olarak yazılmıştır.

4.6.1 Modelin Çözülmesi

Modelin çözümü GAMS programı ile bulunmuştur. Model 61 iterasyonda 0.031 sn'de amaç fonksiyonun değerini 536204.855496 olarak bulunmuştur. Model de 3 kısıt bulunmaktadır. İlk kısıt bir talep noktasının tüm taleplerini sadece bir tesisten karşılanması kısıtıdır. İkinci kısıt açık olmayan bir tesise talep noktası ataması

yapılmaması kısıtıdır. Üçüncü kısıt açılacak olan tesis sayısını 2 adet olarak kısıtlamaktadır. Model de 234 adet değişken bulunmaktadır.

4.6.2 Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu çözüme göre X_1 ve X_6 karar değişkeni 1 değerini almıştır. X_j karar değişkeni 0-1 karar değişkenidir. Eğer o ilçede aktarma merkezi kuruluyor ise X_j 1 değerini alır. Yani dağıtım merkezinin kurulacağı yerler 1. ve 6. Bölgelerdir. Modelde bu bölgeler Haramidere ve Ümraniye'ye denk gelmektedir.

Şekil 5.9'da Gams programında elde edilen sonuca göre 1. ve 6. bölgenin talebini karşıladığı bölgeler verilmiştir.

1. bölgenin talebini karşıladığı bölgeler	6. bölgenin talebini karşıladığı bölgeler	
$Y_{1,1} = 1$	$Y_{3,6} = 1$	$Y_{23,6} = 1$
$Y_{2,1} = 1$	$Y_{5,6} = 1$	$Y_{24,6} = 1$
$Y_{4,1} = 1$	$Y_{6,6} = 1$	$Y_{26,6} = 1$
$Y_{7,1} = 1$	$Y_{8,6} = 1$	$Y_{27,6} = 1$
$Y_{11,1} = 1$	$Y_{9,6} = 1$	$Y_{28,6} = 1$
$Y_{13,1} = 1$	$Y_{10,6} = 1$	$Y_{29,6} = 1$
$Y_{14,1} = 1$	$Y_{12,6} = 1$	$Y_{30,6} = 1$
$Y_{17,1} = 1$	$Y_{15,6} = 1$	$Y_{32,6} = 1$
$Y_{25,1} = 1$	$Y_{16,6} = 1$	$Y_{33,6} = 1$
$Y_{31,1} = 1$	$Y_{18,6} = 1$	$Y_{34,6} = 1$
$Y_{35,1} = 1$	$Y_{19,6} = 1$	$Y_{37,6} = 1$
$Y_{36,1} = 1$	$Y_{20,6} = 1$	$Y_{38,6} = 1$
	$Y_{21,6} = 1$	
	$Y_{22,6} = 1$	

Şekil 4.9 Y_{ij} karar değişkeninin aldığı değerler

Esenyurt, Silivri, Çatalca, Başakşehir, Beylikdüzü, Büyükçekmece, Bahçelievler, Arnavutköy, Küçükçekmece, Avcılar, Bağcılar, Bakırköy ilçelerinin taleplerini Haramidere; diğer ilçelerin taleplerini ise Ümraniye karşılamaktadır.



Genelleştirilmiş Choquet integrali ile yapılan seçimde Tuzla ve Hadımköy ilçeleri seçilmişti. Ümraniye Anadolu yakasında ikinci en yüksek; Haramidere ise Avrupa yakasındaki alternatiflerden üçüncü en yüksek lokasyon değerine sahip ilçeydi. Choquet integrali ile belirlenen kriterlerle değerlendirme yapılmıştır. Kurulan matematiksel modelde ise ilçelerin birbirine olan uzaklıkları ve talep yoğunlukları dikkate alınmıştır. Dolayısı ile sonuçlar farklı çıkmıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kentlerin sürdürülebilir gelişmesinde kentsel lojistik faaliyetlerin önemli bir rolü olduğu, kabul edilen bir gerçektir. Kentsel lojistik; kentsel yük taşımacılığının yanı sıra depolama, antrepoculuk, gümrükleme, toplama, aktarma ve dağıtım merkezleri, tersine lojistik, vd faaliyetleri bir bütün olarak gören bir yaklaşımdır.

Kentsel lojistik sadece lojistik açısından değil kent planlaması ve şehirde yaşayanlara olan etkileri bakımından çok yönlü ele alınması gereken bir konudur. Kent içi tüm lojistik faaliyetlerin hem ekonomik hem ekolojik açıdan irdelenmesi gerekir.

