

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ \* SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**3PL FİRMA SEÇİMİ ve ROTA MİNİMİZASYONUNA YÖNELİK BİR MODEL  
ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yasin DEMİRKAN**

**MART – 2021**

**GÜMÜŞHANE**



**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ \* SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**3PL FİRMA SEÇİMİ ve ROTA MİNİMİZASYONUNA YÖNELİK BİR MODEL  
ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yasin DEMİRKAN**

**MART- 2021**

**GÜMÜŞHANE**



**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ \* SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**3PL FİRMA SEÇİMİ ve ROTA MİNİMİZASYONUNA YÖNELİK BİR MODEL  
ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yasin DEMİRKAN**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. İskender PEKER**

**MART- 2021  
GÜMÜŞHANE**

## **KABUL VE ONAY**

## **BİLDİRİM**

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “3PL Firma Seçimi ve Rota Minimizasyonuna Yönelik Bir Model Önerisi” isimli bu çalışmanın tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve alıntı yaptığım tüm çalışmaların kaynakçada yer aldığını taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

12 / 03 / 2021

**Yasin DEMİRKAN**

## ÖNSÖZ

Lojistik sektörü küreselleşmeyle beraber iş hayatında önemli bir konuma gelmiştir. Bu yüzden insanların olmazsa olmaz gıda ihtiyaçlarının karşılanması aşamasında gıda lojistiği faaliyetleri de son derece önemlidir. Çoğu işletme lojistik faaliyetlerini kendi bünyesinde gerçekleştirme konusunda gerekli tecrübe, zaman, maddi imkanlar, iş gücü vb. sahip olmayabilir. Bundan dolayı işletmeler kendi ana faaliyet konularına yönelerek lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanımından yararlanmaktadır.

Bu çalışmanın başlangıcından itibaren benden yakın ilgi ve desteğini esirgemeyen, sağladığı akademik kaynaklarla birlikte bilgi ve tecrübelerinin yanı sıra karşılaştığım her türlü sorunda varlığını sürekli hissettiren değerli danışman hocam Doç. Dr. İskender PEKER' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez savunmamda yer alan ve önemli katkılarda bulunan sayın hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Cansu GÖK KISA ve Doç. Dr. Tarhan OKAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca yanımda olmakla birlikte tez yazım başlangıcından bitişine kadar olan süreçte maddi ve manevi desteklerini asla esirgemeyen değerli aile üyelerime, en başta abim Onur DEMİRKAN, babam Azmi DEMİRKAN, annem Nurten DEMİRKAN ve ablam Semiha DEMİRKAN' a teşekkürlerimi sunarım.

**Gümüşhane-2021**  
**Yasin DEMİRKAN**

## ÖZET

**DEMİRKAN, Yasin. 3PL Firma Seçimi ve Rota Minimizasyonuna Yönelik Bir Model Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, 2021, (XIV+115)**

Bu çalışmada iki ana bölümden oluşan bir uygulama modeli ile 3PL firma seçimi ve Rota minimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın ilk bölümde; Karadeniz Bölgesi'nde gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için 3PL firma seçimi Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada kriter ağırlıklandırılmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniğinden, 3PL firma seçiminde ise Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yönteminden yararlanılmıştır. Uygulama modelinin ikinci aşamasında ise ilk bölümde belirlenen 3PL firması için ürünlerin taşınmasında yararlanabileceği en uygun rota, Araç Rotalama Problemleri (ARP) çözüm tekniklerinden birisi olan Tasarruf Algoritması ile belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, “*Maliyet*” en yüksek ağırlığa, “*İmaj*” ise en düşük ağırlığa sahip olan kriterlerdir. Ayrıca A<sub>1</sub> Lojistik firması en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Ayrıca taşıma faaliyetleri için önerilen rota ile önemli bir tasarruf sağlandığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** 3. Parti Lojistik, Dış Kaynak Kullanımı, Çok Kriterli Karar Verme, Araç Rotalama Problemi, Tasarruf Algoritması

## ABSTRACT

**DEMİRKAN, Yasin. A Model Suggestion For 3PL Company Selection and Route Minimization, Master Thesis, 2021, (XIV+115)**

In this study, 3PL company selection and route minimization were carried out with the model of application consisting of two main parts. Accordingly, in the first part, 3PL company selection for a business operating in the food sector in the Black Sea Region was made with the help of Integrated Multi Criteria Decision Making Techniques. At this stage, Analytical Hierarchy Process (AHS) technique was used in the criterion of weighting and Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) method was used for 3PL company selection. In the second stage of the application model, the most suitable route for the 3PL company determined in the first part was found out by the saving algorithm, one of the Vehicle Routing Problems (ARP) solution techniques.

According to the results obtained, it was determined that the criterion with the the most valuable factor is “*Cost*”, the criterion with the lowest factor is “*Image*” and A<sub>1</sub> Logistics company is the best alternative. In addition, it has been determined that significant savings have been achieved with the recommended route for transportation activities.

**Keywords:** 3rd Party Logistics, Outsourcing, Multi-Criteria Decision Making, Vehicle Routing Problem, Saving Algorithm

## İÇİNDEKİLER

DIŞ KAPAK

İÇ KAPAK

KABUL VE ONAY .....	III
BİLDİRİM .....	IV
ÖNSÖZ.....	V
ÖZET.....	VI
ABSTRACT .....	VII
İÇİNDEKİLER .....	VIII
TABLolar LİSTESİ .....	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	XII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XIII

GİRİŞ .....	1
-------------	---

## BİRİNCİ BÖLÜM

<b>1. DIŞ KAYNAK KULLANIMI VE LOJİSTİK.....</b>	<b>4 - 13</b>
1.1. Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı .....	4
1.1.1. Dış Kaynak Kullanımının Sağladığı Avantajlar.....	5
1.1.2. Dış Kaynak Kullanımında Yaşanan Dezavantajlar .....	7
1.2. Lojistiğin Tarafları .....	7
1.2.1. Birinci Parti Lojistik (1PL).....	7
1.2.2. İkinci Parti Lojistik (2PL) .....	8
1.2.3. Üçüncü Parti Lojistik (3PL) .....	8
1.2.4. Dördüncü Parti Lojistik (4PL).....	10

1.2.5. Beşinci Parti Lojistik (5PL).....	10
1.3. Gıda Lojistiği.....	12

## İKİNCİ BÖLÜM

<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>14 - 45</b>
2.1. Dış Kaynak Kullanımına İlişkin Literatür Araştırması .....	14
2.1.1. Tanımlayıcı İstatistiki Yöntemli Çalışmalar .....	15
2.1.2. Sonuç Çıkarıcı İstatistiki Yöntemli Çalışmalar .....	20
2.1.3. ÇKKV Yöntemlerinin Kullanıldığı Çalışmalar.....	26
2.2. Araç Rotalama Problemine İlişkin Literatür Araştırması.....	28
2.2.1. Kesin Çözüm Yöntemli Çalışmalar.....	28
2.2.2. Sezgisel Çözüm Yöntemli Çalışmalar.....	33
2.2.3. Meta-Sezgisel Çözüm Yöntemli Çalışmalar .....	38

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

<b>3. AHS- VIKOR BÜTÜNLEŞİK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİĞİYLE X GIDA FİRMASI İÇİN DİŞ KAYNAK KULLANICI SEÇİMİ.....</b>	<b>46 - 61</b>
3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi .....	46
3.2. Araştırmanın Örneklemi ve Verilerin Elde Edilmesi .....	46
3.3. Araştırmada Kullanılan Yöntemler .....	47
3.3.1. AHS Yöntemi (Analitik Hiyerarşi Süreci) .....	47
3.3.2. VIKOR Yöntemi (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) .....	51
3.4. Uygulama .....	54
3.4.1. Problemin Belirlenmesi.....	54
3.4.2. Kriterlerin Belirlenmesi.....	55
3.4.3. AHS Yöntemiyle Kriterlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	56
3.4.4. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması .....	59

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

<b>4. ARP İLE A1 LOJİSTİK FİRMASI İÇİN EN UYGUN ROTANIN BELİRLENMESİ.....</b>	<b>64 - 83</b>
4.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	64
4.2. Araştırmanın Örneklemi ve Verilerin Elde Edilmesi .....	64
4.3. Araştırmanın Yöntemi .....	65
4.3.1. Araç Rotalama Problemi .....	65
4.3.1. Araç Rotalama Problemi Türleri .....	66
4.3.3. Araç Rotalama Problemi Çözüm Yöntemleri .....	67
4.3.3.1. Tasarruf Algoritması .....	69
4.4. Uygulama .....	69
4.4.1. Problemin Tanımı.....	69
4.4.2. Problemin Verilerinin Elde Edilmesi .....	70
4.4.3. Problemin Çözümü.....	71
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>84</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>87</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>115</b>

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. İkili Karşılaştırmalarda Kullanılan Önem Dereceleri .....	49
Tablo 2. RI Değeri Tablosu .....	51
Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Kriterler ve Kriterlerin Açıklamaları .....	55
Tablo 4. Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi .....	58
Tablo 5. Normalize Edilmiş Karar Matrisi ve Kriter Ağırlık Değerleri .....	58
Tablo 6. D Sütun Matrisi ve Tutarlılık Hesaplaması .....	59
Tablo 7. 3PL Firma Seçimine Ait Veri Seti .....	60
Tablo 8. Alternatiflerin Kriter Özellikleri ve Ağırlıklarının Eklendiği Karar Matrisi ....	60
Tablo 9. En İyi ve En Kötü Kriter Değerlerinin Belirlenmesi .....	61
Tablo 10. Normalizasyon Matrisi .....	61
Tablo 11. Ağırlıklandırılmış Normalizasyon Matrisi .....	62
Tablo 12. S, R ve Q Değerlerinin Hesaplanması .....	62
Tablo 13. Nihai Sıralama .....	63
Tablo 14. Sonuçlara Ait Koşulların Denetlenmesi .....	63
Tablo 15. Müşteri Kodları ve Talep Miktarları .....	70
Tablo 16. Uzaklık Matrisi .....	72
Tablo 17. Tasarruf Matrisi .....	74
Tablo 18. Tasarruf Hareketleri .....	75
Tablo 19. Tasarruf Algoritması Sonucu Oluşturulan Rotalar .....	81
Tablo 20. Mevcut Rota ve İyileştirilmiş Rota Farkları .....	82
Tablo 21. X Gıda Firması Tasarruf Maliyeti .....	83

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Dış Kaynak Kullanımının Tarihsel Gelişimi .....	5
Şekil 2. 3PL Modeli .....	9
Şekil 3. Dış Kaynak Kullanımında Lojistik Süreçler Gelişimi .....	11
Şekil 4. Üç Seviyeli Analitik Hiyerarşi Süreci .....	48
Şekil 5. 3PL Seçimi Akış Şeması.....	54
Şekil 6. En Uygun 3PL Seçimi Hiyerarşik Yapısı .....	57
Şekil 7. Araç Rotalama Problemi Türleri .....	67
Şekil 8. KARP Çözüm Yöntemleri .....	68
Şekil 9. Araç Rotalama Problemi Çözümü Akış Şeması .....	69
Şekil 10. Müşterilerin Harita Üzerinde Görsel Dağılımı .....	70

### KISALTMALAR LİSTESİ

TÜRKÇE		İNGİLİZCE	
1PL	Birinci Parti Lojistik	1PL	First Party Logistics
2PL	İkinci Parti Lojistik	2PL	Second Party Logistic
3PL	Üçüncü Parti Lojistik	3PL	Third Party Logistics
4PL	Dördüncü Parti Lojistik	4PL	Fourth Party Logistics
5PL	Beşinci Parti Lojistik	5PL	Fifth Party Logistic
A.Ş.	Anonim Şirketi	inc.	incorporated
AARP	Açık Araç Rotalama Problemi	OVRP	Open Vehicle Routing Problem
AAS	Analitik Ağ Süreci	ANP	Analytic Network Process
ABD	Amerika Birleşik Devletleri	USA	United States of America
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci	AHP	Analytical Hierarchy Process
ARP	Araç Rotalama Problemi	VRP	Vehicle Routing Problem
BT	Bilgi Teknolojileri	IT	Information Technology
CR	Tutarlılık Oranı	CR	Consistency Rate
ÇDARP	Çok Depolu Araç Rotalama Problemi	MDVRP	Multi-Depot Vehicle Routing Problem
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme	MCDM	Multi-Criteria Decision Making
ELECTRE	Elimination et choix traduisant la realite	ELECTRE	Elimination et choix traduisant la realite
EZTD_ARP	Eş Zamanlı Topla Dağıt Araç Rotalama Problemi		
FIFO	İlk Giren İlk Çıkar	FIFO	First in First out
GA	Genetik Algoritma	GA	Genetic Algorithm
GAMS	General Algebraic Modeling System	GAMS	General Algebraic Modeling System
KARP	Klasik Araç Rotalama Problemi		
Kg	Kilogram	Kg	Kilogram

TÜRKÇE		İNGİLİZCE	
KK_ETDARP	Kapasite Kısıtlı Eş Zamanlı Dağıtım Toplamalı Araç Rotalama Problemi		
KKARP	Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi	CVRP	Capacitated Vehicle Routing Problem
KKO	Karınca Kolonisi Optimizasyonu	ACO	Ant Colony Optimization
Km	Kilometre	Km	Kilometer
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler	SME	Small and Medium Businesses
MOORA	Multi-Objective Optimization By Ratio Analysis	MOORA	Multi-Objective Optimization By Ratio Analysis
PSO	Parçacık Sürü Optimizasyonu	PSO	Particle Swarm Optimization
SA	Süpürme Algoritması	SA	Sweep Algorithm
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti	TR	Turkish Republic
TA	Tabu Arama	TS	Tabu Search
TL	Türk Lirası	TL	Turkish Lira
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions	TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions
vb.	ve benzeri	etc.	et cetera
vd.	ve diğerleri	et al.	and other people
VIKOR	Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşma Çözümü	VIKOR	Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
YAK	Yapay Arı Kolonisi	BCO	Bee Colony Optimization
YÖK	Yükseköğretim Kurulu		
YSA	Yapay Sinir Ağı	ANN	Artificial Neural Network
YSD	Yüzde Sapma Değeri		
ZBARP	Zaman Bağımlı Araç Rotalama Problemi	TDVRP	The Time Dependent Vehicle Routing Problem
ZPARP	Zaman Programlı Araç Rotalama Problemi	VRPTP	Vehicle Routing Problem Time Programme

## GİRİŞ

Artan Dünya nüfusu ile beraber gıda ürünlerinin ve bu ürünleri üretmede kullanılan hammaddenin depolanması, ambalajlanması, taşınması vd. lojistik faaliyetler giderek daha önemli bir hale gelmiştir.

Gıda lojistiği işletmelerin geçmişte kendi imkânlarıyla yürüttükleri bir iş faaliyeti olmasına rağmen, büyüyen pazar kapasitesiyle ve zamanla ayrı bir sektör haline gelmiştir. Daha çok büyük firmaların ana iş kolu faaliyetlerine önem vermesi ve maliyetlerden tasarruf etmesi için lojistik faaliyetler dış kaynak sağlayıcıları tarafından karşılanmaktadır. Özellikle Üçüncü Parti Lojistikten (3PL) sonra ortaya çıkan bu süreç; uzman ve profesyonel kişiler tarafından daha da geliştirilmiş ve teknolojinin de kullanılmasıyla Beşinci Parti Lojistik (5PL) olarak pazardaki yerini almaya başlamıştır.

İşletmelerin lojistik faaliyetlerini dış kaynak kullanarak gidermesinden dolayı yüklenici firmalar da tüm bu faaliyetleri en iyi şekilde yapmanın yollarını aramaktadır. Her işletme uzun vadede hayatını sürdürmek için kurulmasına rağmen temel amaçları arasında kar elde etmek de bulunmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında taşıma sürecinde araçların yük kapasitesini ve kat ettiği mesafeyi en iyi şekilde dizayn etmek maliyetlerin azaltılmasında önemli bir etken olmaktadır.

Ayrıca Dünya'yı etkisi altına alan Covid-19 Pandemi süreci her sektörde etkisini göstermesinin yanında Gıda Lojistik faaliyetleri üzerinde de etkisini sürdürmektedir. Bu süreçte doğru tedarikçi ile çalışmak özellikle gıda firmaları açısından, ürünün doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyatla sunulması ve temin edilmesini önemli kılmaktadır. Dolayısıyla çalışmanın yapıldığı Covid-19 sürecinde firma seçiminin en iyi şekilde yapıp müşterilerin taleplerini eksiksiz bir şekilde ve zamanında karşılamak çok değerli hale gelmiştir.

Bu doğrultuda mevcut tez çalışmasının amacı, Karadeniz Bölgesi'nde gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın lojistik faaliyetlerini gerçekleştirirken yararlanabileceği 3. Parti Lojistik hizmetleri sunan en uygun tedarikçi seçimini Çok Kriterli Bir Karar Verme Yaklaşımı ile gerçekleştirerek belirlenen 3.Parti Lojistik

Firmasının maliyetlerini minimize etmek amacıyla bir Araç Rotalama Problemi doğrultusunda uygulamalı bir çözüm önerisi sunmaktır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, dış kaynak kullanım sürecinde firma performansları, firma riskleri, firmaların hangi lojistik faaliyetlerden yararlandığı istatistiksel çözüm yöntemleri ile analiz edildiği söylenebilir. Bunun yanında doğru kriterlerle doğru firma seçimi için ÇKKV yöntemlerinin de sıklıkla kullanıldığı ifade edilebilir. Taşıma maliyetlerini minimize etme konusunda araç rotalama problemleri kapsamında farklı çözüm yöntemlerinin kullanıldığı ve buna yönelik artan düzeyde çalışma olduğu da göze çarpan diğer bir bulgudur. Bu çalışma da öncelikle ilgili firma için en uygun 3PL seçimi yapılmaktadır. Yapılan seçim sonrasında lojistik faaliyetleri karşılayacak tedarikçinin maliyetlerinin de azaltılmasına yönelik, araç rota minimizasyonu önerilmektedir. Dolayısıyla bu bütünleşik bakış açısı ile gerçek bir vaka analizi çalışması olması son derece önemlidir. Gerek kullanılan yöntemler gerekse de uygulama alanı bakımından ilgili literatüre önemli bir katkı sunmaktadır.

Bu tez çalışması dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde dış kaynak kullanımına dair genel bilgiler, tarihsel gelişimi, avantajları ve dezavantajlarına değinilmiştir. Dış kaynak kullanımına ilişkin lojistik süreçlerden bahsedildikten sonra gıda sektöründe sıkça kullanılan gıda lojistiği kavramı anlatılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünü literatür araştırması oluşturmaktadır. Bu kapsamda gıda sektörü ve gıda lojistiği alanında, literatürde yapılan çalışmalar istatistiki ve Çok Kriterli Karar Verme çözüm yöntemlerine göre kategorize edilerek özetlenmiştir. Ek olarak dış kaynak kullanımı seçim süreci sonunda yapılacak araç rotalama problemi için çözüm yöntemleri göz önünde bulundurularak kesin, sezgisel ve meta-sezgisel yöntemler başlıkları altında literatür araştırmasına yer verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, amaca yönelik kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) tekniği hakkında bilgi verilmiştir. Uzmanlar ve literatür araştırması sonucunda elde edilen kriterlerin AHS yöntemiyle ağırlıklandırılması yapıldıktan sonra VIKOR tekniğiyle alternatifler arasından en iyi firma seçimi gerçekleştirilmiştir.

Dördüncü bölümde, lojistik faaliyetler için seçilen firmanın taşıma sürecinde kullanmış olduğu rota güzergahları sezgisel yöntemlerden olan tasarruf algoritması

yardımıyla iyileştirilmiştir. Çalışmanın sonunda elde edilen bulgular neticesinde sonuç ve önerilerde bulunulmuş, kısıtlar belirtilmiş ve ileriki araştırmalara yönelik fikirler sunulmuştur.