Kentsel yerleşim alanlarının hızlı genişlemesi, eskiden kent dışında oluşan lojistik faaliyet alanlarının kent içinde kalmasına ve kentsel trafik yoğunluğunu aşırı artmasına sebep olmaktadır. Bu trafik yoğunluğu ve tıkanıklık araçların ortalama hızını düşürmekte, yakıt tüketimi arttırmakta, ürünlerin müşteriye ulaşma hızını olumsuz yönde etkilemektedir. Araçlardan kaynaklanan kirlilik, gürültü ve titreşimden dolayı oluşan sosyal ve çevresel olumsuz etkiler artmaktadır. Ayrıca küçük hacimlerde farklı bölgelere yapılan taşımalar birim lojistik maliyetleri artırmaktadır. Şehir içi yük taşımacılığı yapan 3.5 tondan daha az kapasiteli kamyonlar ve taşımacılık amaçlı kullanılan küçük ticari araçlar şehir içi trafiğinin büyük kısmını oluşturmaktadır.

Türkiye’de kentsel anlamda lojistik kümelenmeler sağlıklı bir şekilde planlanamadığından ve gerekli koordinasyon sağlanamadığından, sektör unsurları kendi lojistik çözümlerini kendileri üretmeye çalışmaktadırlar. Haller, Toptancılar,

Demiryolları, Denizyolları, Havayolları, Uluslararası Karayolu Taşımacılık Şirketleri, Nakliyat Ambarları, TIR-Kamyon Garajları, Motorlu Taşıyıcılar Kooperatifleri, Gümrükler ve Gümrük Komisyoncuları, Antrepo ve Depolar vd. lojistik sektörü unsurları, niteliklerine ve beklentilerine göre kentin çeşitli yerlerinde dağınık bir biçimde konuşlanmışlardır.[95]

Bu çalışmada İstanbul için her iki yakada birer tane olmak üzere iki büyük lojistik dağıtım merkezi kurulması için yer seçimi problemi ele alınmıştır. Kriterler belirlenirken kentsel trafiğe etkiler, çevresel etkiler, maliyetler gibi sosyo-ekonomik etkiler dikkate alınmıştır. Ana kriterlerin ve alt kriterlerin önem dereceleri bulanık DEMATEL yöntemi ile bulunmuş; burada bulunan değerler genelleştirilmiş choquet integralinde kullanılmıştır.

Kriterler arası etkileyen-etkilenen ilişkisinin ve kriterlerin önem derecelerinin ortaya konulması amacıyla DEMATEL yöntemi tercih edilmiştir. DEMATEL yöntemi uzlaşmacı sebep-sonuç modeli içeren, dolaylı ilişkileri kapsamaktadır. Bu nedenle kriterlerin önem derecelerinin tespitinde bu yöntem seçilmiştir. En önemli kriterin erişebilirlik, en az önemli olan kriterin ise ulaşım imkanları olduğunu görüyoruz. İkinci önemli kriter sosyal ve çevresel; üçüncü önemli kriter ise depolama olarak karşımıza çıkıyor.

Yer seçimi problemi çok kriterli karar verme problemi olarak hem nitel hem nicel hem nitel ana ve alt kriterler içerir. Choquet integralinin hesaplama işlemleri oldukça karmaşıktır buna karşın kriterler arasında etkileşim olduğunda çözüm için mükemmel bir araçtır. Choquet integrali ana ve alt kriterler arasındaki etkileşimi dikkate alır bu da elde edilen sonucun hassasiyetini artırır. Ayrıca genelleştirilmiş Choquet Integrali yönteminde tüm ana kriter ve alt kriterlerin performans değerleri her alternatif lokasyon için ayrı ayrı görülebilmekte ve böylece seçim işlemi daha da kolaylaşmaktadır.

P-medyan problemi şebeke üzerinde tüm talep noktalarına hizmet verecek olan 2 adet aktarma merkezinin yerinin belirlenmesi için kullanılmıştır. İlçeler arası mesafe matrisi, ilçelerin talep miktarları ve Choquet integralinde bulunan alternatif ilçelerin toplam lokasyon değeri de ağırlık olarak modele girilmiştir.

Yapılan Literatür araştırmasında bulanık DEMATEL ve genelleştirilmiş Choquet İntegralinin birlikte kullanıldığı tek çalışmanın ebi'nin [59] da yapmış olduğu internet sitelerinin tasarım kalitelerinin değerlendirmesi ile ilgili olan çalışma olduğu tespit edilmiştir. Bu alışma bulanık DEMATEL ve Choquet integralinin aktarma merkezi yer seçimi için ilk kez birlikte kullanılması açısından önemlidir.

İlerideki çalışmalarda farklı kriterler, olası yeni alternatif lokasyonlar ve farklı kesimlerden daha fazla sayıda karar vericinin görüşleri alınabilir.



KAYNAKLAR

- [1] Gonzalez-Feliu, J. ve Morana J., (2010). "Are city logistics solutions sustainable? The cityporto case." ISSN 1970-9870, 3: 55-64.
- [2] Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T. ve Duin, R.V. (2001). "City Logistics- Network Modelling and Intelligent Transport Systems", Pergamon.
- [3] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. ve Simchi-Levi, E., (2003), "Designing and managing the supply chain: concepts, strategies, and case studies", McGraw-Hill/Irwin, 133-136.
- [4] Pfohl, H.-Chr.,(2010), "Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen", Berlin
- [5] Witkowski, J. ve Janiak, M.K., (2012). "Correlation between city logistics and quality of life as an assumption for referential model." The seventh International Conference on City Logistics, Procedia- Social ve Behavioral Sciences, 39:568-581.
- [6] Teo, J.S.E, Taniguchi ve E., Qureshi, A.G., (2012). "Evaluating City Logistics Measure in E-Commerce with Multiagent Systems", Procedia Social and Behavioral Science, 39: 349 -359.
- [7] Büyüközkan, G., Soncul, M., Tanyas, M.,(2012), "Kentsel Lojistik Yapı Tasarımının Etkinleştirilmesi", Lojistik Dergisi, 24: 24-33
- [8] Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T., (2003). "Visions for City Logistics, Logistics Systems for Sustainable Cities", Proceedings of the 3rd International Conference on City Logistics, Maderia, Portugal.
- [9] Taniguchi, E. ve Thompson, R.G. ,(2002). "Modeling City Logistics. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.
- [10] Paglione, P.(2006). City Logistics: the need for a behavioural model. Societa Italiana degli Economisti dei Trasporti – VIII Riunione Scientifica, Trieste.
- [11] Taniguchi, E.,Noritake, M., Yamada, T., Izumitani (1999). "Optimal Size and Location Planning for Public Logistics Terminals", Trans Res Part E, 35:207-222.
- [12] Taniguchi, E. ve Heijden, V.D (1999). "An Evalution Methodology for City Logistic", Transport Reviews, 20: 65-90.
- [13] Crainic,T.G., Ricciardi, N. ve Storchi, G. (2004). "Advanced Freight Transportation Systems for Congested Urban Areas", Transportation Research Part C:Emerging Technologies, 12: 119-137