## **BİRİNCİ BÖLÜM**

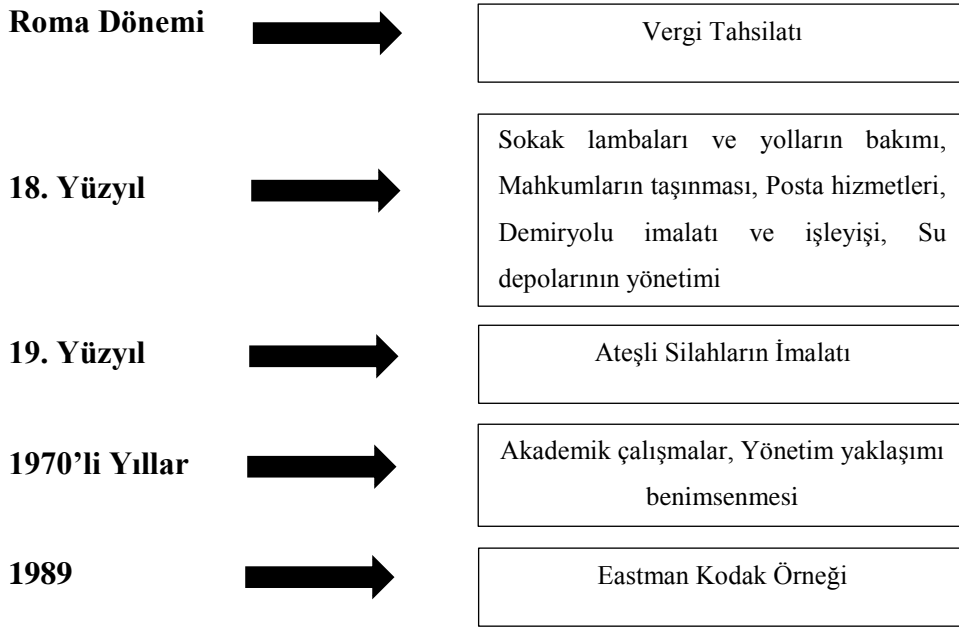
### **1. DIŞ KAYNAK KULLANIMI ve LOJİSTİK**

Çalışmanın bu bölümünde dış kaynak kullanımına ilişkin genel bilgiler, tarihsel gelişimi, avantajlar ve dezavantajlara dair bilgiler verilmiştir. Ardından dış kaynak kullanımına ilişkin lojistik süreçlerden 1PL, 2PL, 3PL, 4PL ve 5PL kavramlarına değinilmiştir. Son olarak dış kaynak kullanımının sıkça kullanıldığı gıda sektöründe, gıda lojistiği hakkında bilgi verilmiştir.

#### **1.1. Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı**

Literatüre 1982 yılında dahil olan “outsourcing” yani Dış Kaynak Kullanımı kavramı; özgül bir işletme fonksiyonunun firma içinden firma dışına aktarılması olarak tanımlanmaktadır (Zhu vd., 2001: 374). Bir başka tanıma göre; işletmenin devamlılık sağlamasına yönelik bazı içsel faaliyetlerini ve yönetim haklarını, sözleşme karşılığında, alanında uzman firma veya firmalara aktarması olarak tanımlanabilir (Greaver M. ve Greaver F., 1999). Dış kaynak kullanımı, işletmelerin ana faaliyet konusu dışında kalan işlemlerini kaynak tasarrufu sağlamak, yapı olarak küçültmek, daha kolay hale getirebilmek ve kendisinin asıl olan faaliyetlerine yönelmesi amacıyla başka işletmelere aktarması olarak da tanımlanabilir (Yüksel ve Gerede, 2012: 123). Dış kaynaklardan tarih boyunca farklı şekilde yararlanılmıştır. Tarihsel açıdan dış kaynak kullanımının gelişimi Şekil 1’de gösterilmiştir (Karahan, 2009: 188):

### Şekil 1. Dış Kaynak Kullanımının Tarihsel Gelişimi



Kaynak: Karahan, 2009: 188

Lojistik faaliyetlerin tümü işletmenin kendisi tarafından yerine getirilebileceği gibi yarısı kendisi tarafından, diğer bir yarısı da dış kaynak kullanımı yöntemi ile başka işletmelere yaptırılabilir (Tokay ve Kaya, 2012: 88). Lojistik faaliyetlerin tamamının veya bir kısmının işletme dışından karşılanması lojistik süreçte dış kaynak kullanımı olarak nitelendirilmektedir (Yıldız vd., 2013: 133).

Tarihte dış kaynak kullanımının 18. yüzyılda başlamış olduğu söylenmektedir. Buna kanıt olarak 18. ve 19. yüzyıllarda İngiltere, sokak lambalarının bakımı ve işletilmesi, hapishanelerin işleyişinin sürdürülmesi, devlete ait karayollarının bakımı ve yenilenmesi, vergilerin toplanması gibi hizmetlerin işleyişi için devlet eliyle özel sektöre aktarıldığı görülmüştür (Tetik ve Ören, 2007: 75). Bu yıllarda Fransız demiryollarının imal ve tadilatı, su depolama ve dağıtım gibi devletin sağladığı hizmetlerde Dış Kaynak Kullanımından yararlanıldığı görülmüştür. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Amerikan sanayisinde yedek parça üretiminde dış kaynak sağlayıcılarından yararlanılmıştır (Ofloğlu ve Doğan, 2009: 143).

#### 1.1.1. Dış Kaynak Kullanımının Sağladığı Avantajlar

Dış kaynak kullanımı, işletmelerin birçok avantaj sağlamasına olanak verir. Dış kaynaklardan yararlanma, işletmelere uzmanlaşma ve ana faaliyetleri üzerinde

yoğunlaşma imkânı vermektedir. Öz yeteneklere odaklanmak işletmelerin dış kaynak kullanımını tercih etmesine olanak vermekle birlikte en önemli avantajlarından biri olarak öne çıkmaktadır (Quélin ve Duhamel, 2003: 654).

Öz yetenekleri yanında dış kaynak kullanımında işletmeler için maliyet azaltmaya yönelik baskılar önem arz etmektedir. Dış kaynak kullanımı neticesinde öz yeteneği üzerinde yoğunlaşan firmalar, uzmanlaşma ile birlikte ölçek ekonomisinden faydalanacak, firma için belirli bir ürün veya hizmetin daha uygun fiyata sunulması mümkün olacaktır. Dış kaynak kullanımı, maliyetleri önemli ölçüde azaltan bir uygulama olup, sabit maliyetlerle birlikte tamamen değişken bir maliyet yapısına geçişe de imkân vermektedir. Şirketler için risk yönetimine de olumlu yansıyan bu sistem hem maliyet hem de yatırım risklerini azaltmakta veya tamamen ortadan kaldırmaktadır (Ataman, 2004: 14).

Bir işletmenin başarılı olması için vizyon ve misyonunu, sektördeki yerini, müşteri hacmini, müşteri arzu ve isteklerindeki oluşacak değişimleri sürekli takip etmesi, hatta müşteri beklentilerini beklemeden yaratıcı fikirler ortaya koyarak mal veya hizmet üretmesi gerekir. Bunun için işletme tüm paydaşlarıyla beraber sürekli kaliteyi arama ve arttırma çabası içinde olmalıdır (Karafakıoğlu, 2005: 5). Bu doğrultuda dış kaynak kullanımı sonucu bir işletmenin hem ürün ya da hizmet kalitesi hem de şirket marka değeri artmaktadır. Bu nedenle birçok dış kaynak kullanıcısı maliyetleri azaltmaktan çok kaliteyi artırmak için dış kaynak kullanımına gitmektedir (Bryce ve Useem, 1998: 638).

Teknolojide sürekli meydana gelen değişim ve gelişimi takip etmek pahalı olmakla birlikte bazı durumlarda işletmeye stratejik, rakiplerinden sıyrılabileceği imkânları sağlamaktadır. Ancak işletmelerin lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımına gitmesi teknolojik gelişmelere daha kolay, hızlı ve ekonomik bir şekilde ulaşmalarına imkân vermektedir (Jennings, 1997: 92).

İşletmeler yatırımlardaki risklerden dolayı da dış kaynak kullanımına gitmektedir. Dış kaynak kullanımı ile oluşan riskler paylaşılır ve faaliyet geliştirme stratejileri profesyonel ve uzman kişiler tarafından başarılı bir şekilde ilerleyebilir. İşletmeler dış kaynak kullanmakla birlikte değişen koşullara karşı esnekliklerini artırır ve değişim geçişlerini daha hafif hissedebilmektedir (Gençyılmaz ve Zaim, 2000: 119-138).

### **1.1.2. Dış Kaynak Kullanımında Yaşanan Dezavantajlar**

Dış kaynaklardan faydalanmanın firmalara sunmuş olduğu birçok imkân ve avantajların yanı sıra, firma açısından özel bilgilerin işletme dışına aktarılması, tedarikçi ile koordine içinde bir organizasyon sürecine girilememesi gibi riskleri de içermektedir. Bunun yanı sıra seçim sürecinde yanlış dış kaynaklardan yararlanma fikrine varılmış olunması, dış kaynaklardan yararlanma kararının faaliyete geçirilmesi sürecinde geç kalınması ve tecrübeli işe yatkın personelin kaybedilmesi gibi dezavantajları da vardır (Martinsons, 1993: 20).

Diğer dezavantajlar ise şöyle sıralanabilir (Tetik ve Ören, 2007: 78):

- Zamanla, dış kaynak tedarikçileri verdikleri hizmetin fiyatını arttırabilmektedir. Bu da maliyetlerin artmasına sebep olmaktadır.
- Dış kaynak sağlayıcıları işletmedeki çalışanlar kadar işletme konularına vakıf olmayabilirler.
- İşletme çalışanlarının iş yerine olan bağlılıkları dış kaynak sağlayıcılarından daha fazla olmaktadır.
- İşletmelerin bilgi ve yeteneklerinde azalma ve gerileme meydana gelmektedir
- İşletme departmanları arasında koordinasyon sürecinde zayıflamaya neden olmaktadır.

Sonuç olarak, işletmeler büyük ihtimalle ürün üretim ve hizmet verme süreç aşamasında olumlu fırsatlar sunan teknolojik değişikliklerden ve gelişimden uzak kalacaklardır (Gilley ve Rasheed, 2000: 766).

### **1.2. Lojistiğin Tarafları**

Günümüzde işletmelerin tecrübeleri ve uzman kişilerin lojistik faaliyetlerle ilgili yaptığı çalışmalar, üçüncü seçeneği işaret etmektedir ve tedarik süreci içerisindeki lojistik faaliyetlerden biri ya da birkaçı, alanında profesyonel üçüncü bir tarafa devredilerek dış kaynak kullanımına gidilmektedir (Razzaque ve Sheng, 1998: 89- 107). Bundan dolayı kullanıcıların lojistik faaliyetlerini sürdürme konusunda farklı stratejiler uygulayan, 5 ayrı taraf ortaya koymak mümkündür. Bu taraflar aşağıda ele alınacaktır.

### **1.2.1. Birinci Parti Lojistik(1PL)**

Birinci parti lojistik (1PL), bir mamulün gerekli tüm lojistik faaliyetlerinin söz konusu mamulün üreticisi, toptancısı, perakendecisi tarafından kendi bünyesi ya da sorumluluğu altında gerçekleştirilmesini ifade eder.

Herhangi bir ürün ile ilgili alıcı ve satıcının bulunması, yani ürünün bir satıcısının, göndericisinin ya da bir alıcısının bulunması sonucunda, alışveriş sırasında gerekli lojistik süreçlerin kim tarafından ya da kimin nezdinde gerçekleştirilmesine bakılmaksızın satıcı ya da alıcı birinci parti lojistik tarafıdır (Barlın, 2009: 63).

### **1.2.2. İkinci Parti Lojistik (2PL)**

Herhangi bir ürün ile ilgili olarak alıcı ya da satıcı gibi iki tarafın bulunması durumunda yapılan ticaret sırasında gerekli lojistik faaliyet sürecinin kim tarafından ya da kimin gözetiminde gerçekleştirilmesine bakılmaksızın ikinci parti lojistik (2PL) tarafı olarak adlandırılır (Barlın, 2009: 63).

2PL modelinde üretici, açıkça belirtilmiş bir nakliye veya lojistik görevinin operasyonel olarak organize edilmesi için bir taşıyon olarak, bir taşıyıcı veya depo yöneticisi tutar. Organizasyon ve takip, üreticinin sorumluluğundadır. İlişki tedarikçisi, çoğunlukla maliyet odaklı ve kısa vadeli; lojistik aktör, müşterinin isteklerini yerine getirir ve buna göre ödeme yapılır ([www.logisticsglossary.com/term/2pl](http://www.logisticsglossary.com/term/2pl), 2020).

### **1.2.3. Üçüncü Parti Lojistik(3PL)**

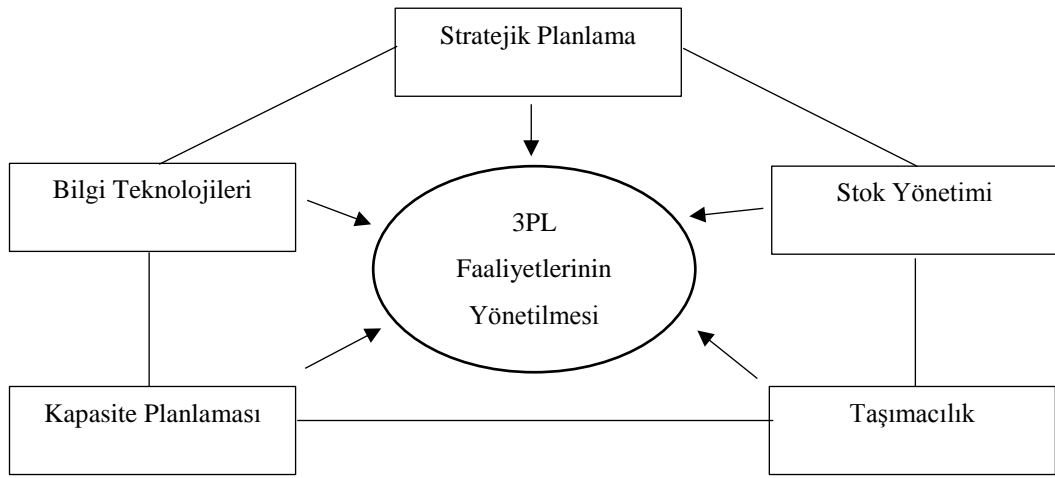
1980’li yıllara gelindiğinde, işletmeler rekabetçi avantajlarını sürdürürken, aynı zamanda da bütün lojistik süreçlerin tamamının firma tarafından etkili ve verimli şekilde gerçekleştirilmesinin zor olduğunu farkına varmışlar ve ana faaliyetleri dışında kalan işleri söz konusu faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde uzmanlaşmış dış kaynak sağlayıcılarına devretmeye başlamışlardır (Lambert vd., 2006: 27). Bu faaliyetlerin başlamasıyla beraber ortaya çıkan üçüncü parti lojistik (3PL) süreci adı altında dış kaynak kullanımı gerçekleştirilmeye başlamıştır.

3PL, şirketin lojistik faaliyetlerinin kısmen veya tamamen başka bir şirkete devredilmesidir (Leahy vd., 1995: 5). Akademisyenlere göre 3PL faaliyetler bir organizasyonda geleneksel olarak sürdürülen lojistik faaliyetlerin dış kaynak sağlayıcıları yardımıyla yapılmasıdır (Sohal vd., 2002: 59).

3PL kapsamındaki lojistik süreçler birinci parti ya da ikinci parti işletmeler tarafından yapılmaz. Satıcı firma veya alıcı firma sadece depolama, taşıma, gümrükleme faaliyetlerini üçüncü bir firmaya devretmesi ile devralan firma 3PL firması olarak kabul edilemez. Ancak lojistik faaliyet taşıma, depolama ve başka lojistik faaliyetlerle beraber koordineli yürütülürse 3PL firması olarak kabul edilir (Koban ve Keser, 2010: 60).

Gunasekaran ve Ngai (2003) 3PL modelini basit bir dille anlatmak için Şekil 2’de yer alan faaliyetleri ortaya koymuştur.

**Şekil 2. 3PL Modeli**



Kaynak: Gunasekaran ve Ngai, 2003: 832

Şirketler lojistik faaliyetler konusunda dışarıdan hizmet almak istediğinde, hizmet alacağı firmalarda bazı kriterleri göz önünde bulundurması gerekir (www.danismend.com/kategori/altkategori/nasil-bir-lojistik-firmani/-21.09.2020):

- İşletmeyi global hizmet alabileceği stratejik bir ortak olarak görmek.
- Doğru sonuçlar için kesin ve güvenilir bilgileri işletme ile paylaşmak.
- Mali analiz ve sonrası süreçler için gerekli ilgiyi göstermek.
- Haberleşme sürecinde uyumlu olmak.
- Çok iyi IT altyapısını elinde bulundurmak.

Ülkemizde, bazı sektörlerde üçüncü parti lojistik işletmeleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Kurtuluş, 2007: 16):

- Nakliye yüklenicileri (freight forwarders).
- Gemi acenteleri.
- Deniz taşımacılığı şirketleri.
- Karayolu taşımacıları.

- Depo ve antrepo hizmeti veren şirketler.
- Gümrük müşavirleri.

#### **1.2.4. Dördüncü Parti Lojistik(4PL)**

Dördüncü parti lojistik (4PL) kavramı, 3PL firmalarının yetersiz kalması dolayısıyla 1990'lerden sonra ortaya çıkan bir kavram olmuştur. 4PL, Anderson Consulting tarafından geliştirilmiş bir kavramdır. Buna göre 4PL firmaları hem kendi faaliyetlerinde hem de hizmet verdikleri diğer firmalara özgü geniş tedarik zinciri çözümleri sağlarlar. Birçok 4PL firmasının kendisine ait filoları ya da depolama alanları bulunmamaktadır. 4PL firmaları, fiili işlemleri diğer 3PL firmalara aktararak, yönetsel işlemlerin çoğunluğunu gerçekleştirirler (Stefansson, 2006: 79).

Günümüzde, artan rekabet ortamında işletmelerin var oldukları sektörde tutunması için, tedarikçilerin daha iyi sistem tasarımı, lojistik işlem süreci, veri elde etme ve depolama işlevlerini yerine getirmesi gerekmektedir. Tüm işlem faaliyetlerini dış kaynak kullanımı yoluyla tek bir 4PL firmalarına aktarmaktadırlar (Zhang, 2006: 646).

4PL, 3PL gibi çalışan, yüklenici işletmelere sağlanan lojistik faaliyetleri bütünleştirir. Bu bütünleştirme 4PL yüklenici ortağı gibi gerek stratejik alanda gerek yapılacak iş faaliyetlerinde olur. Bütünleştirmenin alanı tedarik sürecin işleyişi ve optimize edilmesi şeklindedir. Başka bir ifade ile 4PL işletmesi tedarik süreci faaliyetlerini birleştirici olarak bir araya getirmektedir. 4PL firması kendi imkanlarını, olanaklarını ve bilgisini paydaşları ile bütünleştirip, bunları alıcısına bir bütün halinde sunar (Aktaş ve Ulengin, 2005: 318).

4PL firmaları aşağıdaki hizmetleri verebilmektedir (Çancı ve Erdal, 2003: 48):

- Nakliye faaliyetleri haricinde dağıtım ve depolama gibi diğer lojistik faaliyetleri de koordineli bir biçimde sağlamak.
- Lojistik alanındaki gelişmelerle birlikte organizasyon konularındaki değişimleri de takip ederek, işletme yöneticilerine sunmak.
- Çalıştıkları şirketlerin işlerini kısa süre içerisinde benimseyerek firma müşterileri için daha iyi lojistik adımlar atılmasını sağlamak.
- Alt yapı sistemlerini gelişen teknolojiyle beraber güçlü bir model şeklinde sunmak.

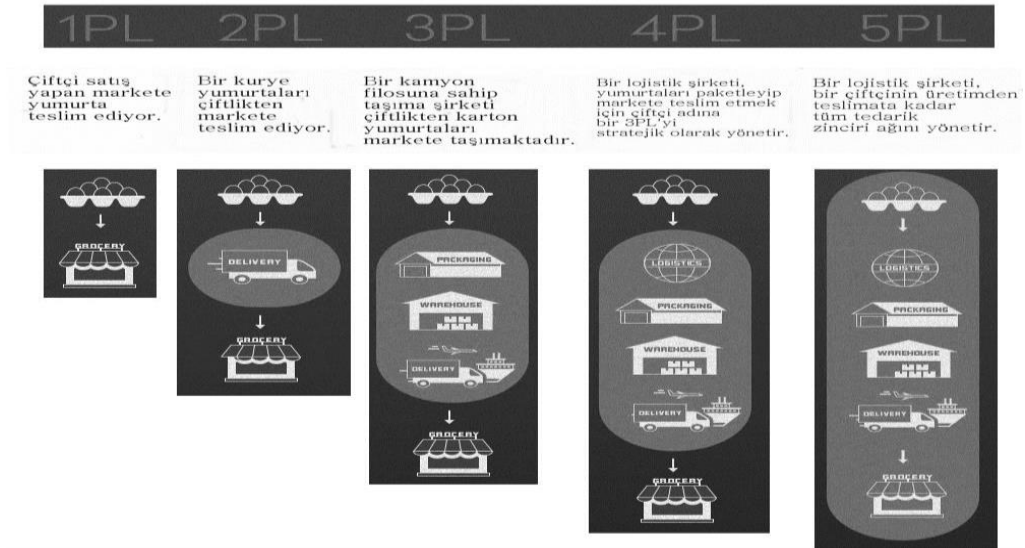
### 1.2.5. Beşinci Parti Lojistik(5PL)

Beşinci parti lojistik (5PL), 4PL süreçlerinin gelişmesi ve teknolojinin de etkisiyle firmaların dış kaynak kullanımında faydalandıkları e-lojistik olarak tanımlanan yeni bir oluşumdur. 5PL, lojistik faaliyetlerin bir bütün halinde lojistik süreçlerin çözümleri kapsamına yönelik sistemin oluşturulup kurulmasıdır (Koban ve Keser, 2008: 63).

5PL, sıfır hata toleranslı ürün lojistiğine geçişte bir adım olarak ifade edilmektedir. 5PL'nin amacı; 3PL ve 4PL sağlayıcısına olan gerekliliği ortadan kaldırmak ve en iyi şekilde gizli tedarik sürecini oluşturmaktır. Aslında 5PL geleneksel 3PL ve yeni 4PL firmalarının bıraktığı eksiklikleri tamamlamayı üstlenmektedir (Onay ve Kara, 2009: 596- 597).

5PL kuruluşların çoğunluğu tamamen sanaldır. Bu nedenle, bu tür kuruluşların fiziksel varlıkları yoktur. Kontrolü altındaki katılımcılara bilgi akışı sağlayan web tabanlı bir sistem oluştururlar. Bireysel kullanıcılar 5PL'den gerçek zamanlı olarak alınan bilgiler ışığında ağıdaki çeşitli tedarik zincirlerini yönetir. Amaç, nakliye, depolama vd. lojistik faaliyetlerde türünün en iyisi çözümleri sağlamaktır (Hosie vd., 2012: 306). 5PL sürecinin günümüze kadar olağan değişimi Şekil 3'de gösterilmektedir.

**Şekil 3. Dış Kaynak Kullanımında Lojistik Süreçler Gelişimi**



Kaynak: [www.warehouseanywhere.com](http://www.warehouseanywhere.com), 24.09.2020

Gıda sektöründe yer alan paydaşların, hammadde, ürün ve hizmetlerini kullanıcılarına ve tüketicilere ulaştırmada lojistik faaliyetlere ve bundan dolayı ortaya çıkan lojistik maliyetlere dikkat edilmesi önemli bir husustur. Bu faaliyetlerden doğacak maliyetler ürün ve hizmetlerin fiyatlarını etkilediğinden dolayı gıda lojistiğinde tasarruf edilmesi açısından uygun dış kaynak kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bundan dolayı bir sonraki başlıkta özel lojistik alanlarından gıda lojistiği üzerinde durularak öneminden bahsedilmiştir.

### **1.3. Gıda Lojistiği**

Gıda lojistiği, gıda ürünlerinin paketlenme, taşıma, elleçleme ve depolama aşamalarında ürünün yapısına uygun koşullarda (sıcaklık, nem, basınç vb.) saklanmasıdır. Belirtilen koşulları elde etmek için gerekli olan makine ve araçların bakımı ve kontrolü oldukça önemli bir konudur. Sıcaklık ve nem değişiminde gerçekleşebilecek değişimler, ürünlerin fiziksel ve kimyasal yapılarında istenmeyen durumlara neden olabileceği için önemi büyüktür. Gıda lojistiği hammadde alımından son tüketiciye ulaşması süreçlerinin tümünü içermektedir (Aykül, 2018: 14).

Ülkemiz gıda hammaddesi ve ürünleri konusunda kendi işlevlerini yerine getirebilen Dünya'nın dokuz ülkesinden biridir. Gerek coğrafi konumu, üç tarafının denizlerle çevrili olması gerekse akarsu ve doğal kaynakları bakımından zengin olması gösterilebilir. Ayrıca Kuzey-Güney / Doğu-Batı bölgesel iklim değişiklikleri gıda ürünlerinin üretimini tetikleyen ve destekleyen, değişik bitki örtüsünden kaynaklı çeşitliliği arttıran önemli unsurlar olarak yer almaktadır (Sayın, 2015: 88).

Gıda ürünlerinin depolanması da ayrı bir teknoloji gerektirmektedir. Depoların yer seçimi daha çok üretimin yapıldığı noktalar yerine tüketime yakın noktalara kurulmasını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda tüketiciye ürünün ulaştırılması kısalmış olacaktır ([www.lojistikkulubu.ist/gida-lojistiği](http://www.lojistikkulubu.ist/gida-lojistiği), 2020). Bu sürenin kısalması son derece önemli olup her ürünün son tüketim tarihi olduğundan müşterilerle bu tarih aralığında buluşması gerekmektedir. Her işletme gıda lojistik faaliyetlerini kendi yürüttüğü gibi bunu dış kaynak kullanımı sayesinde de gerçekleştirdiğini görmek mümkündür. Böylelikle işletmenin kendi ana iş kolu faaliyetlerine odaklanmasının daha kolay olduğu söylenmektedir.

Her sektörde olduğu gibi, gıda sektözü de faaliyetlerini etkin bir şekilde yerine getirebilmek için ihtiyaç duydukları ürünleri ve hizmetleri doğru mekânda doğru alıcıyla, doğru fiyatta ve doğru kalitede edinmek amacıyla uğraş vermektedir. Gıda sektöründeki lojistik faaliyetlerin doğru yönetilmesi ile maliyetleri düşürmek ve hizmet kalitesini artırmak önem arz etmektedir.

Gıda sektöründe faaliyette bulunan firmalar üretim bandına daha çok odaklandıklarından dolayı ve uzmanlıklarını bu doğrultuda geliştirdiklerinden diğer faaliyetlerde dış kaynaklardan yararlanmaktadırlar. Gıda maddelerinin bozulabilir olduğu göz önünde bulundurularak ve tüketicilerin fizyolojik ihtiyaçları arasında yer aldığından tüm bu etmenlerin uzmanlık içinde yürütülmesi dolayısıyla 3PL firmalarından yararlanmak aslında kaçınılmazdır. Bu bağlamda gıda lojistiğı ve dış kaynak kullanım faaliyetleri ortak yürütülmesi tarafları olumlu yönde etkilediğı düşünülmektedir.



## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Sınırsız insan ihtiyaçlarının kıt kaynaklarla karşılanması ve etkin kullanılması önemli bir konudur. Bununla beraber kıt kaynaklardan olan gıda maddelerinin üretimi ve üretim sonrası süreçlerinden olan lojistik yapısı en iyi şekilde planlanması gerekmektedir. Bu bölümde dış kaynak kullanımı ve araç rotalama problemi üzerine yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Gıda sektörü ve Gıda Lojistiği alanında dış kaynak kullanımına ilişkin şirketlerin hangi faaliyetlerden yararlandıkları, dış kaynak kullanım performansları, dış kaynak kullanımından kaynaklı elde edilen maliyet tasarrufları hakkında ilgili literatürde, gerçekleştirilen bazı çalışmalar hakkında bilgiler verilerek literatür araştırması yapılmıştır. Bu bölümde ayrıca dış kaynak kullanım sürecinin devamında, lojistik faaliyetlerden biri olan taşıma faaliyetiyle ilgili araç rotalama problemleri ele alınmıştır. Şirketlerin lojistik süreçte maliyetlerini minimize etmek açısından, taşıma faaliyetleri çeşitli boyutlarda ve analiz düzeyinde birçok araştırmaya konu olmuştur. Bu çalışmalar genellikle araçların yol güzergâhlarını kısaltma, taşıma kapasitelerini düzenleme, doğru depo yer seçimi, başlangıç ve bitiş noktalarının en iyi şekilde planlanması üzerine odaklanmışlardır.

Çalışmalara; web of science, scopus, google scholar, dergipark, academia, Yök tez gibi veri tabanları taranarak ulaşılmıştır. Literatür araştırmasında kaynaklara ulaşırken “Dış kaynak kullanımı”, “Lojistikte dış kaynak kullanımı”, “3PL Seçimi”, “Tedarikçi Seçimi”, “3PL Lojistik”, “3PL Logistics”, “Outsourcing”, “Outsourcing in logistics”, “Third part logistics” Araç rotalama”, “Araç rotalama problemleri”, “Lojistikte araç rotalama”, “Lojistikte araç rotalama problemleri”, “Vehicle routing problem” anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

#### 2.1. Dış Kaynak Kullanımına İlişkin Literatür Araştırması

Yapılan literatür araştırması 2002 ve 2020 yılları arasında yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Dış Kaynak Kullanımını konu edinen çalışmalar oldukça fazladır. Bundan dolayı çalışmalar kullanılan çözüm yöntemleri dikkate alınarak 3 ana başlık

altında toplanmaktadır. Bu çalışmalar, tanımlayıcı istatistiksel yöntemler; (frekans, yüzde, standart sapma, aritmetik ortalama), sonuç çıkarıcı istatistiksel yöntemler; (regresyon, korelasyon, anova, t-testi, faktör analizi) ve ÇKKV yöntemleri; (ahp, vikor, topsis, promethee, entropi, aas) başlıkları altında gruplandırılarak özetlenmiştir.

### **2.1.1. Tanımlayıcı İstatistiki Yöntemli Çalışmalar**

Huiskonen ve Pirttilä (2002) lojistikte dış kaynak kullanımına ilişkin kurumlar arası koordinasyon gerekliliklerini incelemişlerdir. Sunulan yan koordinasyon mekanizmalarını uygulayarak ve bunu müşterilere aktif bir şekilde teşvik ederek yan organizasyonel kapasitenin geliştirilmesinin lojistik hizmet sağlayıcıları için potansiyel bir rekabet avantajı kaynağı olabileceğine ulaşmışlardır.

Sohail ve Sohal (2003) Malezya’da 3PL hizmetlerinin kullanımını incelemişlerdir. Malezya’daki 124 firmaya ait verilerin analizine dayanan sonuçlarla, kullanıcıların çoğunun hizmet sağlayıcılardan memnun olduğunu ve kuruluş içinde büyük ölçüde olumlu gelişmeler yaşandığı görülmüştür. Wang ve Regan (2003) 3PL kullanımı ve lojistik dış kaynak kullanımının artılarını ve eksilerini kavramsal olarak sunmuşlardır. Bu bağlamda gizli risklerin belirlenmesi ve önleyici tedbirler alınması lojistik dış kaynak ortaklıkları kurulmasına yardımcı olabileceği görüşünü savunmuşlardır.

Cheong (2004) 3PL şirketlerinin karşılaştığı zorlukları geniş bir şekilde tanımlamaya, sınıflandırmaya ve gelecekteki araştırmalar için potansiyel boşlukları keşfetmeye çalışmıştır. Bir otomobil üreticisine hizmet veren 3PL şirketi, otomobil yedek parçaları üretimi ve teminindeki süreç ele alınmıştır. Bu sürecin iyi değerlendirilmesi, zamanında ve hızlı olması, genel olarak marka görüntüsünü etkileyebileceği görülmüştür. Aksi durumun meydana gelmesinden dolayı ise marka mevcut müşterilerini kaybedeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Gülen (2005) lojistik dış kaynak kullanımına bağlı olarak koordinasyon ve uyum sürecini araştırmıştır. 3PL ticaretinde gelişme sağlamak için stratejik bir seçimden çok mevcut müşterileri anlama onları izleme ve entegrasyon kurabilme temeli üzerine başarılı olacağı belirlenmiştir. Sohal vd. (2005) Birleşik Arap Emirlikleri’ndeki 3PL hizmetlerinin kullanımı ve şirketler tarafından lojistik hizmetlerin kullanım kapsamını araştırmışlardır. 142 firmadan toplanan veriler neticesinde %90’ından fazlasının hizmet

sağlayıcılarından memnun olduğunu ve 3PL hizmetlerinin kullanımının olumlu karşılandığını tespit etmişlerdir.

Hsiao vd. (2006) dış kaynak kullanım kararını üç ana yaklaşımdan, işlem maliyet perspektifinden, kaynak tabanlı görünümünden ve tedarik zinciri yönetimi üzerine teori oluşturmak adına çalışmışlardır. Çalışmadaki veriler Hollanda'da faaliyet gösteren süt üretim tesisi lojistik çalışmalarından elde edilmiştir. Belirli bir firmada lojistik dış kaynak kullanımı derecesinin lojistik stratejisine, tedarik zinciri karmaşıklığına, varlık özgüllüğüne, işlem belirsizliklerine ve temel etkinlik analizine bağlı olduğunu göstermiştir. Jarzetskis (2006) lojistik dış kaynak kullanımında faktörlerin belirlenmesi ve değerlendirilmesine odaklanmıştır. Çalışmada veriler, Litvanya'da faaliyet gösteren şirketlere mail yoluyla gönderilen anketlerden elde edilmiştir. Litvanya'nın Avrupa Birliği'ne girmesinden iki ay önce uygulanan anket çalışması aslında lojistikte dış kaynak kullanımında daha çok şirketlerin kendi içinde oluşturdukları sistem dâhilinde yürütüldüğü görülmüştür. Logožar vd. (2006) dış kaynak kullanım nedenlerini, lojistik dış kaynak kullanım olanaklarını ve seçim süreçlerini araştırmışlardır. Veriler Slovenya'da bulunan şirketlere posta yoluyla gönderilen anketlerden elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde lojistik dış kaynak kullanımında meydana gelen gizli riskleri, önleyici tedbirleri tanımlamak, başarılı lojistik dış kaynak kullanımına yardımcı olacağına değinilmiştir.

Kurtuluş (2007) Türkiye'de lojistik faaliyetlerde bulunan işletmelerin paydaşları ile koordineli bir şekilde çalışıp, çalışmadıklarını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada anket çalışması yapılarak parametrik ve parametrik olmayan istatistiksel test analizleri yapılmıştır. Öz yetenekleri dışında yer alan faaliyetlerinde dış kaynak kullanılmasının faydalı olmadığı, dış kaynak kullanım kararlarını üst yönetimin vermesi gerektiği söylenilmiştir.

Aas vd. (2008) Norveç'te faaliyet gösteren petrol ve doğalgaz şirketlerinin lojistik sürecinde yer alan kilit yöneticileriyle yapılan görüşmeler ve anket çalışmalarına yer vermişlerdir. Petrol ve gaz sektörü Norveç'in en büyük endüstrisi olmasıyla beraber lojistik dış kaynak kullanım faaliyetlerinin dışarıdan temin edilmesinin ekonomik sonuçlarını tanımlamak amacıyla katma değer etkileri, üretim maliyetleri, işlem maliyetleri değerlendirilmiştir. Dış kaynak kullanımı gerçekleştirilirse malzeme akışının

günlük koordinasyon sürecinin iyileşmesi, performansa olan etkisinin artacağı, problem çözmede ortaya çıkan çatışmaların sona ereceği görülmüştür.

Çakırlar (2009) çalışmasında Edirne, Tekirdağ, Kırklareli sınırları içinde faaliyet gösteren 80 işletme yöneticisiyle yüz yüze görüşerek anket çalışması yapmıştır. Lojistik aktivitelerin hangi oranda dış kaynak kullanımından sağlandığı tespit edilmek istenmiştir. İşletmelerin %74'ü dış kaynak kullanımdan yararlanırken %26'sı dış kaynak kullanmadığı kendi bünyesinde lojistik faaliyetlerini gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Gadde ve Hulthén (2009) lojistik dış kaynak kullanımını, 3PL endüstriyel ağ perspektifinden analiz etme amacıyla, perakendecilik sektöründe düşük maliyetle üretim sağlamak isteyen bir firmayı seçmişlerdir. Analiz, lojistik hizmet sağlayıcısı ile dış kaynak firması arasındaki etkileşimli bir yaklaşımın çeşitli açılardan fayda sağlayacağını göstermiştir. Karar aşamasında, dış kaynak kullanım düzenlemesinin kapsamını belirlerken, düzenli hizmet sunumunda ve dış kaynak kullanımı düzenlemeleri, ilişkileri için koşulların zamanla değişime uğrayacağına ulaşılmıştır. Hergüllü (2009) üretim ve hizmet işletmelerinin dış kaynak kullanımındaki etkileşimleri araştırmıştır. Ege Bölgesi Ticaret Sanayi Odası'na kayıtlı, işçi sayısı 200'ün üstünde olan işletmelere anket çalışması yapılarak veriler elde edilmiştir. Firmaların %80'inin dış kaynak kullanımından yararlandığı belirlenmiştir.

Xu ve Wang (2010) lojistik süreçte birçok faktörün etkisi nedeniyle risklerin olduğunu ve bu risklerin lojistik dış kaynak kullanımında değerlendirilmesi gerektiğini araştırmışlardır. Araştırmanın örneklemi Çin'in Hebei eyaletinde Handan yerleşkesinde bulunan 6 lojistik şirket verilerinden oluşmuştur. Çalışmada lojistik dış kaynak riskleri tanımlanmakla beraber, bu riskler değerlendirildikten sonra elde edilen sonuçlara göre şirketin gizli stratejilerinin sızdırılması lojistik dış kaynak kullanımında en önemli bilgi olduğu tespit edilmiştir.

Arif ve Jawab (2011) Fas ülke pazarında lojistik dış kaynak kullanımının uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Firmaların dış kaynak kullanımı, firmanın büyüklüğü, yeterlilik seviyesi ve lojistik fonksiyonu uygulanabilir olup olmadığı kontrol edilmiştir. Çünkü bu kontrol neticesinde firmaların dış kaynak kullanıp kullanmayacağı tespit edilmiştir. Sürdürülebilir ve güvenli dış kaynak kullanımını uygulamak, şirketler ve müşteriler arasındaki uyumu sağlamada önemli bir rol olduğu sonucuna varılmıştır. Güçlütürk ve Öter (2011) dış kaynak kullanımı faaliyetlerinde başarıyı sağlayan

bileşenleri belirlemek için İzmir Çeşme’de bulunan 5 yıldızlı otelin yiyecek ve içecek yöneticisiyle bir görüşme neticesinde çalışmayı yürütmüşlerdir. Otelin yiyecek ve içecek bölümünde dış kaynak kullanımına başvuran otel işletmesinin, müşterileri için olumlu sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Dış kaynak kullanımında markanın işletme seçiminde önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Kenyon ve Meixell (2011) lojistikte dış kaynak kullanımını araştırmışlardır. En çok Ulaşım alanında dış kaynak kullanımından yararlanıldığı tespit edilmiştir. Analiz sonuçları ayrıca dış kaynak kullanımının büyük tesislerde daha çok etkisinin olduğu küçük tesislerdeki etkisinin az olduğu göstermiştir. Rahman ve Wu (2011) Çinli üreticiler-tedarikçiler arasındaki lojistik hizmetlerinde yerel ve yabancı müşteriler ile müşterilerinin lojistik gereksinimlerini karşılamak için ele almaları gereken yönetim alanlarını değerlendirmişlerdir. Çin’in Şanghay bölgesinde yer alan otomotiv, telekomünikasyon, bilgisayar ve ev aletleri sektörlerindeki imalat firmalarının yöneticilerine anket çalışması yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında yabancıların, yerel meslektaşlarından farklı hizmetlere daha çok önem verdiği görülmüştür.