- [14] Duin, J.,H.,R.V., Quak, H., Munuzuri, J. (2010). "New Challenges for Urban Consolidation Centers: A Case Study in the Hague.",*Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2:6177-6188.
- [15] Munuzuria, J., Duin, J.H.R ve Escudero, A. (2010). "How Efficient is City Logistics? Estimating Ecological Footprints for urban Freight Deliveries." *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2: 6165-6176.
- [16] Kuo, M.,(2011) "Optimal Location Selection for An International Distribution Center by Using A New Hybrid Method", *Expert Systems with Applications*,38, 7208-7221
- [17] Awasthi, A., Chauhan, S.S. ve Goyal, S.K., (2011). "A Multi Criteria Decision Making Approach for Location Planning for Urban Distribution Centers Under Uncertainty" , *Mathematical and Computer Modelling*, 53: 98-109.
- [18] Taniguchi, E.,Thompson,R.G. ve Yamada,T.,(2012). "Emerging Techniques for Enhancing the Practical Application of City Logistics Models", *Procedia Social and Behavioral Science*, 39: 3-18.
- [19] Comendador, J., Monzón, A., López-Lambas, M. (2012). "A GPS Analysis for Urban Freight Distribution.",*Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 521-533 .
- [20] Taniguchi, E.,(2014). "Concepts Of City Logistics For Sustainable And Liveable Cities", *Procedia Social and Behavioral Science*, 151: 310-317.
- [21] Dizian, D., Taniguchi ve Dablanc,L.,(2014). "Urban Logistics by Rail and Waterways in France and Japan", *Procedia Social and Behavioral Science*, 125: 159-170.
- [22] Taniguchi, E.,Thompson, R.G ve Yamada,T.,(2014). "Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistic ", *Procedia Social and Behavioral Science*, 125: 4-14.
- [23] Pradhananga, R., Taniguchi, E., Yamada, T. ve Qureshi, A.G (2014). "Bi-objective Decision Support System for Routing and Scheduling of Hazardous Materials" ,*Socio-Economic Planning Sciences*, 2: 135-148.
- [24] Rao, C., Goh, M., Zhao, Y., Zheng, J., (2015). "Location Selection of City Centers Under Sustainability" ,*Transportation Research Part D*, 36: 29-44.
- [25] Ma, Y.(2014). "City Logistics in China –An Emprirical study from An Emerging-Market-Economy Country.", *Technische Universität Darmstadt, Germany*.
- [26] Marcucci, E. ve Danielis, E.R. ,(2008). "The Potential Demand for A Urban Freight Consolidation",*Transportation*, 35: 269-284.
- [27] Browne M, Sweet M, Woodburn A ve Allen J.,(2005). "Urban Freight Consolidation Centres, Final Report.", *University of Westminster,London*.
- [28] İstanbul Lojistik Sektör Analizi Raporu ,(2015), MUSİAD
- [29] İstanbul Haritası,www.turkcebilgi.com/harita/istanbul, 29 Şubat 2016.
- [30] IMP, (2006) ,İstanbul Çevre Düzeni Plan Sentez Raporu: Lojistik Hizmetler Sentezi, 171-199, İstanbul.
- [31] DTZ Pamir Soyuer, (2006b) ,*Turkish Logistic Market Overview Report*, İstanbul.

- [32] Yıldırım, B.F ve Önder,E., (2015), “İşletmeciler,Mühendisler ve Yöneticiler için Operasyonel ,Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ”, 2. Baskı, Dora.
- [33] Çakın, E.,(2013). “Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanıldığı Bir Uygulama”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi İzmir.
- [34] Tabucanon, M.T.,(1988). “Multiple Criteria Decision Making In Industry”, Elsevier,Amsterdam, Netherlands
- [35] Eleren, A. (2006). “Kuruluş Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci Yönetimi ile Belirlenmesi: Deri Sektörü Örneği”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler dergisi,2.
- [36] Norese,M.F.,(2006). “ELECTRE III As A Support For Participatory Decision-Making On The Localisation of Waste-Treatment Plants”, Land Use Policy, 23(1):76-85
- [37] Tuzkaya, G.,Önüt,S.,Tuzkaya U.R. ve Gülsün,B., (2008). “An Analytic Network Process Approach for Locating Undesirable Facilities: An Example From Istanbul, Turkey”,Journal of Environmental Management, 88(4): 970-983.
- [38] Queiruga, D., Walther, G., González-Benito ve J., Spengler, T., (2008). “Evaluation of sites for the location of WEEE recycling plants in Spain”, Waste Management,181-191.
- [39] Fernandez, I. ve Ruiz, M.C., (2009). “Descriptive Model and Evaluation System to Locate Sustainable Industrial Areas”, Journal of Cleaner Production, 17(1): 87-100.
- [40] Demirel, T., Demirel, N.C. ve Kahraman, C. (2010). “Multi-criteria Warehouse Location Selection Using Choquet Integral.” Expert Systems with Applications, 37, 3943-3952.
- [41] Khadivi, M.R. ve Fatemi Ghomi,M.R., (2012). “Solid waste facilities location using of analytical network process and data envelopment analysis approaches” Waste Management, 1258-1265.
- [42] Aktepe, A. ve Ersöz, S. (2014). “AHP, VIKOR ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Problemlerinde Uygulanması”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 25, 2-15.
- [43] Ecer, F., (2006). “Bulanık Ortamlarda Grup Kararı Vermeye Yardımcı Bir Yaklaşım: Fuzzy TOPSIS ve Bir Uygulama ”, Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi,7.
- [44] Fontele, E. ve Gabus, A. (1914). “DEMATEL : Progress Achieved”, Futures, 6:361-363.
- [45] Baykaşoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z., Şahin, C., (2013). “Integrating Fuzzy DEMATEL and Fuzzy Hierarchical TOPSIS Methods for Truck Selection” , Expert Systems with Applications, 40: 889-907.
- [46] Tseng, M.L, Chiang, J.H. ve Lan, L.W. , (2009). “Selection of Optimal Supplier in Supply Chain Management Strategy with Analytic Network Process and Choquet Integral.”, Computers & Industrial Engineering, 330-340.
- [47] Aksakal, E. Ve Dağdeviren, M. (2010). “ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım ”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25: 905-913.