Bajec ve Beškovnik (2013) Slovenya lojistik pazarında dış kaynak kullanımının mevcut durumunu incelemişlerdir. Elde edilen verilerden 2PL ve 3PL geleneksel lojistik faaliyetlerini yürütülmesinde önemli rol oynarken küresel çapta rekabet avantajı sağlamadığı görülmüştür. Bundan dolayı 4PL mühendisliği modelinin geliştirilmesi gerektiği söylenmiştir. Kilasi vd. (2013) Doğu Afrika’nın Nairobi şehrinde bulunan Breweries Ltd. Şti. bira üretimi yapan firmanın lojistikte dış kaynak kullanımının rekabet üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Veriler şirketin belgeleri incelenerek toplanmıştır. Çalışma da ulaştırma lojistiğinde dış kaynak kullanımının Doğu Afrika Bira Fabrikalarının üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Magutu vd. (2013) Kenya Nairobi merkezli büyük imalat şirketlerine rastgele örneklem kullanarak anket çalışması yapmışlardır. Yapılan çalışmada lojistik dış kaynak hizmetlerinin performans üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında firmalar ana faaliyetlerine odaklandıklarından dolayı dış kaynak kullanımının performans üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Min (2013) 3PL hizmeti kullanıcıları açısından ABD’de lojistik dış kaynak kullanımı uygulamalarının incelemesini yapmıştır. 2011 yılında ABD’de tedarik zinciri yönetimi profesyonelleri konseyi üyelerine anket çalışması

yapılmıştır. Verilerden elde edilen sonuçlarla 3PL seçim kriterleri göz önüne alınarak kısa vadeli sözleşmeler ile bu hizmetlerin kullanıldığı görülmüştür.

Karaman (2014) çalışmasında en çok kullanılan lojistik hizmetinin ne olduğu ve dış kaynak kullanımından ne şekilde yararlanıldığını araştırmıştır. Ege Bölgesi Sanayi Odası'na kayıtlı imalat yapan ve dış kaynak kullanımından faydalanan 79 şirket tespit edilmiş ve anket çalışması uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında en çok kullanılan lojistik faaliyet taşımacılık olarak ortaya çıkmakla beraber bunu gümrük ve depolama hizmetlerinin takip ettiği görülmüştür.

Bahha vd. (2015) Fas perakende sektöründe faaliyet gösteren hipermarket ve süpermarket yöneticileriyle yapılan görüşmelerle lojistik dış kaynak kullanımı faktörlerini araştırmışlardır. Yapılan görüşmelerde perakende sektöründe lojistik dış kaynak kullanımı sürecinde destek faktör olarak kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Gasowska (2015) Polonya'da imalat ve ticaret işletmelerinin lojistik dış kaynak kullanma eğilimlerini araştırmıştır. Sonuçlara bakıldığında ankete katılan işletmelerin %29,4'ü dış kaynak kullanmamıştır. Bu şirketlerin 23'ü küçük işletme, 16 orta ölçekli işletme ve 5'i büyük işletmeden oluşmaktadır. Ankete katılan işletmelerin çoğunluğu %55,3 sözleşmeye yönelik dış kaynak kullandıkları görülmüştür. Hofer (2015) 3PL sağlayıcısı ile örgütler arası karşılıklı bağımlılık ilişkilerinde performans sonuçlarını ortaya koymuştur. Brezilya'da müşterilere yapılan anket çalışmaları sonuçlarına bakıldığında lojistikte dış kaynak kullanımının 3PL sağlayıcı ve örgütler arası performansı olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır. Salanta ve Popa (2015) yapısal görüşmelere dayalı lojistik dış kaynak kullanımı konusunda geniş deneyime sahip 5 yöneticiden Romanya pazarı hakkında bilgi toplamışlardır. Elde edilen sonuçlarda Rumen şirketlerin lojistik dış kaynak kullanmaya karar verirken bir dizi kılavuz ve hizmet sağlayıcılarından faydalandıkları görülmüştür. Lojistik dış kaynak kullanma sebepleri arasında maliyetleri azaltma yer aldığı tespit edilmiştir.

Cichosz vd. (2017) Polonya'da IKEA kullandığı Rhenus lojistik şirketinin lojistik dış kaynak kullanımında inovasyona uyum süreci ve müşteri beklentilerini araştırmışlardır. Diğer endüstrilerle karşılaştırıldığında lojistik hizmet sağlayıcıların pek yenilikçi olmadığı görülmüştür. Etokudoh vd. (2017) uluslararası petrol ve gaz şirketleri tarafından ortaya çıkan lojistik dış kaynak kullanımının fizibilitesini araştırmışlardır. Nijerya'da yapılan araştırmada üç uluslararası petrol ve gaz şirketi üç lojistik servis

sağlayıcı yöneticileriyle görüşme yapılmıştır. Lojistik dış kaynak kullanımını etkin bir şekilde entegre etmek için mevcut yeteneklerini arttırması gerektiği görüşüne ulaşılmıştır. Moore (2017) ABD ordusunun Irak ve Afganistan taarruzlarında istihdam yönünden dış kaynak kullanımından nasıl yararlandığını araştırmıştır. ABD’nde yaşayan insanlar tarafından savaşa verilen tepkiler sonucu ABD ordusunun küresel istihdamının sağlanması için özel şirketlere başvurulmuştur. Elde edilen sonuçlarda, 2008 yılında Irak’taki savaşın zirvesinde taşeronluk ve işgücü büyük ölçüde Güney ve Güneydoğu Asya ülkelerinden sağlanmış olduğu bu durumdan dolayı jeopolitik karışıklıktan kaynaklanan sorunların çıktığı görülmüştür.

Özbakıcı (2018) işletmelerin dış kaynak kullanımını ve memnuniyetlerini araştırmıştır. Mersin-Tarsus Organize Sanayi Bölgesi’nde bulunan 92 firma yöneticisine anket çalışması yapılmıştır. Maliyetlerin normalinden daha da yükseleceği ve kontrol kaybı yaşanacağı endişelerinin dış kaynak kullanımının işletmeler için uygun olmayacağı düşüncesi nedeniyle dış kaynak kullanmaya yatkın olmadıkları görülmüştür.

Akben ve Fidan (2019) dış kaynak kullanımında ve seçiminde etkili olan faktörleri ortaya koymaya çalışmışlardır. İskenderun bölgesinde faaliyet gösteren demir ve çelik işletmeleri üzerine alan çalışması yapılarak veriler elde edilmiştir. Mevcut alınan 3PL hizmetlerin yemek, temizlik, güvenlik, araç kiralama olduğu, 3PL lojistik firmalarından haberdar olma şeklinin birebir görüşme olduğu, lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanma nedenlerinin maliyetleri azaltmak olduğu, 3PL lojistik kullanımının gerekli olduğu ve genel bir memnuniyet olduğuna ulaşılmıştır.

### **2.1.2. Sonuç Çıkarıcı İstatistikî Yöntemli Çalışmalar**

Wilding ve Juriado (2004) İngiltere, Fransa, Almanya ve Belçika’da tüketim malları üreten şirketlere anket çalışması uygulamışlardır. Bulgular neticesinde maliyet unsurunun dış kaynak kullanımında daha küçük rol oynadığı tespit edilmiştir.

Aktas ve Ulengin (2005) Türkiye’de lojistik faaliyetlerin dış kaynak kullanımının mevcut durumunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Anket çalışması 2001 yılı İstanbul Ticaret Odası tarafından belirlenen en büyük 500 Türk firmasından 250’si ile gerçekleştirilmiştir. Lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanan firmaların %95’i yabancı sermayeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ar ve Baki (2005) imalatçı KOBİ’lerin demografik özelliklerini belirlemek, dış kaynak kullanım kararlarını ortaya çıkarmaya

çalışmışlardır. Trabzon’da yapılan saha çalışmasında lojistikte dış kaynak kullanım oranının %54,5 olduğu sonucuna varılmıştır. 3PL firma seçiminde maliyetin önemli bir faktör olduğu ortaya çıkmıştır. Sohail ve Al- Abdali (2005) Suudi Arabistan’da 3PL hizmetlerinin kullanımını incelemişlerdir. Suudi Arabistan’daki Riyad ve Dammam Ticaret Odası’na kayıtlı 496 firma ile ilgili verilerin analizine dayanan sonuçlar, bu kullanıcıların çoğunun hizmet sağlayıcılardan memnun olduğunu ve kuruluş içinde büyük ölçüde olumlu gelişmeler görüldüğü tespit edilmiştir.

Derinalp (2007) tez çalışmasında lojistik dış kaynak kullanımının performansı etkileyip etkilemediğini incelemiştir. Capital Aylık İş ve Ekonomi dergisinin yayınladığı Türkiye’nin en büyük 500 endüstriyel işletmesi 2006 yılı sayısından yararlanılmıştır. İşletmedeki çalışan sayısında herhangi bir değişikliğin, lojistik dış kaynak kullanım derecesini ve lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanım sürelerini büyük oranda etkileyeceğini, performansta olumlu etki sağlanacağını göstermiştir.

Cho vd. (2008) e-ticaretin pazar ortamında lojistik kapasitesini ve lojistik dış kaynak kullanımının şirket performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bilgisayar ve tüketici elektroniği pazarında faaliyet gösteren firmalara yapılan anket çalışmalarından veriler elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarında, lojistik yeteneğinin e-ticaret piyasasındaki firma performansı ile olumlu ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Sohail (2008) Suudi Arabistan’da dış kaynak kullanımının kapsamı, taahhüdü ve örgütsel etkisi ile ilgili konuları belirlemek için ampirik bir araştırma yapmıştır. Yapılan anket çalışmalarında 496 katılımcıdan alınan yanıtlar neticesinde 315 katılımcının kuruluşlarının lojistik dış kaynaklardan yararlandığı görülmüştür. Verilerin analizine dayanan sonuçlara göre kuruluşların çoğunun lojistik dış kaynak kullanımını büyük ölçüde rekabetçi bir avantaj sağlayan olumlu gelişmeler olarak gördüğünü göstermiştir.

Çeralp (2009) dış kaynak kullanım nedenlerini ve oranlarını incelemiştir. Capital Aylık İş ve Ekonomi dergisinin yayınladığı Türkiye’nin en büyük 500 endüstriyel işletmesi 2008 yılı sayısından yararlanılmıştır. İşletmelerin lojistikte dış kaynak kullanımlarının gelecekte artacağı ve olumlu sonuçlar elde edileceğine ulaşılmıştır. İşletmelerin tüm lojistik giderleri içinde yaklaşık %11-30’luk bir bölüm dış kaynak kullanımına ayrıldığı görülmüştür. Hsiao vd. (2009) Hollanda ve Tayvan’da faaliyet gösteren gıda üreticileri yöneticileriyle 2006-2007 yılında anket çalışmasından verileri elde etmişlerdir. Sonuçlar neticesinde üç teorik bakış açısı; işlem maliyet teorisi, kaynak

temelli bakış açısı, tedarik zinciri yönetimi, dış kaynak kullanımı kararının açıklamasına etki ettiği görülmüştür. Her lojistik faaliyet düzeyinin kendi dış kaynak belirleyicilerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Huang ve Li (2009) İşletmelerin lojistikte dış kaynak kullanımında karşılaştıkları riskleri analiz etmişlerdir. Çin’de Çengcu- Çongçing şehirlerinde KOBİ’lere anket çalışması yapılarak veriler elde edilmiştir. İstatistiksel veriler neticesinde işletmenin lojistik süpervizörünün lojistik işletmelerde dış kaynak kullanımı için kesin bir risk algısına sahip olduğunu göstermiştir.

Chen vd. (2010) lojistikte dış kaynak kullanımı iş birliği ve performans bağlantısını incelemişlerdir. Üst yönetimde yer alanların lojistik dış kaynak kullanımında stratejik kararlar verdiği, lojistik dış kaynak kullanımı için net bir vizyona sahip oldukları belirlenmiştir. 3PL sağlayıcılarının durumu anlamada yeterli, bilgi deneyimi yüksek, iletişim gücü yüksek olduğu tespit edilmiştir. Križman ve Ogorelc (2010) Lojistik dış kaynak kullanımı performansındaki iş birliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Slovenya’da imalat ve perakende şirketleri lojistik yöneticileri ile görüşmeler yapılmıştır. Lojistik dış kaynak performansının öncülleri, hedefe ulaşma ve hedefi aşmak olarak iki boyutta olduğu belirlenmiştir. Reeves vd. (2010) otomotiv yan sanayi içindeki, lojistik hizmetlerde dış kaynak kullanımından nasıl yararlandığı araştırmışlardır. Anket çalışması uygulanmış olup Automotive News Europe otomobil satın alma yöneticileri hedef kitle olarak seçilmiştir. Araştırmadaki veri sonuçları t-testi ve regresyon analizleri kullanılarak elde edilmiştir. Dış kaynak kullanımında ticaret ortaklıklardan yararlandığı, ancak bu sürecin daha yararlı kullanılabilmesi için daha büyük ve kapsamlı sözleşmeler yapılması gerektiğine ulaşılmıştır. Wallenburg vd. (2010) lojistikte dış kaynak kullanımının performans ve sadakat üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma verileri Almanya ve ABD’de lojistik ve tedarik zinciri uzmanlarından toplanmıştır. Lojistik hizmetler Almanya ile ABD arasında çok benzer olup, lojistik dış kaynak hacmi Almanya’da %46 ve ABD’de %45’tir. Lojistik dış kaynak kullanımında müşteri sadakati, hedefe ulaşma ve müşterileri elde tutma hipotezi desteklenmiştir.

Çetin (2011) Gaziantep Sanayi Odası’na kayıtlı tekstil ve gıda sektöründe faaliyette bulunan 102 işletmenin dış kaynaklardan yararlanma düzeylerini anket çalışması yaparak ortaya koymak istemiştir. Lojistik süreçte işletmelerin dış kaynak

kullanım düzeylerinde, dış kaynaklardan yararlanma ve dış kaynaklardan yararlanmama nedenleri arasında anlamlı farklılıklar olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Chu ve Wang (2012) Çin’de dış kaynak kullanımı teknik kalitenin lojistik performans üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın temellerini bağımlılık teorisi, 3PL’ye bağımlılık, lojistik performans oluşturmaktadır. Bulgular 3PL’nin öneminin, lojistik performansa, ilişki kalitesi ile bu ilişkilerin sözleşmeler doğrultusunda olumlu şekilde yürütüldüğüne ulaşılmıştır. İlişkilerin olumlu etkisinin ayrıca finansal performansa da yansıdığı bulgu sonuçlarından anlaşılmıştır. Juga vd. (2012) lojistikte dış kaynak kullanımı ilişkilerinde hizmet kalitesi, müşteri memnuniyeti ve müşteri sadakati arasındaki bağlantıları incelemiştir. Finlandiya’da faaliyet gösteren sanayi şirketleri üzerine çalışılmıştır. Şirketler arası ilişkiler ve hizmet sağlayıcı imajı, algılanan hizmet kalitesi, müşteri memnuniyetini ve sadakatini etkilediği ortaya çıkmıştır.

Batuk (2013) firmaların tanımlayıcı özellikleri ile dış kaynak kullanım satın almaları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 2013 yılında Adana Ticaret Odasına kayıtlı olan Büyük ve Orta ölçekli işletmelerden veriler elde edilmiştir. Firmalarda çalışan işçi sayıları ile lojistikte dış kaynak kullanımı arasında anlamsız bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Peker (2013) dış kaynak kullanımının avantaj ve dezavantajlarının neler olduğunu ortaya koymak için çalışmıştır. Araştırmanın örneklemini Aksaray organize sanayi bölgesinde faaliyette bulunan üretim işletmeleri oluşturmuştur. İşletmelerin dış kaynak kullanmasından dolayı ana faaliyetlerini daha iyi yürüttükleri görülmüştür. Rajesh vd. (2013) Hindistan pazarında faaliyet gösteren lojistik şirketlerden 3PL’den yararlananlar seçilerek anket çalışması uygulamışlardır. 3PL kullanan şirketlerin seçim kriterlerinin neler olduğunu araştırmak için faktörler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda şirketlerin ana faaliyetlerine odaklanmaları ve ardından müşteri hizmetleri, lojistik maliyetlerde iyileştirmeler yapmak için dış kaynak kullanımına gidildiğine ulaşılmıştır.

Meng (2014) Tayvan telekomünikasyon endüstrisi alanında karar vericiler üzerine yapılan 197 adet anketle lojistik dış kaynak kullanımının hizmet değerini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlarda lojistik imaj ile hizmet değeri arasında anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir. Rahchamandi ve Fallahi (2014) yaptıkları çalışma İran’ın Tahran eyaletinde maden ihracatı konusunda faaliyet gösteren aktif firmalar üzerinde

gerçekleştirilmiştir. Firmaların lojistik dış kaynak kullanımında, 3PL yeteneklerini ve performanslarını ölçmek için anket çalışması yapılmıştır. 3PL yeteneklerinin stratejik ilişkileri olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Bloem ve Bean (2015) Güney Afrika'da hızlı tüketim ürünleri endüstrisinde dış kaynak kullanımı seçim sürecini araştırmışlardır. Seçim sürecinde yöneticilerden elde edilen veriler analiz edildiğinde maliyetler en önemli kriter olmakla beraber bunu hizmet ve teknolojik süreç izlemiştir. Hettiarachchi ve Ranwala (2015) 3PL kullanımında şirketlerin hangi lojistik faaliyetlerden yararlandığını araştırmışlardır. Sri Lanka'da 50 şirket seçilerek bu şirketlerin yöneticileriyle anket çalışması yapılmıştır. Çalışmaya göre en çok kullanılan 3PL hizmetlerinin başında depo operasyonları gelmiştir.

Hofer vd. (2015) lojistik dış kaynak kullanımı performansını incelemişlerdir. Almanya ve Brezilya arasındaki bağlamsal farklılıklar üzerine yürütülen çalışmada çoğaltma modeli kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda farklı dış kaynaklardan yararlanıldığı, ilişki ve performans olarak Almanya ve Brezilya'da farklılıklar olduğu görülmüştür. Liu vd. (2015) lojistikte dış kaynak kullanımı, performans ve süreç koordinasyonu bütünleştirici mekanizmaların etkilerini incelemişlerdir. Çin'deki 361 şirketten toplanan verilerle bir model oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlarda süreç koordinasyonu temel ve gelişmiş, dış kaynak kullanımı üzerinde önemli etkisi olduğu görülmüştür. Singh (2015) lojistik dış kaynak kullanımında hizmet memnuniyeti, ilişkisel memnuniyet, fiyat memnuniyeti ve bağlılığın müşteri sadakati üzerindeki etkisini araştırmıştır. Hindistan pazarından 254 lojistik hizmeti kullanıcısı seçilmiştir. Lojistik hizmet memnuniyetinin ve fiyat memnuniyetinin ilişkisel memnuniyet ve bağlılık sadakatini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Gözüyukarı (2016) çalışmasında yemek hizmetlerinde lojistik dış kaynak kullanan bir üniversite hastanesinde algılanan kalitenin müşteri memnuniyeti üzerindeki etkisi araştırmıştır. Çalışmaya yönelik veriler devlet üniversite hastanesinde 292 katılımcıdan anket çalışması ile elde edilmiştir. Gerçekleştirilen yapısal eşitlik modeli ile hizmet kalitesinin tüm boyutlarının müşteri memnuniyeti üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Rakovska (2016) Bulgaristan'da faaliyet gösteren 138 üretim ve ticaret şirketinin dış kaynak kullanımı gerekçelerini araştırmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlarda hizmet sağlayıcılarının hem de müşterilerinin malzeme akışı

entegrasyonu için gerekli bilgi ve paylaşımının çok düşük olması, ekip toplantılarının ve ortak ekiplerin kullanımının oldukça nadir olduğu görülmüştür. Ekip toplantıları ve ortaklar aracılığıyla müşteri memnuniyeti ve iletişim arasında pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Göbel (2017) çalışmasında dış kaynak kullanımı sonucunda rekabet avantajının sağlanıp sağlanmadığını araştırmıştır. İstanbul Tekstil İhracatçılar Birliği'ne kayıtlı işletmelere anket çalışması yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlarda, lojistikte dış kaynak kullanımının faaliyette esneklik, lojistik etkinlik, stratejik etkinlik, operasyonel katkı ve operasyonel verimlilik açısından etkisi olduğunu göstermiştir. Zailani vd. (2017) dış kaynak kullanımında lojistiği etkileyen performans faktörlerini araştırmışlardır. Malezya'da faaliyet gösteren elektrik ve elektronik sektöründeki şirketlere anket çalışması uygulanmıştır. Lojistiğin nakliye, depolama, paketleme- elleçleme, envanter yönetimi operasyon faaliyetlerinde beşerî varlık eksikliği ve işlem belirsizliği dış kaynak kullanımını etkilediği görülmüştür. Zhu vd. (2017) Çin'de halka arz olan şirketler üzerine dış kaynak kullanma etkilerini araştırmışlardır. Operasyonel bir mekanizma olan yönetim sürecinin iki tip lojistik dış kaynak kullanımının etkinliğini farklı şekilde etkilediğini ortaya koymuştur. Temel lojistik dış kaynak kullanımında süre, doğrudan maliyeti ve teslimatı etkilediği tespit edilmiştir.