- [48] Baruah, S., Raj, S., Ray, A. ve Chakravorty, S. (2012) "Analysis of Influencing Factors for Costs on Substation Siting Based on DEMATEL Method.", *Procedia Engineering*, 38:2564-2571
- [49] Chang, B., Chang, C.W. ve Wu, C.H. (2011) "Fuzzy DEMATEL Method For Developing Supplier Selection Criteria", *Expert Systems With Applications*, 38: 1850-1858.
- [50] Gharakhani, D. (2012), "The Evaluation of Supplier Selection Criteria by Fuzzy DEMATEL Method", *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2: 3215-3224
- [51] Büyükozan, G. ve Çiftçi, G. (2012). "A Novel Hybrid MCDM Approach Based on Fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers", *Expert Systems with Applications*, 39: 3000-3011.
- [52] Sumrit, D. ve Anuntavoranich, P.. (2013). "An Analytic Network Process Modeling to Assess Technological Innovation Capabilities: Case Study for Thai Automotive Parts Firms", *American Transactions on Engineering & Applied Sciences*, 2: 2229-1652.
- [53] Organ, A., (2013). "Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Makine Seçimini Etkileyen Kriterlerin Değerlendirilmesi", *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 22: 157-172.
- [54] Akyüz, E. ve Çelik, E. (2015). "A Fuzzy DEMATEL Method to Evaluate Critical Operational Hazards During Gas Freeing Process in Crude Oil Tankers.", *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 38: 243-253.
- [55] Grabisch, M. Ve Nicolas, J-M. (1994). "Classification by Fuzzy Integral: Performance and Tests.", *Fuzzy Sets and Systems*, 65: 255-271.
- [56] Grabisch, M. ve Labreuche, C. (2008). "A Decade of Application of the Choquet and Sugeno Integrals in Multi-Criteria Decision Aid.", *4OR: A Quarterly Journal of Operations Research* 6(1): 1-44.
- [57] Chiang, J.H. (2000). "Aggregating Membership Values by a Choquet-Fuzzy-Integral Based Operator. ", *Fuzzy Sets and Systems*, 11:367-375.
- [58] Tsai, H.H. ve Lu, I.Y. (2006). "The Evaluation of Service Quality Using Generalized Choquet Integral.", *Information Sciences*, 176: 640-663
- [59] Çebi, S., (2013). "A quality evaluation model for design quality of online shopping websites", *Electronic Commerce Research and Applications*, 12: 124-135.
- [60] Saad, I., Hammadi, S., Benrejeb ve M., Borne, P. , (2008). "Choquet Integral for Multi Criteria Aggregation in the Flexible Job-Shop Scheduling Problems.", *Mathematics and Computers in Simulation*, 76: 447-462.
- [61] Büyükozan, G., Feyzioğlu, O. ve Ersoy, M.Ş. (2009). "Evaluation of 4PL Operating Models: A Decision Making Approach Based on 2-Additive Choquet Integral", *International Journal of Production Economics*, 112–120.
- [62] Hu, Y.C. ve Chen, H.C., (2010). "Choquet Integral-Based Hierarchical Networks for Evaluating Customer Service Perceptions on Fast Food Stores", *Expert Systems with Applications*, 37, 7880-7887.
- [63] Ayyıldız, G. ve Çetin Demirel, N., (2010). "Fuzzy Choquet Integral Approach for Multi Criteria Supplier Evaluation Problem", *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Sigma 28: 214-223.