Marchet vd. (2018) Lojistik dış kaynak kullanımı etkilerini ve 3PL satın alma sürecini incelemişlerdir. İtalya'da lojistik alanda çalışan üst düzey yöneticilerle anket çalışması yapılmıştır. Dış kaynak kullanmanın etkileri işletme maliyetlerini düşürmek ve esneklik olarak tespit edilmiştir. Świtała vd. (2018) lojistik hizmet sağlayıcılarının incelenmesi ve dış kaynak kullanımının performans ile birlikte müşteri memnuniyeti ve bağlılığa etkilerini araştırmışlardır. Polonya'da faaliyet gösteren şirketler üzerine anket çalışması yapılmış ve 110 firmadan geri dönüş sağlanmıştır. Lojistik hizmet sağlayıcılarının uyumluluğunun lojistik hizmetlerin performansı üzerindeki güçlü doğrudan etkisi olduğu görülmüştür.

Amjad ve Siddiqui (2019) Pakistan'daki lojistik dış kaynak kullanımında ilişki kalitesini ve müşteri sadakatini etkileyen faktörleri araştırmışlardır. İlişki kalitesinin müşteri sadakati üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. İnci ve Acer (2019) dış kaynak kullanımından hangi alanda faydalandığını araştırmıştır. Karadeniz Fındık ve Mamulleri İhracatçıları Birliğine kayıtlı 98 firma ile görüşmeler yapılmıştır. Dış kaynak

kullanımından fazla yararlanılmadığı görülmüş. Bunun sebebi olarak alıcı ve satıcının direk birbirleriyle yapmış oldukları temas ve nakliye aşamasında kendi imkânlarını kullanmaları tespit edilmiştir.

Yuan vd. (2020) Çin'deki 250 imalat şirketi yan kuruluşlarından alınan verilerle 3PL sağlayıcılarının işlem özelliklerinin lojistik dış kaynak kullanım başarısı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 3PL hizmet sağlayıcılarının işlem özellikleri ve teknolojik bilgi birikimlerinin ortadaki belirsizlikleri kaldırdığı görülmüştür. Ayrıca sonuçların üst düzey yöneticilerin lojistik dış kaynak kullanımı üzerinde çok önemli rolü olduğunu göstermiştir.

### **2.1.3. ÇKKV Yöntemlerinin Kullanıldığı Çalışmalar**

Handfield vd. (2002) AHP yöntemini kullanarak, Amerika'da elektronik sektörde faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi performansını değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirme çevresel kriterler göz önüne alınarak yapılmıştır.

Dulmin ve Mininno (2003) orta büyüklükte olan bir İtalyan firmasının karayolu ve demiryolu taşımacılığı alanında tedarikçi seçim süreci için bir model ortaya koymuşlardır. Analiz sırasında Promethee yönteminden yararlanılmıştır.

Chan ve Chan HK (2004) tedarikçi seçim modelinin geliştirilmesi için AHP destekli ve kalite yönetim sistemlerini destekleyen yenilikçi bir model ortaya koymuşlardır. Önerilen modelle birlikte tedarikçi seçimi probleminin yapısal ve zamanında çözülebileceği bulunmuştur.

Liu ve Hai (2005) tedarikçi seçimi ve performans ölçümü üzerine 60 kişiden oluşan bir vaka çalışması ortaya koymuşlardır. Analiz için AHP yönteminden yararlanılmıştır. En önemli seçim kriterinin teslimat olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Shyur ve Shih (2006) Tayvan'da yerel bir şirket üzerine yürüttükleri çalışmada tedarikçi seçim sürecini değerlendirmişlerdir. Kriter ağırlıklarını belirlemede AHP yöntemi ve firma sıralamasında TOPSIS yönteminden yararlanılmıştır. Firma sıralamasında en önemli kriterin ürün ve hizmetin zamanında teslim edilmesi sonucuna ulaşılmıştır.

Ünal (2008) Türkiye'de faaliyet gösteren lastik firmasının lojistik faaliyetlerini yerine getirmesi için tedarikçi seçim sürecine yardımcı olmak adına bir model ortaya koymuştur. Analiz sürecinde AHP ve TOPSIS yöntemlerinden faydalanırken en önemli

seçim kriterinin müşterilere zamanında teslimat olduğuna ulaşılmıştır. Dağdeviren ve Eraslan (2008) alışmalarında Ankara ilinde elektronik sektöründe bir işletmenin tedarikçi seçim sürecini ele almışlardır. 6 kriterden oluşan alternatif seçiminin analizi için Promethee yönteminden yararlanılmıştır.

şenkayas vd. (2010) alışmalarında Aydın ilinin Nazilli ilçesinde faaliyet gösteren bir firmanın lojistik tedarik sürecini incelemişlerdir. Analiz sürecinde AHP yöntemi kullanılmış ve en önemli seçim kriterinin zamanında teslimat olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Peng (2012) dondurulmuş gıda sektöründe faaliyette bulunan bir işletmenin lojistik tedarik sürecini incelemiştir. Analiz sürecinde AHP yönteminden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en önemli kriterin nakliye maliyetleri olduğuna ulaşılmıştır.

zbek ve Eren (2013) bir firmanın 3PL seçim sürecinin değerlendirilmesi için Analitik Ağ Süreci (AAS) tekniğinden yararlanmışlardır. Yapılan analizlerin sonucunda kalitenin en önemli kriter firma imaj kriterinin ise fazla önemli olmadığına ulaşılmıştır.

Jayant vd. (2014) Hindistan’da cep telefonu sektöründe ters lojistik servis sağlayıcı seçimi aşamasında firma yöneticileriyle yapılan vaka çalışmasını kapsamaktadır. AHP tabanlı TOPSIS yönteminden yararlanılmıştır. Bu süreçte en çok dikkat edilen faktörün geri dönüşüm olduğu sonucuna varılmıştır.

Tavana vd. (2016) tersine lojistik faaliyetlerini dış kaynaklardan temin eden şirketin karşılaştığı sorunları incelemişlerdir. şirket ABD Virginia eyaletinde faaliyet gösteren boru kompozit üreticisidir. Çalışmada kriterler ve öncelikler belirlendikten sonra swot analizi yapılmıştır. şirketin en önemli önceliği ters lojistik faaliyetlerini 3PL sağlayıcılarına devretmek, temel işe odaklanmak, maliyetlerini azaltmak olduğu sonucuna varılmıştır.

Eren ve Gr (2017) e-ticaret alışveriş firmasının müşterilerinin taleplerini yerine getirmesi aşamasında tedarikçi seçimini incelemişlerdir. AHP ve TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılarak en iyi kriterler göz önüne alınarak alternatif en iyi firma seçimi yapılmıştır. En önemli seçim kriterinin maliyet olduğu sonucuna varılmıştır.

Bedir vd. (2018) Kırıkkale ilinde inşaat sektöründe faaliyette bulunan bir firmanın tadilat işlerini yerine getirmesi aşamasında tedarikçi seçimi incelenmektedir. Analiz kısmında AAS ve Promethee yöntemlerinden yararlanılmıştır. Seçim sürecinde

güvenlik, verilen işin zamanında yerine getirilmesi kriterinin en önemli faktör olduğuna ulaşılmıştır.

Açanal (2019) savunma sanayisinde faaliyet gösteren bir firmanın dış kaynak seçim sürecinde önem verdiği kriterleri belirlemek için AHP yöntemini kullanmıştır. Kriter ağırlıklarından elde edilen önem derecelerinde ilk sırayı savunma sanayi başkanlığı stratejileri alırken en düşük önemli kriterin maliyet kriteri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Arslan ve Aydoğmuş Y. (2020) Alanya’da bir otel işletmesinin servis sağlayıcı problemini ele almışlardır. Araştırmanın analizinde TOPSIS yönteminden yararlanılırken en önemli kriter ağırlığının işlerin yerine getirilmesi aşamasında verilen destek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özgüner (2020) İstanbul’da faaliyette bulunan bir dış polikliniği dış kaynak kullanım sürecinde aldığı hizmetleri ve tedarikçi seçimine yönelik bir vaka çalışması yapmıştır. 6 alternatif firma ve 8 kriterin belirlendiği bu süreçte TOPSIS ve Entropi yöntemi kullanılmıştır. Tedarikçi seçim sürecindeki en önemli kriter kalite olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## **2.2. Araç Rotalama Problemine İlişkin Literatür Araştırması**

İlgili literatür incelendiğinde Araç Rotalama Problemleri kapsamında çok sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalar Araç Rotalama Problemleri çözüm yöntemlerine göre kategorize edilerek aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

### **2.2.1. Kesin Çözüm Yöntemli Çalışmalar**

Dethloff (2001) tersine lojistik sürecinde araç rotalama problemi çözümünü araştırmıştır. Eş zamanlı araç rotalama problemi kullanılmıştır. Çünkü müşterilerin taleplerini karşıladıktan sonra geri dönüşümleri anında gerçekleştirmek için ekleme tabanlı algoritma kullanılarak yer seçimi yapılması gerektiğine ulaşılmıştır.

Laporte vd. (2002) araç rotalama probleminde bütünleşik stokastik talepli tam sayılı L şekilli algoritma çözümlemesi yapmışlardır. Maliyet kısıtlaması göz önüne alınarak kapasite kısıtlı araç rotalamayı kullanmışlardır. Müşteri talepleri gözlemlenerek oluşturulan rotalardan daha güçlü sonuçlar elde etmek adına ve alt sınırların belirlenmesi için kesin çözüm yöntemlerinden dal ve kes algoritma üzerinden L şekilli

algoritma türetilmiştir. Toth ve Vigo (2002) araç kapasitesi kısıtlamalarının dikkate alındığı araç rotalama probleminin çözümü için önerilen kesin klasik yöntem algoritmalarından dal ve sınır kesme algoritması incelemişlerdir. Çözülen en büyük örneklerin boyutu 25'ten daha sonra 100'den fazla müşteriye çıkarılmıştır. 75 müşteri ile literatürde bazı problemler hala çözülmemiş olarak tespit edilmiştir. Araştırmada mevcut yaklaşımlarla sistematik bir şekilde çözülebilecek sorunların büyüklüğüne göre müşterilerin onda biri seçilmiştir. Böylelikle kesin çözüm yöntemlerinde kullanılan dal ve sınır algoritması başarılı şekilde sonuç verdiği görülmüştür.

Ralphs vd. (2003) sabit bir dağıtım aracı filosunun müşteri taleplerini minimum maliyetle karşılamak için ortak depodan yaptığı taşımayı incelemişlerdir. Kapasite kısıtları olduğundan dolayı en iyi çözümün klasik yöntem olacağını düşünerek paralel dal kesim algoritması kullanılmıştır.

Fukasawa vd. (2004) geleneksel Lagrangean gevşemesi ile ilişkili yollar üzerinde ve sınırlar dâhilinde, kapasite kısıtlamaları ve dereceleri ile tanımlanan kesişme noktalarının en aza indirilmesiyle elde edilen bir alt sınır algoritması sunmuşlardır. Ortaya çıkan dal ve kes, kesin çözüm yöntem sonuçlarına göre oluşturulan algoritma 100 köşeye kadar tüm örnekleri tutarlı bir şekilde çözebilmeyi ve iki katına çıkarmayı başarmıştır. Lysgaard vd. (2004) kapasiteli araç rotalama problemi üzerinde yeni çözüm yöntemlerini araştırmışlardır. Kesin çözüm yöntemlerinden dal ve kes algoritması seçim stratejileri yönetimi araştırmaya uyarlanmıştır. Deney sonuçları, oluşturulan algoritmanın diğer çalışmalara göre rekabetçi olduğunu göstermiştir.

Choi ve Tcha (2005) çeşitli kapasitelere, sabit maliyetler ve değişken maliyetlere sahip heterojen filolu araç rotalama problemi üzerine çalışmışlardır. Çözüm için sütun üretimine dayalı yaklaşım uygulanmıştır. Karşılaştırma testi örnekleri ile hesaplamalı deneyim yaklaşımının hem üretilen çözümlerin kalitesini hem de çözüm süresi açısından mevcut tüm algoritmalarından daha iyi performans gösterdiği elde edilmiştir. Kim vd. (2005) zaman pencereli araç rotalama üzerine öğle yemeği molaları dikkate alınarak buna yönelik gerçek zamanlı atık toplama problemini çözme çalışmasını ele almışlardır. Hedef araç sayısını ve toplam seyahat süresini en aza indirmektir. İş yükü dengelemesini sağlamak için, kesin çözüm yöntemlerinden kapasiteli bir kümelemeye dayalı rota algoritması geliştirilmiştir. Önerilen algoritma gerçek hayattaki atık toplama problemi üzerinde başarıyla uygulanmıştır.

Aydemir (2006) tam zamanında üretim sistemini kullanan ve üretim aşamasında 42 tedarikçisi bulunan otomobil fabrikasının, malzeme akışını sağlamak için kullandığı araçların rotalanmasını incelemiştir. Esnek zaman pencereli araç rotalama problemi uygun görülmüş ve mevcut rotalar kümelenmiştir. Otomotiv fabrikasının mevcut rotaları ve optimum rotalar karşılaştırıldığında belirlenen üç amaca göre optimum rotalama ile %13,2 oranında iyileşme sağlayacağı gözlemlenmiştir. Francis vd. (2006) klasik araç rotalama probleminin varyasyonu olan dönemsel araç rotalama problemini incelemiştir. Problemde kesin çözüm yöntemlerinden dal-kes algoritması kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda hizmet seçiminin eklenmesinin sistem verimliliğini ve müşteri hizmetlerini geliştirebileceğini göstermiştir. Iori vd. (2006) iki boyutlu yükleme kısıtlamaları ile araç rotalama problemi için kesin bir çözüm yöntemi oluşturmuşlardır. Amaç, müşterilerin minimum toplam maliyet yollarının bir bölümünü bulmaktır. Problemin çözümü için dal-sınır algoritması uygulanmıştır. Bu algoritma maliyetleri azaltmış ve genel performansa olumlu katkıda bulunmuştur.

Dondo ve Cerdá (2007) çok depolu, heterojen filolu, zaman pencereli araç rotalama problemini incelemiştir. Problem çözümünde kümeleme tabanlı algoritma kullanılmıştır. Farklı boyutlar, kümelenmiş-rastgele müşteri konumları ve zaman penceresi dağılımları içeren çok sayıda karşılaştırma sorunu kabul edilip zamanında çözüme ulaşma sonucunu vermiştir.

Zirour (2008) klasik araç rotalama problemi üzerine algoritma çözümlü çalışma ve modeller incelemiştir. Yapılan incelemelerde klasik kesin çözüm yöntemleriyle yalnızca küçük sorunların çözümünün mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır.

Karaoğlu (2009) hem depodan müşterilere hem de müşterilerden depolara taşımacılığın söz konusu olduğu Yer Seçimi ve Eş Zamanlı Topla Dağıt Araç Rotalama Problemini incelemiştir. Problemin çözümü için iki matematiksel model, bir alt sınır elde etme yaklaşımı ve bu yaklaşıma dayalı olarak en iyi çözümü veren iki kesin dal ve kes algoritması önerilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda geliştirilen algoritmalar ile küçük ve orta büyüklükte problemler için en iyi çözümlere makul çözüm sürelerinde ulaşılırken büyük boyutlu problemlerde en iyi çözüme oldukça yakın çözümlerin elde edildiği görülmüştür.

Tekin vd. (2011) Konya ilinde faaliyet gösteren “Dondurmam Gaymak” markalı ürünlerini müşterilere ulaştırmasını sağlayan, özel bir şirketten elde edilen gerçek

veriler ile gezgin satıcı problemi kapalı uçlu araç rotalama problemini ele almışlardır. Kesin çözüm yöntemlerinden olan dal-sınır metodu toplam maliyet kısıtını sağlamadığı için uygun çözüm olmadığı anlaşılmıştır. İki- Yol değişim gelişim sezgisel yöntemi tüm kısıtları yerine getirdiği için uygun yöntem kabul edilmiş kullanılmıştır. Çalışmada firma dağıtım maliyetlerinde iyileştirmeler yapılmıştır.

Baldacci vd. (2012) araç rotalama problemi için mevcut son teknolojiyi kullanan kesin algoritmaları incelemişlerdir. Kesin çözüm yöntemlerinden gevşeme algoritması ile kapasiteli araç rotalama ve zaman pencereli araç rotalama, hesaplama performanslarının karşılaştırması rapor edilmiştir. İncelemeler sonucunda bu yaklaşımların müşteri sayısının az olduğu araştırmalarda daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Erdoğan ve Miller-Hooks (2012) klasik araç rotalama probleminin türü olarak ifade edilen yeşil araç rotalama problemi üzerine çalışma yapmışlardır. Rotalama problemi doğrusal program olarak formüle edilmiştir. Buluşsal yöntem ve yoğunluk tabanlı kümeleme algoritmasıyla beraber özelleştirilmiş bir iyileştirme tekniği sunulmuştur. Sayısal sonuçlara bakıldığında, buluşsal yöntemlerin iyi performans verdiği görülmüştür.

Agra vd. (2013) zaman pencereli araç rotalama problemini ele almışlardır. Gecikmelerin sık olduğu deniz taşımacılığı örneklem olarak kullanılmıştır. Kesin çözüm yöntemlerinden bir dal ve kes algoritması ile sütun-satır oluşturma algoritması seçilmiştir. Uygulanan teknikler sonucunda problemin çözülmesinin kolay olduğu görülmüştür.

Koç ve Karaoğlu (2014) klasik araç rotalamanın genelleştirilmiş bir türü olan zaman bağımlı araç rotalama problemini kullanmışlardır. ZBARP için literatürdeki çalışmalardan farklı bir biçimde, “ilk giren ilk çıkar (FIFO)” özelliğini benimseyen, zamana bağlı hız etkenini dikkate alan ve doğrusal yapıya sahip yeni bir meta-sezgisel karma tam sayılı matematiksel model oluşturulmuştur. ZBARP, NP-Zor bir araç rotalama problemi olduğu için, orta ve büyük kapsamlı problemlerde matematiksel modeller ile optimal sonuçlara ulaşmanın mümkün olmadığı görülmüştür.

Atasagun (2015) zaman bağımlı ve eş zamanlı topla-dağıt araç rotalama problem türü için bir matematiksel model geliştirerek yapılan çalışmalardaki veriler üzerine deneysel çalışmalar yapmış ve yorumlamıştır. Toplamda 112 yeni test problemi

oluşturulmuştur. Test problemlerinin sadece 3 tanesinde kesin sonuca varılırken, ortalama YSD %20 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Akay (2016) gerçek hayatta karşılaşılan, büyük boyutlu personel ve malzeme nakil görevlerinin rota tespitini yapmıştır. Eş Zamanlı, Topla-Dağıt Araç Rotalama Probleminde kullanılan matematiksel model incelenerek 13 karakolu problemlere kadar optimal sonuçlar bulunmuştur.