- [64] Sule, D.R, (2001). "Logistics of Facility Location and Allocation.", Marcel Dekker, Newyork, US.
- [65] Marianov, V. ve Sule, D.R, (2004). "P-Median Models in Public Sector.", Facility Location: Applications and Theory, Horst W. Hamacher, Zvi Drezner, Berlin, Springer, 119-14
- [66] Bastı, M., (2012). "P-Median Tesis Yeri Seçimi Problemi ve Çözüm Yaklaşımları.", Online Academic Journal of Information Technology., 3, 47-75.
- [67] Hakimi, S. L., (1965). "Optimum Distribution of Switching Centers in Communication Network and Some related Graph Teoretic Problems", Operations Research, 13(3): 462-475.
- [68] Jamshidi, M., (2009). "Median Location Problem", Facility Location: Concepts, Models ,Physica-Verlag Heidelberg, 177-191.
- [69] ReVelle, C. ve Swain, R. (1970). "Central Facilities Location", Geographical Analysis, 1: 30-42.
- [70] Rolland, E. , Schilling, D.A. ve Current, J.R., (1996). "An Efficient Tabu search Procedure for the P-Median Problem", European Journal of Operational, 2: 329-342.
- [71] Özcan,T., Çelebi,N. ve Esnaf,İ. ,(2011). " Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methodologies and Implementation of A Warehouse Location Selection Problem" ,38(8): 9773-9779.
- [72] Kuo, M.S., (2011). "Optimal Location Selection for An International Distribution Center by Using A New Hybrid Method", Expert Systems with Applications, 38: 7208-7221.
- [73] Chena, C.,T., Linb, C.,T., Huang, S.,F. (2006). "A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management" , International Journal of Production Economics, 102: 289-301.
- [74] Türker, T. (2012). "Üniversitelerde Bölümlerin Performanslarının Değerlendirilmesinde Bulanık DEMATEL ve Veri Zarflama Analizi Yöntemlerinin Kullanımı" , Karabük Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Karabük.
- [75] Gharakhani, D. (2012), "The Evaluation of Supplier Selection Criteria by Fuzzy DEMATEL Method", Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2 , 3215-3224
- [76] Ishizaka, A. ve Nemery,P.,(2013). "Multi-Criteria Decision Analysis:Methods and Software", Wiley.
- [77] Ishii, K. ve Sugeno, M.,(1985). "A Model of Human Evaluation Process Using Fuzzy Measure", International Journal of MAN-Machine Studies, 22, 19-38.
- [78] Ming-Lang, T., Chiang, J.H. ve Lan, L.W. (2009). "Selection of Optimal Supplier in Supply Chain Management Strategy with Analytic Network Process and Choquet Integral.", Computers & Industrial Engineering, 57, 330-340.
- [79] Büyüközkan, G. ve Ruan, D. , (2010). "Choquet İntegral Based Aggregation Approach To Software Development Risk Assessment", Information Sciences, 180, 441-451.
- [80] Yıldız, A.,(2013). "Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi ve Ekonomik Sipariş Miktarının Tespiti: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama", Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul .

- [81] Çakın, E.,(2013). “Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanıldığı Bir Uygulama”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [82] Ashayeri, J., Tuzkaya, G. ve Tuzkaya, U.R., (2012). “Supply Chain Partners and Configuration Selection: An Intuitionistic Fuzzy Choquet Integral Operator Based Approach”,Expert Systems with Applications, 39, 3642-3649.
- [83] Ming-Lang, T., Chiang, J.,H. ve Lan, L.W., (2009). “Selection of Optimal Supplier in Supply Chain Management Strategy with Analytic Network Process and Choquet Integral”,Computers & Industrial Engineering , 57, 330-340.
- [84] Kimbrough, S.O. ve Lau, H.C.,(2016). “Business Analytics for Decision Making”, A Chapman & Hall Book.
- [85] Gözaydın, O. ve Can, T., (2013). “Deprem Yardım İstasyonları için Lojistik Merkezi Seçimi: Türkiye Örneği.” , Havacılık ve Uzay Dergisi, 6, 17-31.
- [86] Lee, W.-C. Ve Yang, N.-S., (2009). “Location Problems Solving by Spreadsheets.”, WSEAS Transaction on Business and Economics., 6, 1109-9526.
- [87] Drezner, Z. Ve Hamacher, H.,W. (2004). “Facility Location : Applications and Theory”, Springer.
- [88] Karayolları Genel Müdürlüğü,
<http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Uzakliklar/ilcedenIlceyeMesafe.aspx>,
29 Şubat 2016
- [89] <http://www.lojistik.net/lojistik/dhl-city-logistics-calismasinin-istanbul-raporu-tamamlandi-1341827897h.html> , 29 Şubat 2016
- [90] <http://www.nufusu.com/ilceleri/istanbul-ilceleri-nufusu>, 29 Şubat 2016