Balcı (2017) çalışmasında çok boyutlu gözlemlerin gruplandırılması amacıyla araç rotalama problemi modeli modifiye edilerek kesin çözümlü kümeleme yapılabilir hale getirmiştir. Geliştirilen modelin test edilmesi için, model tam sayılı doğrusal programlama yapan bir yazılım yardımıyla çözülmüştür. Tekrarlayan testlerde iki farklı yöntemin çıktılarında birebir uyum yakalanmıştır ve testler başarı ile sonuçlanmıştır. Ünlü vd. (2017) tek araçlı zaman pencereli araç rotalama topla dağıt problemine çözüm yaklaşımı geliştirmişlerdir. Bu çalışmada böl ve fethet yöntemleri kullanılarak belli bir kurye çalışma alanında gün içi değişikliklere de cevap verebilecek dinamik bir rotalama oluşturulması ve iş yükünün en iyilenmesi hedeflenmiştir. Kargo firmasıyla sonuçlar değerlendirildiğinde ticari olarak kullanılabilir bir yöntem oluşturulduğu hemfikrine karar verilmiştir.

Cömert vd. (2018) zaman pencereli araç rotalama problemi kullanılarak araştırmaya çözüm yöntemi sunmak istemişlerdir. Kesin çözüm yöntemlerinden önce kümele sonra rotala yaklaşımları kullanılmıştır. Önemli sonuçlar alınmış, önerilen yaklaşımın şirkete değer katacağı düşünülmüştür.

Cömert vd. (2019) klasik araç rotalama probleminden oluşturulan eş zamanlı topla dağıt araç rotalama problemini ele almışlardır. Problemin çözümünde iki aşamalı kesin çözüm yöntemleri kullanılmıştır. İlk olarak, kümeleme analizi yöntemleri: K-Medoids ve K-Means algoritmaları sayesinde müşteriler kümelenmiştir. Daha sonra aynı küme içinde yer alan müşterilere dağıtma ve toplama sürecinde takip edilecek güzergahlar tam sayılı doğrusal programlama ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre uygulanan iki algoritmanın da birbirine benzer performansla çalıştığı görülmüştür. Kubat (2019) Ankara’da elektrik dağıtımı yapan bir firmanın aktif olarak çalışan, mobil cihazlar yardımıyla meskenlere fatura bırakan endeks okuyucularının, aylık çalışma sürelerini aşmadan, okumaları gereken tesisatları okuyup, kat ettikleri mesafenin en azlanmasını amaçlamıştır. Problem açık turlu araç rotalama problemine dönüştürülüp

uygun bir matematiksel modelle çözümü sağlanmıştır. Yeni oluşturulan rotaların toplam mesafesi 48300m olup, mevcut durumdaki 129987m olan uzunluğa oranla %62,84 iyileşme göstermiştir.

### **2.2.2. Sezgisel Çözüm Yöntemli Çalışmalar**

Yang vd. (2000) çalışmada stokastik araç rotalama için sezgisel bir yaklaşım olan determinist bir algoritma kullanmışlardır. Oluşturulan algoritma sisteminin kaliteli çözümler ürettiği toplam seyahat maliyetini en aza indirdiği görülmüştür.

Eryavuz ve Gencer (2001) zaman pencereli araç rotalama probleminin bir türü olan toplama ve dağıtım araç rotalama problemine çözüm aramışlardır. Çözüm yöntemi olarak sezgisel tasarruf ve rassal tasarruf algoritması metotları kullanılmıştır. Balıkesir Ordu Donatım Okulu personel servis araçlarının toplam rota mesafeleri minimize edilmeye çalışılmaktadır. Toplam rota uzunluğu 594 birim olarak tespit edildikten sonra %28'lik iyileştirme sonucunda 425 birime indirilmiştir.

Cordeau vd. (2002) araç rotalama problemi üzerine yapılan çalışmaların doğruluk ve hıza göre değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışmalarda kriter olarak basitlik ve esneklik göz önüne alınmıştır. Clarke ve Wright'ın buluşsal yöntemi uygulamaya en yakın başarı sunduğundan popülaritesi devam ettiği söylenmiştir. Renaud ve Boctor (2002) karma araç rotalama problemi için sezgisel tabanlı süpürme algoritması kullanılmıştır. Uygulamada sezgisel tarama yöntemi en iyi bilinen çözümü üretmiştir. Rota mesafelerini kısaltmış ve maliyet tasarrufu sağlanmıştır.

Nagy ve Salhi (2003) tekli ve çoklu depolar için yeni bir araç rotalama algoritması oluşturulmaya çalışmışlardır. Araç rotalama probleminin çözümünde sezgisel yaklaşım olarak buluşsal yöntem tekniği kullanılmıştır. Araştırma şimdiye kadar tekli depo üzerine kurulan algoritmalarından farklı birden fazla depo ile ilgili sorunları çözmeyi başarmıştır.

Chepuri ve Homem-De-Mello (2005) stokastik araç rotalama problemi üzerine çalışmışlardır. Çözüm sürecinde sezgisel çapraz entropi yöntemi ve CE yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemlerin kullanılmasındaki temel avantaj belirli problem formülasyonlarından bağımsız olmasıyla beraber aynı yapıyı kullanması ve başarılı olması sonucuna varılmıştır. Emel ve Taşkın (2005) bir işletmenin dağıtım problemlerini inceleyerek klasik araç rotalama problemi olarak bir model

oluşturmuşlardır. Problem sezgisel yöntemlerden biri olan en yakın komşu yöntemi ile çözülmüştür. Araç turlarında hızlı bir iyileşme görülmüştür.

Sungur vd. (2006) araç rotalama probleminde talep belirsizliği altında yaşanan sorunları incelemişlerdir. Sezgisel bir ağ kurma yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım belirsiz tüm talepleri karşılarken ulaşım maliyetlerini en aza indiren güzergâhlar sunmuştur. Tan vd. (2006) zaman pencereli araç rotalama problemi üzerine, sezgisel yapıda evrimsel bir algoritma oluşturmuşlardır. Problem çözümünde rotalar optimize edilerek seyahat süreleri ve araç sayıları en aza indirilmiştir. Literatürde yayınlanan en iyi çözümlere kıyasla daha iyi ve rekabetçi 20 yönlendirme çözümü sunmuştur.

Arslan (2007) tez çalışmasında Afyonkarahisar merkezinde bulunan bir fabrikanın servis araçlarının rotalarının belirlenmesi problemini ele almıştır. Ulaşım hizmetleri birim amirliğiyle yapılan görüşmelerle, çalışmanın içeriği ve odak noktası tespit edilmiştir. Mevcut yol güzergahında aracın günlük kat ettiği mesafe 1075 km iken 1013 km olarak iyileştirilmiştir. Secomandi ve Margot (2007) stokastik talepli araç rotalama problemi üzerine yeni bir algoritma oluşturmuşlar ve sezgisel bir yaklaşım kullanılarak süreci yeniden optimize etmişlerdir. Literatürde mevcut bir sezgisel tarama ve müşteri taleplerinin tam bilgisi ile hesaplanan bir alt sınır ile yapılan karşılaştırma, kısmi yeniden optimize edilen sezgiselle daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Aydın vd. (2008) mevcut sistem incelenerek evsel atık toplama ve ayrıştırma maliyetlerinin yüksek olduğunu anlamışlardır. Sezgisel çözüm yöntemlerinden en yakın komşu metodu kullanılarak eskiden mahalle içinde gidilen 17 km'lik mesafe RotaÇiz programıyla yeniden tasarlandıktan sonra 9 km'lik mesafeye indirilmiştir. Goel ve Gruhn (2008) araç rotalama problemi üzerine sezgisel bir algoritma çözümü sunmuşlardır. Algoritma çözüm süresi daha az olduğundan aktif dinamik daha az kısıtlı planlama sistemlerinde daha başarılı olacağı tespit edilmiştir.

Can (2009) müşteriler arası malzeme akışı eş zamanlı dağıtım toplama yapılan araç rotalama problemine sezgisel tasarruf algoritması kullanılarak mevcut durumla karşılaştırma yapmıştır. Uygulama sonucunda beş haftalık dönemde, mevcut durumda 39 araç, karar destek sistemiyle 33 araç kullanılmıştır ve toplam 6 araç tasarruf edilmiştir. Ayrıca araç sayısına bağlı olarak 5 haftada 25 personel tasarrufu sağlanmıştır. Demircioğlu (2009) zaman pencereli araç rotalama problemine sahip bir

taşıma firmasında minimum dağıtım rotasını bulmaya çalışmıştır. Sezgisel bir yaklaşım olan geliştirilmiş tasarruf yöntemi yardımıyla problemi çözmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulan modelin, kullanılan modele göre %24 daha iyi sonuç verdiğine ulaşılmıştır. Subramanian vd. (2009) eşzamanlı alım ve teslimat ile araç yönlendirme sorunu çözümü için paralel bir yaklaşım kullanmışlardır. Literatürde mevcut olan kıyaslama problemlerinden elde edilen sonuçlara ek katkı sağladığı ve geliştirdiği görülmüştür.

Groër vd. (2010) kapasite kısıtlı araç rotalama probleminde yapılan sezgisel çalışmalar üzerine araştırma yapmışlardır. Literatürde yer alan benzer yolları izleyen ve en az şekilde değişiklik gösteren yedi sezgisel yerel arama yaklaşımı incelenmiştir. Yerel arama algoritması diğer algoritmalara göre daha hızlı, anlaşılabilir bir çözüm yöntemi olduğu tespit edilmiştir.

Conrad ve Figliozzi (2011) elektrikli araçların şarj edilmesinde kullanılan araç rotalama problemlerini incelemişlerdir. Bu sorun kısıtlı zaman pencereli araç rotalama probleminin farklı bir varyasyonu kabul edilmiştir. Araç menzili kısıtlı olduğundan dolayı sezgisel yöntemlerin daha iyi sonuç vereceği önceki çalışmalar gözden geçirildikten sonra anlaşılmıştır. Çetin vd. (2011) yeni bir sezgisel algoritma önerisinde bulunarak, heterojen filolu eş zamanlı dağıtım toplamalı araç rotalama problemlerinin çözümüne dayalı bir karar destek sistemi oluşturmuştur. Literatürde yapılan çalışmalarda, karşılaştırma yapacak test problemlerinin yer almamasından dolayı dağıtım faaliyetlerinde bulunan bir firmanın verileri kullanılarak test edilmiş, mevcut rota mesafesi ile maliyet durumu karşılaştırılmıştır. 6 haftalık yapılan uygulamada mevcut durum ortaya koyulduğunda 86494,50\$ harcama görülürken, önerilen algoritma ile toplam 70695,45\$ maliyete katlanılmaktadır. Elde edilen sonuçla 15799,05\$ tasarruf sağlanacağı belirlenmiştir. Hemmelmayr vd. (2011) iki kademeli echelon araç rotalama problemi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada sezgisel yaklaşım olarak kabul edilen yeni mahalle arama geliştirilmiştir. Literatürden örneklere kıyasla oluşturulan algoritmanın mevcut çözümlerden daha iyi performans gösterdiğine ulaşılmıştır.

Ribeiro ve Laporte (2012) kapasite kısıtlı araç rotalama problemine yönelik çözüm yöntemi sezgisel yerel aramayı seçmişlerdir. Toplam yönlendirme maliyetleri yerine müşterilere teslimat sürelerinin en aza indirilmesi planlanmıştır. Çözümde yerel

arama algoritmasından yüksek performans elde edilmiştir. Kosif ve Ekmekçi (2012) kapasite kısıtlı açık uçlu araç rotalama problemine çözüm olarak sezgisel bir çözüm yöntemi olan tasarruf algoritmasını kullanmışlardır. Uygulama yapılmadan önce hesaplanan yakıt maliyeti 1769,53TL olduğu bilinmektedir. Yapılan araç rotalama ile birlikte daha önceki maliyet karşılaştırıldığında 650TL'lik bir tasarruf elde edildiği görülmüştür. Xiao vd. (2012) kapasite kısıtlı araç rotalama problemi incelemişlerdir. Araçların yakıt tüketimi en aza indirilmeye çalışılmıştır. Sezgisel çözüm yöntemlerinden optimizasyon algoritması ve bu algoritmaya ek olarak hibrit tavlama algoritması geliştirilmiştir. Oluşturulan modelle beraber yakıt tüketiminde ortalama %5'e yakın tasarruf sağlanmıştır.

Bozyer (2013) tez çalışmasında klasik araç rotalama probleminin çözümü için, talep noktalarının önce gruplandırılması sonra araçlara atanarak rotalanması mantığına dayalı bir sezgisel algoritma önermiştir. Kümeleme işleminden sonra talep noktaları rotalanmış ve elde edilen rotalar bir iyileştirme algoritması ile geliştirilmiştir. Önerilen yöntem, Christofides ve Eilon tarafından geliştirilen test problemleri ile test edilmiş ve kümeleme adımı optimum sonuca belli oranda yakın sonuçlar elde edilmiştir. Demircioğlu (2013) ürün dağıtımı, okul servis aracı, posta ve gazete dağıtımı, çöp toplama, yakıt dağıtımı gibi gerçek hayatta pek çok uygulama alanı bulunan zaman pencereli araç rotalama problemi araştırmıştır. Sezgisel yöntemlerden biri olan tasarruf algoritması ile Mersin'deki bir nakliye firmasında çalışma yürütmüştür. Mevcut çalışmadaki süreçte 14 araç ile toplam rota güzergâhı 181240 metre bulunmuştur. Önerilen çözüm ile aynı problemde 9 araç kullanılmış ve toplam rota güzergâhı 138170 metre olarak bulunmuştur. 43070 metre tasarruf sağlanmıştır. Kurul (2013) kapasite kısıtlı araç rotalama problemi için tam sayılı lineer matematiksel programlama modeli oluşturmuştur. Sezgisel çözüm yöntemlerinden gezgin satıcı yöntemiyle Yıldırım Yumurtacılıktan alınan veriler doğrultusunda bir çözüm modeli önerilmiş ve sonuçlar firmanın kullanmakta olduğu rota güzergâhları ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tek aracın kullanıldığı pazartesi ve cuma günü rota güzergâhında 5 müşteriye verilen hizmetten %4,3, salı günü 9 müşteriye verilen hizmet sonrasında %4,2, perşembe günü ürün dağıtımı hizmeti verilen 9 müşteriden %5,7 ve 11 dağıtım noktasının yer aldığı cuma gününe ait rota güzergâhından ise %10,6 tasarruf elde edilmiştir.

Çelikkanat (2014) bulanıklık çerçevesinde optimum karar vermeyi sağlayan yaklaşımlardan biri olan bulanık hedef programlama yaklaşımının kapasite kısıtlı araç rotalama problemi üzerinde uygulanabilirliğini incelemiştir. Ele alınan araç rotalama probleminde, bir fabrikadan çok sayıdaki tedarikçiye ürün dağıtımını aynı kapasitedeki araçlarla yapılmaktadır. Önerilen model, örnek sayısal veriler üzerinde uygulanmıştır. Sonuç olarak; haftalık minimum 6 araçla dağıtım yapan firmanın maliyetinin, önerilen çözüm yöntemiyle iyileştirilebileceğine ulaşılmıştır. Lin vd. (2014) zaman pencereli yeşil araç rotalama problemini incelemiştir. Sezgisel çözüm yöntemlerinden yerel arama kullanılmıştır. Sanayi atıklarına alınacak önlemler ve çevre kirliliğini önlemek amaçlanmıştır.

Etöz ve Tulga (2015) birden fazla iş sağlığı güvenliği profesyonelinin firmalara görevlendirilmesi ve rota güzergahlarının belirlenmesi yapılmıştır. Sezgisel bir yaklaşım olan kümele ve rotala şeklinde kat edilen mesafeyi ve verilen hizmet zamanını birlikte optimize eden iki aşamalı bir model oluşturulmuştur. Modelin uygulanması sonucunda optimal rotalama çözümü elde edilmiştir. Uzun ve Tezel (2015) zaman pencereli araç rotalama problemine sezgisel metot olan değişken komşuluk arama yöntemini kullanılarak minimum maliyetli araç rotalama problemi üzerinde çözüm aramışlardır. Elde edilen sonuçlara göre değişken komşuluk araması minimum toplam mesafe ve araç sayısı olarak etkili ve verimli bir performans göstermiştir.

Ulutaş vd. (2017) çalışmalarında kapasite kısıtlı araç rotalama problemi kullanılarak Sivas'ta bulunan ekmek fırınının müşterilerine dağıtım yaptığı rotayı minimize etmek için sezgisel metot olan tasarruf algoritmasından yararlanmışlardır. Çalışmada günlük 15 markete ekmek dağıtımı yapılmakta ve bu dağıtımdan oluşturulan algoritma sonrasında günlük 10TL yakıt maliyeti tasarruf edildiği görülmüştür.

Pekel (2018) Kapasite Kısıtlı Yer Seçimi ve Araç Rotalama problemi için Değişken Komşuluk Arama ve Evrimsel Yerel Arama algoritmalarını birleştiren yeni bir hibrit metot önermiştir. Önerilen algoritmanın performansı, literatürde bulunan veri setleri üzerinden en etkili sezgiseller ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, yedi farklı etkili çözüm üreten sezgisel yöntemler göz önüne alındığında, hem ortalama fark olarak iyi sonuçlar hem de iki tane en iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Yurtdaş (2018) çapraz sevkியatta toplama ve dağıtım yapan araçların rotalarını eş zamanlı olarak bulan bir sezgisel çözüm yöntemi geliştirmiştir. Çözüm gösteriminde çift bağlı liste kullanılmış

ve liste elemanlarına birbirlerini çağıran güncelleme fonksiyonu eklenerek basit ve esnek bir yapıya ulaşılmıştır. Literatürde yer alan toplam 36 problem örneği, geliştirilen yöntem ile çözülmüş ve çözüm sonuçları diğer araştırmacıların sonuçları ile karşılaştırıldığında daha kısa sürede bazı problem örnekleri için daha iyi sonuçlara ulaşılmıştır.

Yıldırım ve Çebi (2019) İstanbul bağlantılı internet alışveriş sitelerinden gelen müşteri taleplerinin istenilen yerlere dağıtımını sağlayan bir aracı firmanın, araç rotalama problemi için çözüm önerilerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma dahilinde, işletme kısıtlarına yönelik çok sayıda sezgisel algoritma test edilmesine karşın optimal çözümü sağlayan Süpürme tabanlı 2-Opt tur geliştirici sezgiseli ve Google OR çözüm yöntemlerinden Guided Local Search sezgiselinden türetilen sonuçlar ortaya koyulmuştur. İki ayrı sezgisel, firmanın filosundaki araç sayısının %50 düşürülebileceği tespit edilmiştir. Çetin ve Özçakar (2019) Türkiye’de akaryakıt firmasının araç rotalama problemi için bir model önerisinde bulunmuşlardır. Tasarruf algoritması bir yükleme algoritması ile bütünleştirilerek problem için bir çözüm ortaya koyulmuştur. Önerilen yöntem test problemleri üzerinde kullanılmış ve literatürdeki çalışmalara karşın kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir. Önerilen çözümle akaryakıt dağıtımını yapan firma üzerine uygulama ile önemli maliyet tasarrufu sağlanmıştır. Kaplanseren vd. (2019) bir şirketin işçi servislerinin rotalama problemini ele almışlardır. Toplam karbondioksit oranını ve toplam maliyetlerin azaltılması üzerine çalışılmıştır. Problemin çözümünde, karbon ayak izi Tier-1 yaklaşımı ile beraber sezgisel çözüm metodu olan tasarruf algoritması kullanılmıştır. Çalışma neticesinde elde edilen yeni rota ile şirket aracının karbondioksit salınımı %24,7 ve maliyetlerde %24,5 iyileştirme görülmüştür. Uçar ve İşleyen (2019) koordineli şekilde havada uçan silahlı ve silahsız insansız hava araçlarının kapasite ve zaman süre kısıtları göz önünde bulundurularak hareket halindeki tehditleri sonlandırması için sezgisel çözüme dayalı çok kriterli bir yaklaşım önermişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre çözüm süresi içerisinde tüm tehditlerin önceden verilen talimatlara göre sırasıyla en az sayıda araçla yok edildiği tespit edilmiştir.

Aydoğdu ve Özyörük (2020) müşterilerden gelen yeni toplama taleplerinin yerine getirilmesi amacıyla dinamik eş zamanlı topla-dağıt araç rotalama problemini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında Rassal İteratif Yerel Arama Değişken Komşu İniş

algoritması adında yeni bir algoritma modeli oluşturulmuştur. Geliştirilen sezgisel algoritmanın matematiksel model ile elde edilen sonuçlara göre daha az iyileştirme sağladığı tespit edilmiştir.