İSTANBUL İLÇELER ARASI MESAFE MATRİSİ

	Haramidere /Esenyurt	Silivri	Sultanbeyli	Hadımköy/Çatalca	Tuzla	Ümraniye
Arnavutköy	30	62	62	44	75	47
Ataşehir	55	96	15	79	27	9
Avclar	8	43	71	32	73	53
Bahçelievler	22	57	60	46	59	26
Bağcılar	18	59	53	42	66	38
Bakırköy	22	57	51	46	59	26
Başakşehir	18	59	54	41	67	40
Bayrampaşa	28	63	40	52	53	20
Beşiktaş	39	74	30	63	42	9
Beykoz	62	97	35	86	66	20
Beylikdüzü	6	36	74	25	80	60
Beyoğlu	31	66	36	55	49	16
Büyükkçekmece	12	30	77	19	86	66
Çatalca	31	45	90	0	105	85
Çekmeköy	63	99	21	88	44	7
Esenler	32	67	49	56	76	29
Esenyurt	0	42	65	31	81	61
Eyüp	38	73	39	62	69	23
Fatih	29	64	39	53	52	19
Gaziosmanpaşa	35	71	44	60	72	26
Güngören	24	59	43	48	57	24
Kadıköy	47	82	19	71	37	8
Kağıthane	41	76	33	65	66	20
Kartal	64	99	17	88	17	24
Küçükçekmece	12	47	60	36	69	49
Maltepe	59	94	11	83	22	20
Pendik	74	116	23	99	16	29
Sancaktepe	68	103	11	92	39	11
Sarıyer	54	90	46	79	73	27
Silivri	42	0	107	45	116	96
Sultanbeyli	65	107	0	90	16	20
Sultangazi	34	69	51	58	74	28
Şile	118	153	49	142	77	62
Şişli	35	70	39	59	46	13
Tuzla	81	116	16	105	0	42
Ümraniye	61	96	20	85	42	0
Üsküdar	42	77	24	66	39	6
Zeytinburnu	24	59	44	48	57	24

TALEP MİKTARLARI



	Talep miktar
Esenyurt	742
Silivri	165
Sultanbeyli	321
Çatalca	67
Tuzla	234
Ümraniye	688
Başakşehir	353
Bayrampaşa	272
Beşiktaş	190
Beykoz	249
Beylikdüzü	279
Beyoğlu	242
Büyükkçekmece	231
Bahçelievler	602
Çekmeköy	231
Esenler	459
Arnavutköy	236
Eyüp	375
Fatih	419
Gaziosmanpaşa	501
Güngören	501
Kadıköy	302
Kağıthane	465
Kartal	457
Küçükçekmece	761
Maltepe	487
Pendik	681
Sancaktepe	354
Sarıyer	344
Ataşehir	419
Avcılar	425
Sultangazi	521
Şile	33
Şişli	274
Bağcılar	757
Bakırköy	223
Üsküdar	540
Zeytinburnu	289

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Zeynep AYDINAP
Doğum Tarihi ve Yeri : 19.09.1989, Ünye
Yabancı Dili: : İngilizce, Almanca
E-posta: : zeynep.aydnalp@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Yüksek Lisans	Endüstri Mühendisliği,Yıldız Teknik Üniversitesi	2013-2016
Yüksek Lisans (Erasmus +)	Technische Universität Kaiserslautern, Almanya	2014-2015
Lisans	Endüstri Mühendisliği,Dokuz Eylül Üniversitesi	2008-2012
Lisans	İşletme , Anadolu Üniversitesi	2008-2012
Lise	Fen Bilimleri, Atatürk Anadolu Lisesi, Samsun	2004-2008

İŞ TECRÜBESİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Araştırma Görevlisi Şubat,2014-Halen

YAYINLARI

Bildiri

1. TUZKAYA, U.,R. ve AYDINALP, Z., (2016) “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Kentsel Lojistik Merkez Yeri Belirleme” , 5. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi.

Proje

1. Dokuz Eylül Üniversitesi Tınaztepe Kampüsü İçin En İyi Çevre Yönetim Sisteminin Oluşturulması Konulu Proje Yarışmasında “Sosyal Tesislerin Yönetimi” Projesi ile 2.lık
2. Hemşire Çizelgeleme Lisans Bitirme Projesi (İzmir Medicalpark Hastanesinde Uygulamalı)