### **2.2.3. Meta-Sezgisel Çözüm Yöntemli Çalışmalar**

Secomandi (2000) stokastik talepli araç rotalama problemi için yeni bir algoritma çalışması yapmıştır. Çözüm sürecinde meta-sezgisel yeni bir nero dinamik programlama modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan algoritma sayesinde, %2,3 sezgisel en yakın komşu algoritmasına kıyasla performans artışı sağlanmıştır.

Kallehauge vd. (2001) zaman pencereli araç rotalama problemi üzerine meta-sezgisel Lagrange gevşeme yöntemi kullanmışlardır. Daha önce çözülmemiş 14 problemi çözmede başarı sağlanmıştır. Şimdiye kadarki en büyük sorun olan 1000 müşteriyle yapılan çalışmada, Solomon yöntemiyle hibrit bir algoritma oluşturularak başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Tan vd. (2001) zaman pencereli araç rotalama problemi çözümünde kullanılan meta-sezgisel yöntemleri anlatmışlardır. Çalışmada meta-sezgisel yöntemlerden tabu arama, tavlama ve genetik algoritma kullanılarak hibrit bir yapı oluşturulmuştur. Solomon tekniğiyle çözülen örnek üzerine uygulanan çalışmada eşdeğer başarıya daha kısa sürede ulaşılmıştır.

Archetti vd. (2003) bölünmüş araç rotalama türü için meta-sezgisel tabu algoritmasını uygulamışlardır. Oluşturulan algoritma sayesinde hızlı ve zamanında teslimat yapılarak başarı sağlanmıştır. Berger ve Barkaoui (2003) kapasite kısıtlı araç rotalama problemine çözüm aramışlardır. Hibrit yenilenebilir yapıda meta-sezgisel genetik algoritma oluşturulmuş ve çözüm sürecinde oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Lau vd. (2003) zaman pencereli araç rotalama problemi üzerine meta-sezgisel tabu arama algoritmasını üzerine çalışmışlardır. Sınırlı sayıda araç ile kısıtların olduğu problem çözümünde tabu arama algoritmasının hızlı ve esnek sonuçlar verdiği görülmüştür.

Bell ve Mc Mullen (2004) klasik araç rotalama türü için meta-sezgisel yaklaşım olan karınca kolonisi optimizasyonundan faydalanmışlardır. Karınca kolonisi tekniğinin büyük problemler için rekabetçi çözüm sağladığı görülmüştür. Berger ve Barkaoui (2004) zaman pencereli araç rotalama problemi için genetik algoritma kullanmışlardır.

Meta-sezgisel algoritma sayesinde toplam mesafeyi en aza indirmede başarı sağlandığı görülmüştür.

Le Bouthillier ve Crainic (2005) zaman pencereyi araç rotalama problemine çözüm üretmişlerdir. Meta-sezgisel paralel yerel arama algoritması kullanılmıştır. Literatürdeki çözüm süreçleriyle kıyaslandığında elde edilen algoritmanın oldukça başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Ombuki vd. (2006) kapasite kısıtlı araç rotalama probleminin bir uzantısı olan zaman pencereyi araç rotalama problemi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çözüm aşamasında meta-sezgisel genetik algoritma kullanılmıştır. Toplam maliyet ve araç sayısında iyileşmeler olduğu sonucuna varılmıştır.

Hsu vd. (2007) bozulabilir gıdalar için ZPARP üzerine meta-sezgisel yöntemlerden genetik algoritma ile çözümleme yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda envanter ve enerji maliyetlerinin toplam teslimat maliyetlerini önemli ölçüde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Ho vd. (2008) çoklu depolu ARP' ne çözüm aramışlardır. Çözümleme sürecinde meta-sezgisel hibrit yapıda genetik algoritma kullanılmıştır. Büyük problem çözümlerinde yararlanılan bu algoritma daha önce defalarca kullanılan Clarke ve Wright tasarruf yöntemine kıyasla daha basit olduğu tespit edilmiştir. Tüfekçier (2008) ürünlerin dağıtımını kiraladığı araçlar ile gerçekleştiren bir işletmenin araç rotalarının, en az sayıda araç kullanarak, toplam kat edilen mesafeyi en aza indirmek için çalışmıştır. Meta-sezgisel genetik algoritma geliştirilmiştir. Toplam kat edilen mesafede %12,79 oranında, diğer bir ifadeyle bir ay için yaklaşık 45,000 km iyileşme sağlanmıştır. Yılmaz (2008) Çok Depolu ARP çözmek için Karınca Kolonisi Optimizasyonundan yararlanmıştır. Çözüm önerisinin kullanılabilirliğini görmek için literatürde yer alan küçük, orta ve büyük hacimli 9 adet ÇDARP çalışması üzerinde test edilmiştir. Geliştirilen çözüm yöntemi var olan sonuçlara göre %9,1 ve %53,2 arasında sapma ile iyi sonuçlar vermiştir.

Çolak ve Güler (2009) meta sezgisel bir yaklaşım olan yapay sinir ağları çözüm yöntemini kullanarak araç rotalama problemine çözüm aramışlardır. Yapay sinir ağlarının en yakın komşuluk ile başlangıç çözümüne göre çok daha iyi sonuçlar sağladığı görülmüştür. Bununla birlikte tasarruf algoritması ile birlikte yapay sinir ağları ile optimale yakın sonuçlar elde edilmiştir. Tansel vd. (2009) tedarikçilerden gelen

ürünlerin Arçelik Bulaşık Makinesi Firması'na taşınması için izlenilecek güzergahların ve dağıtıcıların hareket alanlarının optimal veya optimale yakın bulunması amacıyla bir karar destek sistemi oluşturmuşlardır. Araç rotalama türlerinden zaman pencereli topla dağıt yönteminin uygun olduğu anlaşılmıştır. Çözüm sürecinde meta-sezgisel yaklaşım olan benzetim modelinden yararlanılmıştır. Proje çıktılarının uygulanmasıyla kat edilen toplam güzergahta %30 iyileşmenin yanında ortalama kapasite hacminde %14 artış ve tedarik zincirinde oluşabilecek değişikliklere yanıt verme süresinde ise %94 azalma görülmüştür.

Brandão (2010) heterojen sabit filolu araç rotalama problemine uygun meta-sezgisel tabu arama algoritması oluşturmuştur. Amaç, müşterilerin gereksinimlerini karşılayarak toplam maliyetleri en aza indirmektir. Bununla beraber önerilen algoritmanın kabul edilebilir bir ortamda yüksek kaliteli çözümler ürettiği görülmüştür. Kemer (2010) Trabzon ilinde faaliyet gösteren dağıtım firması Onurlar Kolektif Şirketinin bir haftalık taşıma faaliyetlerini en aza indirmek için çalışmıştır. Meta-sezgisel genetik algoritma kullanılmıştır. Firmanın bir haftalık toplam mesafesi, önerilen GA modeliyle %14,5 oranında iyileştirilmiştir.

Bolat vd. (2011) yeşil tedarik zincirinde araç rotalama problemi için bir model önerisinde bulunmuşlardır. Ana merkezi İstanbul'da bulunan bir lojistik firmasında uygulama yapılmıştır. Elde edilen çözümde, filoda yer alan 12 araçtan 6 tanesi kullanılarak yeşil lojistik uygulamaları için en az sayıda aracın kullanılması sağlanmıştır. Uygun rotalar belirlenmiş, rota mesafeleri minimize edilmiştir. Önder (2011) GA ve PSO meta-sezgisel tekniklerini birlikte kullanmıştır. Çok Depolu ARP tercih edilmiştir. İstanbul Halk Ekmek A.Ş. üzerinde uygulama yapılmıştır. Çözüm algoritmaları sonucunda mevcut rotanın toplam uzunluğu 3995,5 km olup optimizasyon ile bu değerde 1017,4 km iyileşme sağlanmıştır. Yücenur ve Demirel (2011) ÇDARP çözümü için GA ve KKO beraber kullanılmasıyla oluşturulan hibrit meta-sezgisel çözüm önermişlerdir. Geliştirilen model ile çalıştırılan çözüm prosesi ilk olarak graplama GA ile daha sonra ise rotalama KKO ile yapılmıştır. Kullanıcı ara yüzünde yer alan parametre değerlerinin değiştirilmesi ile çözümlerin iyileştirilmesi sağlanmıştır. İyileştirilen çözümlerin literatürde var olan 23 problem setinin 5 tanesi için bilinen en iyi sonuçlardan daha iyi çözümler verdiği ve bu çözümlerin oldukça başarılı olduğu

sonucuna varılmıştır. Ayrıca 18 problem seti için de bilinen optimum sonuçlara %0,30-%3,41 sapmayla yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Atmaca (2012) bir kargo dağıtım firması için, eş zamanlı dağıtım toplamalı ARP türüne çözüm aramıştır. Literatürde yer alan çalışmalar eş zamanlı toplamalı ARP türü GAMS programı yardımıyla analiz edilmiştir. Var olan ve önerilen durum; araç sayısı, araç kapasite oranları, gidilen rota güzergâhları göz önüne alınarak karşılaştırılmıştır. Önerilen çözümle, mevcut duruma göre, araç sayılarında azalış ve araç kapasite doluluk seviyelerinde artışlar ve toplam rota güzergahlarında iyileştirmeler tespit edilmiştir. Güvez vd. (2012) Kırıkkale’de atık sektöründeki hizmet veren bir toplayıcı firmanın, müşteri grubu kapsamında sağlık işletmelerinden tıbbi atık toplama için araçların mevcut rotalarının iyileştirilmesi ve önerilen rotanın maliyetinin en aza indirilmesi amacıyla model oluşturulmuştur. Problemin çözümünde, meta-sezgisel tam sayılı programlama modeli kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde mevcut olan rota ve maliyetler, önerilen çözümle firmanın bir aylık toplam yol güzergahında %20,6 oranında tasarruf edildiği görülmüştür. Koç ve Karaoğlu (2012) çalışmalarında klasik ARP genelleştirilmiş türü olan çok kullanımlı ARP çözümünü ele almışlardır. Çalışmada meta-sezgisel çözüm yöntemi olan karma tam sayılı doğrusal programlama modeli önerilmiştir. Orta ve büyük boyutlu problemler çözümlerinde matematiksel modellerin iyi sonuçlar vermediği tespit edilmiştir.

Çetin (2013) kompartımanlı ARP uygulaması olarak bir akaryakıt dağıtım firmasını incelemiştir. Öncelikle mevcut durum incelenmiş ve mevcut dağıtım maliyeti belirlenmiştir. Kullanılan yöntemin geçerliliği test edilmiştir ve kabul edilebilir sonuçlar vermiştir. Sonuç olarak Tabu Arama Algoritması kullanılarak, maliyetlerde önemli bir iyileştirme sağlanmıştır. Karagül ve Güngör (2013) Alanya’da turizm sektöründe müşterilere hizmet veren taşıyıcı firmanın, havalimanından otellere turist dağıtım süreci incelenerek rota tasarrufuna yönelik planlamanın yeniden yapılması üzerine model oluşturulmuştur. Klasik araç rotalama problemi kullanılmıştır. Meta-sezgisel yaklaşım olan TA, SA, rassal arama yaklaşımı çözüm metotları önerilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde tasarruf algoritması ve süpürme algoritması ile pozitif maliyet tasarrufları elde edilmiştir. Oluşturulan rota ile en çok %28,7 oranında maliyet tasarrufu sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Reed vd. (2014) KKARP çözümüne odaklı algoritma ortaya koymaya çalışmışlardır. Meta-sezgisel çok bölmeli KKARP kullanmayı tercih etmişlerdir. Atık toplamada kullanılan yaklaşımda ayrıştırılmalı çok bölmeli metotta uygulanan algoritma testlerinin iyi çözüm sonuçları verdiği görülmüştür.

Atmaca vd. (2015) Ankara'nın Sincan ve Etimesgut bölgelerine yetkili servis tarafından dağıtımı yapılacak beyaz eşyaların müşterilere ulaştırılması süreci incelenmiştir. Araçlarının kullanacağı rotaların belirlenmesi amacıyla ZPARP türü kullanılarak önerilen model gerçek verilerle analiz edilmiştir. Problem Meta-sezgisel Karışık Tam sayılı Programlama yöntemiyle çözülmüştür. Elde edilen sonuçlara bakıldığında farklı güzergahlar bulunmuş ve mevcut rota durumu ile karşılaştırılmıştır. Yetkili servis tarafından 761 km yol kat edilerek ürünlerin dağıtımı yapılırken, oluşturulan matematiksel model ile %67,9 rota güzergahından tasarruf elde edilmiş ve 244 km yol kat edilerek karşılanabileceği bulunmuştur. Şen vd. (2015) bir süpermarket zincirinde müşterilerin taleplerini yerine getirme aşamasında, oluşan rotaların ARP çözüm yöntemleriyle yeniden oluşturulması amacıyla bir model önerisinde bulunulmuştur. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan modelde ilk olarak bir kümeleme algoritması ile müşteriler kümelenmiş, ikinci aşamada ise meta-sezgisel yaklaşım olan GA destekli bir yaklaşım yardımıyla probleme çözüm aranmıştır. Toplam kat edilen mesafelerin ortalamasına, GA destekli kümeleme modeli ile bakıldığında ortalama yol uzunluğu 1188,835 olarak elde edilmiştir. Var olan kümele modeli ile 1323,355 rota güzergahı olduğundan yeni geliştirilen algoritma modelinin daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Aydemir vd. (2016) Newton'un çekim yasası esasına dayalı bir algoritma önermişler ve meta-sezgisel genetik algoritma ile başlangıç popülasyonunu elde etmek, başarıyı arttırmak için kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre KARP için önerilen yapısal algoritma diğer algoritmaların başlangıç çözümü olarak kullanılabileceğine karar verilmiştir.

Bayrak ve Özyörük (2017) EZTD\_ARP ve Bölünmüş Dağıtımlı ARP'nin genelleştirilmiş bir türü olan bölünmüş talepli eş zamanlı topla dağıt ARP'ni kullanmışlardır. Çalışmada iki meta-sezgisel matematiksel model oluşturulmuştur. Literatürde yer alan test problemleri kullanılarak deneysel çalışmalar yapılmış ve modellerin performansı ve verimlilikleri mukayese edilmiştir. Önerilen ikinci modelin

tüm performans koşullarını sağladığı ve daha iyi performans sergilediğine ulaşılmıştır. Pala vd. (2017) çalışmalarında turizm sektöründe faaliyette bulunan bir taşıma firmasının, müşterilerini havalimanına getirip götürmesi sürecinde izlediği güzergahları iyileştirmek için bir model oluşturmuşlardır. Firma kendi bünyesindeki araç filosu ile 60 otele hizmet vermektedir. Problem meta-sezgisel tam sayılı programlama modeli ile analiz edilmiştir. 10 ve 15 otelli rota güzergahları dikkate alınarak simülasyon yardımıyla test edilmiştir. Firmanın mevcut rotaları ile karar destek sisteminden oluşturulan turların süreleri yanında ayrıca yolda ortalama geçirilen süreler karşılaştırılmış ve önerilen modelin her iki parametre açısından da iyi sonuçlar ortaya koyduğu sonucuna varılmıştır.

Alakaş vd. (2018) problemi homojen çok araçlı ARP olarak ele almışlardır. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından oluşturulan “Sıfır Atık Projesi” kapsamında Kırıkkale Merkez, Yahşihan ve Bahşili ilçesindeki tüm devlet kurumlarından ve eğitim kurumlarından yapılacak atık toplama işlemleri incelenmiştir. Çalışmada kâğıt, cam, plastik ve metal gibi ekonomiye yeniden kazandırılacak ürün atıklarının toplanması için talep tahmininde bulunulmuş, ardından en az maliyeti sağlayacak olan atık toplama rotaları bulunmuştur. Dişkaya (2018) yeşil lojistik stratejisi prensiplerine göre tasarlanmış bir ARP türü olan yeşil kısıtlı ARP üzerine çalışmıştır. Çalışmanın uygulaması, Ekol Lojistik A.Ş. işletmesi Adana deposundan alınan gerçek veriler ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama problemi, GA ve yasaklı tabu arama yaklaşımları ile C# programlama dili yardımıyla kodlanmış ve çözüme ulaşılmıştır. GA için 1. sipariş kümesinde; %22,3 mesafe, %26,8 yakıt ve %26,8 karbon emisyonu tasarrufu sağlanmıştır. Taş vd. (2018) 155 kapasiteli il devlet hastanesinin hastalarına vermiş olduğu araç servis hizmetinin rota güzergahını incelemişlerdir. Çalışmada ilin bir bölümünde uygulama yapılmıştır. Bu bölgede 94 hasta bulunmakta ve 4 araç ile hizmet verilmektedir. Araç rotalama problemi için meta-sezgisel matematiksel programlama modeli kurulmuştur. Model sonucunda hangi aracın hangi sırayla, hangi hastalara hizmet vereceği belirlenmiştir. Çalışma ile araçların yol güzergahlarının en iyi şekilde dizayn edilmesi sonucu, mevcut duruma göre daha az mesafe kat edilmiş ve maliyetlerden tasarruf sağlanmıştır. Yazgan ve Büyükyılmaz (2018) 76 müşterisi bulunan bir firmanın ARP’ne yönelik bir model önerisinde bulunmaktadır. Çözüm sürecinde meta-sezgisel karışık tam sayılı matematiksel programlama modelinden

yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlarına göre; 76 müşterisi bulunan firmanın, ürün kapasitesi 50 birimden (koli) oluşan aynı tipte 9 araç kullanıldığında toplam kat edilen mesafe 91428 metre olduğu bulunmaktadır. 80 birimden (koli) oluşan aynı tipte 6 araç kullanıldığında toplam kat edilen mesafe 65897 metre bulunmaktadır. Son olarak 100 birimden (koli) oluşan aynı tipte 5 araç kullanıldığında toplamda kat edilen mesafe 58315 metre olarak bulunmuştur.

Babayiğit ve Yıldız (2019) KKARP'nin çözümü için en yakın komşu algoritması, Yapay Arı Kolonisi ve 2-opt algoritmalarının bir arada kullanıldığı hibrit bir yapı modeli ortaya koyulmuştur. Başlangıç çözümlerinde kullanılan en yakın komşu algoritması sonrasında oluşturulan hibrit yapıda algoritma en iyi çözümü ve en iyi tur maliyetlerini vermiştir. Önerilen hibrit yapının optimal çözümlere yakın değerler ürettiği görülmüştür. Ekmekci ve Elen (2019) YAK algoritmasının, KK\_ETDARP'nin farklı parametre değerleriyle elde ettiği sonuçları analiz etmişlerdir. Seçilen parametre değerlerine göre ulaşılabilecek sonuç, yapay sinir ağı (YSA) yaklaşımıyla tahmin edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen regresyon verileri, YAK ile elde edilebilecek sonuçların YSA ile tahmin edilebilecek seviyede olduğunu göstermiştir. Özçetin (2019) firmaların daha çok 3PL hizmetleri kullanması ile birlikte, uygulamada yaygın şekilde ortaya çıkan AARP'ni incelemiştir. Üç evreli bir Değişken Komşuluk Arama Algoritması önerilmiştir. Yöntemin performansı literatür test problemleri üzerinde test edilmiş ve başarısı karşılaştırmalı olarak raporlanmıştır. Özoğlu (2019) yeşil tedarik zincirlerindeki ARP için öbekleme ve meta-sezgisel optimizasyon yöntemlerinin birlikte kullanılmasına dayalı hibrit bir yaklaşım önermiştir. İlk defa yükseklik faktörü kullanılarak öbekleme analizi yapılmıştır. Belirlenen öbeklerdeki araç rotaları meta-sezgisel algoritmalar ile çözülmüştür. Doğaya salınan karbon emisyonu yakıt tüketimi ile ilişkilendirilmiştir. Önerilen yaklaşım ile optimum araç rotaları belirlenirken, kullanılan toplam yakıt tüketimi miktarı azaltılarak doğaya salınan emisyon değerinin düşürülmesi sağlanmıştır.

Cömert vd. (2020) esnek zaman pencereci araç rotalama problemi için önce kümele-sonra rotala yöntemine dayalı bir model önermişlerdir. İlk aşamada müşteriler K- Means ve K- Medoids kümeleme algoritmalarına ile kümelenmiş ikinci aşamada ise karışık tam sayılı doğrusal programlama modeli yardımıyla analiz edilmiştir. Elde

edilen sonuçlara bakıldığında, yeni algoritmanın firmanın mevcut olan maliyetlerinden daha fazla tasarruf sağladığını ortaya koymuştur.

İlgili literatür incelendiğinde, firmaların dış kaynak kullanım sürecinden yararlanıp yararlanmadıkları, dış kaynak kullanımına ilişkin performansları, seçim kriterleri ve ulaştırma maliyetlerini minimize etme konularında farklı çözüm yöntemleri ile değerlendirmeler yapıldığı ifade edilebilir. Ancak, Gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmaya ait 3PL firma seçimi ve sonrasında araç rotalama problemini bir bütün olarak analiz eden bir çalışma modellemesine rastlanılmamıştır. Bu noktada mevcut çalışma ile 3PL seçim süreci sonrasında taşıma faaliyetlerini karşılayacak firmanın maliyetlerinin de azaltılmasına yönelik koordineli bir model önerisi ile gerek kullanılan yöntemler gerekse de uygulama alanı bakımından ilgili literatüre önemli katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. AHS-VIKOR BÜTÜNLEŞİK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİĞİYLE X GIDA FİRMASI İÇİN DIŞ KAYNAK KULLANICI SEÇİMİ

Bu bölümde, öncelikle araştırmanın amacı ve önemi ile ilgili bilgiler verilip daha sonra araştırmanın örnekleme ve yöntemi açıklanmıştır. Daha sonra uygulama bölümü ile analizler gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Üretim ve hizmet sektöründe şirketlerin çoğunun müşterilerin ihtiyaçlarına yanıt verme aşamasında lojistik faaliyetlerden yararlanması ve bu faaliyetleri doğru yönetmesi son derece önemli bir hale gelmiştir. Zamanla pazarın büyümesi, ihtiyaçların çeşitlenmesi, rakiplerin artması ve talebin değişkenliğinden dolayı, lojistik faaliyetlerin profesyonel şekilde yapılmasını ve uzmanlar gözetiminde uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Şirketlerin bazıları bu faaliyetlerini kendileri yürütürken bazıları da bu faaliyetleri sektörde belli deneyime sahip lojistik alanda her türlü hizmeti veren firmalardan karşılamaktadır. Dış kaynak kullanımından yararlanan firmaların dışardan sağladıkları bu hizmeti daha çok ana iş faaliyetlerine odaklanma aşamasında tercih ettikleri bilinmektedir. Kısacası bir şirketin lojistik faaliyetlerinin verimli şekilde yürütülmesi sektörde yükselmesine ve pazardaki büyüme payına doğrudan etki edeceğine inanılmaktadır. Bu yüzden sektörde yürütülen lojistik faaliyetlerin dış kaynak kullanılarak karşılanması sürecinde hangi kriterler ve yöntemler kullanılarak tercih edildiği önemli bir araştırma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmanın uygulama bölümünün birinci aşamasında, Samsun'da faaliyet gösteren bir gıda işletmesinin lojistik faaliyetlerini devredebileceği 3PL firma seçimini AHS-VIKOR Bütünleşik ÇKKV yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2. Araştırmanın Örnekleme ve Verilerin Elde Edilmesi

Uygulama bölümünün bu aşaması Samsun'da faaliyet gösteren bir gıda işletmesinin lojistik faaliyetlerini devredebileceği 3PL firma seçimini konu

edinmektedir. Karadeniz'in ticaret merkezi Samsun'da kurulan gıda işletmesi uzun yıllardan beri bölgenin gıda tedarikini sağlamaktadır. Günlük 1000 ton buğday işleme kapasitesi ile üretim yapmaktadır. Sektörde kazandığı tecrübe ve deneyimle sadece bölgenin değil, ülkemizin ve Dünya'nın güvenilir gıda tedarikçisi olma yolunda ilerleyerek ürettiği ürünleri ihraç etmeye devam etmektedir.

Bugün 5 kıta 72 farklı ülkeye ürünlerini ihraç eden firma, müşteri memnuniyetiyle beraber aranan bir marka haline gelmiştir. Firma Türkiye'nin en çok ihracat yapan 1000 firması arasında yer almaktadır. Ayrıca firma 100.000 tondan fazla tahıl stoklama kapasitesiyle bölge ve çevre ülke üreticilerinin tahıllarını iyi koşullarda muhafaza etme gücüne sahiptir. İstanbul Sanayi ve Ticaret Odası tarafından her yıl açıklanan Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşları sıralamasında sürekli yer almaktadır. Çalışmada şirketin rekabet üstünlüğünün korunması için gizliliğinin esas alındığı ve çalışmanın bu şekilde yürütülmesi uygun görülmektedir.

Araştırmada veriler elde edilirken anket yöntemi kullanılmaktadır. Bu doğrultuda kullanılan anket formu 3 bölüm olarak meydana gelmektedir. Anketin ilk bölümünde işletmenin dış kaynak kullanımı sürecindeki seçim kriterleri tanımlanmaktadır. İkinci bölümde AHS tekniğinden yararlanılan kriterlerin ağırlıklandırılması için ikili karşılaştırma anketi uygulanmıştır. Üçüncü bölümde ise VIKOR yöntemiyle dört alternatif 3PL firmasının ilgili kriterler çerçevesinde değerlendirilmesine yönelik; (1- En Düşük, 5- En Yüksek) puanlanma istenmektedir. Anket çalışması sonucunda veriler şirketin önemli pozisyonlarında yer alan ve dış kaynak seçim sürecinde rol oynayan dört yöneticisine uygulanarak elde edilmektedir.

### **3.3. Araştırmada Kullanılan Yöntemler**

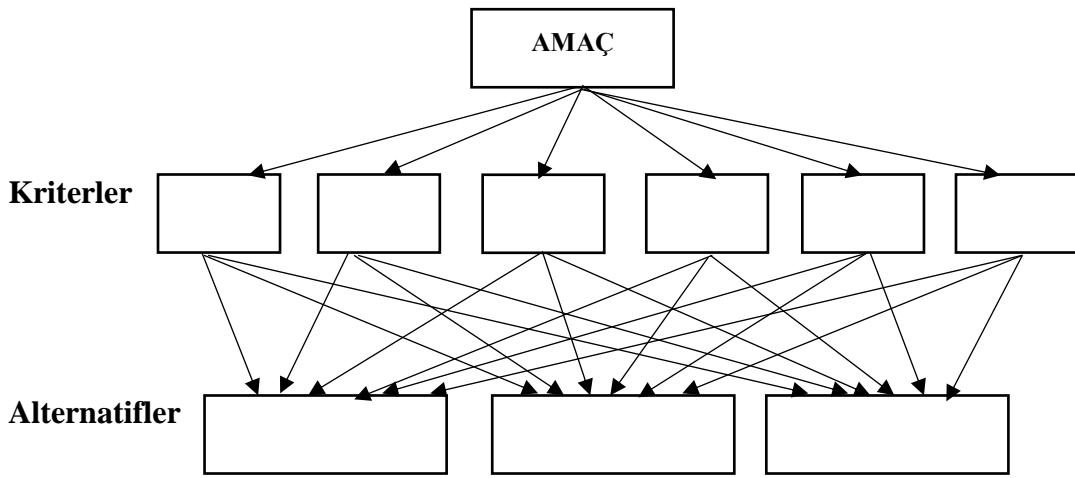
Bu aşamada kriter ağırlıkları AHS ile belirlenmiş, belirlenen ağırlıklar kullanılarak 3PL firma seçiminde VIKOR yönteminden yararlanılmıştır. İlgili yöntemlerin işleyiş adımları aşağıda belirtilmiştir:

#### **3.3.1. AHS Yöntemi (Analitik Hiyerarşi Süreci)**

AHS, problemleri hiyerarşik bir yapıda inceleyen ve ikili karşılaştırma mantığına dayanan çok kriterli karar verme yöntemidir (Felek vd., 2007: 8). Bu yöntem ikili karşılaştırma anlayışına dayanmakta ve bu ikili karşılaştırmalar ile alternatiflerin ve

kriterlerin birbirlerine göre ne derece önemli, tercih edilir ya da üstün olduğu değerlendirilmektedir (Özgörmüş vd., 2005: 112). AHS çeşitli seviyelerde birbirini etkilemeyen faktörlerin, içinde yer aldıkları hiyerarşik yapıda değerlendirilmesinde ele alınmaktadır (Anık, 2007: 13). AHS’ de problem hiyerarşik bir biçimde yapılandırılmaktadır. Şekil 4’te üç seviyeli bir hiyerarşik yapı görülmektedir. Hiyerarşik yapının oluşturulması bir amaca ve bu amaca bağlı olarak sırasıyla kriterler ve en altta alternatiflerin yer alması şeklinde dizayn edilmektedir (Felek vd., 2007: 7).

**Şekil 4. Üç Seviyeli Analitik Hiyerarşi Süreci**



Kaynak: Saaty ve Vargas, 2001: 3

AHS’ de, karar verme problemine konu olan sorun, bileşenlerine ayrılarak hiyerarşik bir yapıda oluşturulmaktadır. İkili karşılaştırmalar AHS’ de temel yapı taşlarıdır. Kriterler arası ikili karşılaştırmalar yapılırken, Tablo 1’de görülen ve Saaty tarafından önerilen 1’den 9’a kadar değerlerden oluşan temel karşılaştırma skalası kullanılmaktadır (Felek vd., 2007: 8).

**Tablo 1. İkili Karşılaştırmalarda Kullanılan Önem Dereceleri**

<b>ÖNEM DERECEŚİ</b>	<b>TANIM</b>
1	İki Kriterde amaca Eşit Katkıda Bulunuyor
3	Bir Kriter Diğerine Göre Amaca Biraz Daha Fazla Katkıda Bulunuyor
5	Bir Kriter Diğerine Göre Amaca Oldukça Fazla Katkıda Bulunuyor
7	Bir Kriter Diğerine Göre Amaca Çok Fazla Katkıda Bulunuyor
9	Bir Kriter Diğerine Göre Amaca Son Derece Önemli Katkıda Bulunuyor
2, 4, 6, 8	Diğerleri (Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler)

Kaynak: Saaty, 2008: 125

AHS' de ilk olarak ulaşılmak istenen amaç ortaya koyulur. Daha sonra kriterler ve varsa alt kriterler belirlenir. En alt seviyede ise bu kriterleri sağlayan alternatiflere yer verilmektedir (Aslan, 2006: 5). Kriterlerin belirlenebilmesi aşamasında anket çalışmasına veya bu konuda uzman kişilerin bilgisinden yararlanılmaktadır (Dağdeviren vd., 2004: 132). Kriter belirlemelerinden sonra karar hiyerarşisi meydana getirilmektedir. Daha sonra ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak çalışmada yer alan uzman veya katılımcılardan karşılaştırmalara cevap vermesi istenmektedir. Bu karşılaştırmaların tutarlılık testini sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmekte, sağlamaması durumunda kriterlerin ikili karşılaştırmalarını yapan katılımcıların, kararlarını tekrar gözden geçirilmesi istenilmektedir. Daha sonra ikili karşılaştırma matrislerinden kriter ağırlıklar (öz vektör değerleri) elde edilmektedir (Aslan, 2006: 5).

AHS yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Aktaş vd., 2015: 201):

- Hiyerarşik yapının oluşturulması gerekir.
- İkili karşılaştırma matrisleri (A) ve üstünlüklerin belirlenmesi gerekmektedir.
- Ağırlık vektörünün hesaplanması yapılır.
- Tutarlılık oranlarının hesaplanması gerekir.
- Alternatiflerle ilgili sıralamanın belirlenmesi gerekir.

### **1. Adım:** Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Karar hiyerarşisinin karar amacında, yukarıdan başlayarak orta düzeyde kriterler ve en düşük düzeyde ise alternatifler yer almaktadır (Saaty, 2008: 85).

### **2. Adım:** İkili Karşılaştırma Matrisleri (A) ve Üstünlüklerin Belirlenmesi

Amaç, kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra, kendi aralarında önem derecelerinin gözlemlenmesi nedeniyle ikili karşılaştırma matrisi meydana getirilir. Tablo 1’ de verilen önem skalası kullanılmalıdır (Saaty, 1990: 12). Karşılaştırma hiyerarşinin en üstünden başlar ve hiyerarşinin belirlenmiş olan düzeyi karşılaştırılacak n tane eleman içeriyorsa, toplam olarak  $n(n-1) / 2$  adet ikili karşılaştırma yapılması gerekir (Durdudiler, 2006: 27).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & a_{31} & \cdots & a_{n1} \\ 1/a_{21} & 1 & a_{32} & \cdots & a_{n2} \\ 1/a_{31} & 1/a_{32} & 1 & \cdots & a_{n3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & 1/a_{n3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

### 3. Adım: Ağırlık Vektörünün Hesaplanması

İkili karşılaştırmalardan hareketle ağırlık vektörü bulunur. Öncelik vektörü olarak ifade edilen  $W$  sütun ağırlıkları elde edilir. Ağırlık vektörü, kriterlerin önem derecelerinin ağırlıklarını göstermektedir. Ağırlık vektörü aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Günay, 2017: 24).

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{n} \quad (2)$$

### 4. Adım: Tutarlılık Oranlarının Hesaplanması

Tutarlılık, alternatiflerin ikili karşılaştırmasının belirlenmesinde kararın tutarlılık düzeyini ifade etmektedir. Faktörler arasında yapılmış olan her bir karşılaştırmanın ne kadar tutarlı olduğunun test edilmesi tutarlılık Oranı (CR) ile sağlanır (Turgut, 2015: 70). Tutarlılık oranı şu şekilde hesaplanır (Yacan, 2016: 8):

$\lambda_{max}$  : Matrisin en büyük özdeğeri.

$CI$  : Tutarlılık Göstergesi.

$CR$  : Tutarlılık Oranı.

$RI$  : Rassallık Göstergesi (Alternatif sayısına göre değişir).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1)} \quad (4)$$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left[ \left( \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j \right) / w_{ij} \right] \quad (5)$$

**Tablo 2. RI Değeri Tablosu**

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,5	0,90	1,12	1,24	1,34	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

Kaynak: Alonso Antonio and Lamata, 2006: 446

### 5. Adım: Alternatiflerle İlgili Sıralamanın Belirlenmesi

AHS son adımı kriterlerin ve alternatiflerin önem ağırlıklarının çarpımı ve her bir alternatife bağlı olan öncelik değerinin elde edilmesidir. Bulunmuş olan alternatif değerler toplamı 1'e eşit olmalıdır. En yüksek değere sahip olan alternatif, en iyi alternatif olarak seçilmektedir (Dağdeviren ve Eren, 2001: 44).

### 3.3.2. VIKOR Yöntemi (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje)

VIKOR yöntemi, karmaşık oluşumlarda yani birbiriyle çelişebilen kriterlerden meydana gelen çok ölçütlü optimizasyonu için Opricovic ve Tzeng tarafından ortaya koyulan bir karar verme yöntemidir. Bu yöntemde, birden çok kriter aynı anda değerlendirilip mükemmele en yakın olan uygulanabilir çözümlerin ortaya koyulması ve alternatifler arasından en iyi seçimin yapılması veya bu alternatiflerin performanslarına göre sıralanmasına olanak verir (Özden, 2012: 456). Karar alma problemlerinde VIKOR yönteminin kullanılmasının en temel sebebi; kolay anlaşılır ve uygulanabilir olması, bununla beraber gerçekçi çözümler ortaya koymasıdır (Dinçer ve Görener, 2011: 110). Ayrıca Opricovic ve Tzeng (2004), TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini yaptıkları çalışmalarda test ettiklerinde, karşılaştırmalı sonuçlara bakıldığında VIKOR yönteminin karar vericilerin fikirlerini daha iyi ölçtüğü sonucuna varılmıştır. Ayrıca son dönemlerde çok kriterli karar verme yöntemlerinden VIKOR tekniği sıklıkla kullanılmaktadır. Problem çözümlerinde ise VIKOR yönteminin işlem adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Karar matrisi oluşturulur.

- Tüm kriter fonksiyonlarının en iyi  $f_i^*$  ve en kötü  $f_i^-$  değerleri belirlenir.
- Her alternatifin  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri hesaplanır.
- Her bir alternatif için  $Q_j$  değeri hesaplanır.
- Alternatiflerin  $S$ ,  $R$  ve  $Q$  değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak, sıralama ve koşulları denetlenir.

**1. Adım:** Karar matrisinin oluşturulması.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

**2. Adım:** Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir değerlendirme kriteri için en iyi  $f_i^*$  ve en kötü  $f_i^-$  değerleri belirlenir. En iyi ve en kötü kriter değerleri kriterlerin maliyet ve fayda kriteri olmasına göre değişecektir.  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $f_i^*$  ve  $f_i^-$  en kötü ve en iyi değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır (Göktolga ve Karakış, 2018: 92- 108).

$$\textbf{Fayda} : (f_i^*) = \max_j f_{ij} \quad (f_i^-) = \min_j f_{ij} \quad (7)$$

$$\textbf{Maliyet} : (f_i^*) = \min_j f_{ij} \quad (f_i^-) = \max_j f_{ij} \quad (8)$$

**3. Adım:** Her bir değerlendirme birimi için  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri hesaplanır.  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri,  $j$  alternatifin pozitif ideal çözüme uzaklığını ve negatif ideal çözüme olan uzaklığını göstermektedir (Paksoy, 2015: 160).  $W_i$ , ise kriter ağırlıklarını ifade etmektedir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-), \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

$$R_j = \max[w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \quad (10)$$

**4. Adım:** Her bir ölçme birimi için  $Q_j$  oranları hesaplanır.  $Q_j$  Değeri maksimum grup faydasını gösterir.

$$Q_j = v(S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - v)(R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (11)$$

Burada (Opricovic ve Tzeng, 2007: 514- 529):

$$S^* = \min_j S_j \quad S^- = \max_j S_j$$

$$R^* = \min_j R_j \quad R^- = \max_j R_j$$

$v$  : Maksimum grup faydasını sağlayan çoğunluğunun ağırlığı, bir başka deyişle maksimum grup faydasını ifade etmektedir.

$(1 - v)$ : Karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir.

$v$  ( $>0,5$ ) seçildiğinde,  $Q_j$  endeksine çoğunluğun olumlu tutum gösterme eğiliminde olduğu ifade edilirken;  $v$  değeri ( $<0,5$ ) küçük seçildiğinde,  $Q_j$  endeksine yapılan çalışmalarda genellikle olumsuz tutum anlamı yüklenmiştir. Genel olarak  $v$  değeri = 0,5 olarak alınır ve uzman kişilerin (olumlu ve olumsuz) aynı tutumu sergiledikleri varsayılır (Wei ve Lin, 2008: 2).

**5. Adım:** Hesaplanan  $Q_j, S_j, R_j$  değerleri sıralanır. En küçük  $Q_j$  değerine sahip değerlendirme birimi, alternatif grubu arasında en iyi seçenek olarak ifade edilir. Elde edilen sonucun geçerli kabul görmesi için iki koşul sağlanmalıdır. Bu şekilde minimum  $Q$  endeksine sahip alternatif, en iyi veya en uygun olarak ortaya koyulabilir (Dinçer ve Görener, 2011: 109- 127).

**Koşul 1. Kabul edilebilir avantaj:** En iyi ve en iyiye en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunu ifade eden koşuldur.

$$Q(p_2) - Q(p_1) \geq D(Q) \quad (12)$$

Bu eşitsizlikte  $p_1$  , en düşük  $Q$  değerine sahip olan birinci en iyi alternatif,  $p_2$  ise en iyi ikinci alternatiftir.  $D(Q) = 1 / (j - 1)$ , şeklinde ifade edilmektedir.  $J$  değerlendirme birimi sayısını göstermektedir. Değerlendirme birimi sayısı 4'ten küçükse  $D(Q) = 0,25$  alınır (Chen ve Wang, 2009: 233- 242).

**Koşul 2. Kabul edilebilir istikrar:** En iyi  $Q$  değerine sahip  $p_1$  alternatifi  $S$  ve  $R$  değerlerinin en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır. Belirtilen iki koşuldan bir tanesi sağlanamazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

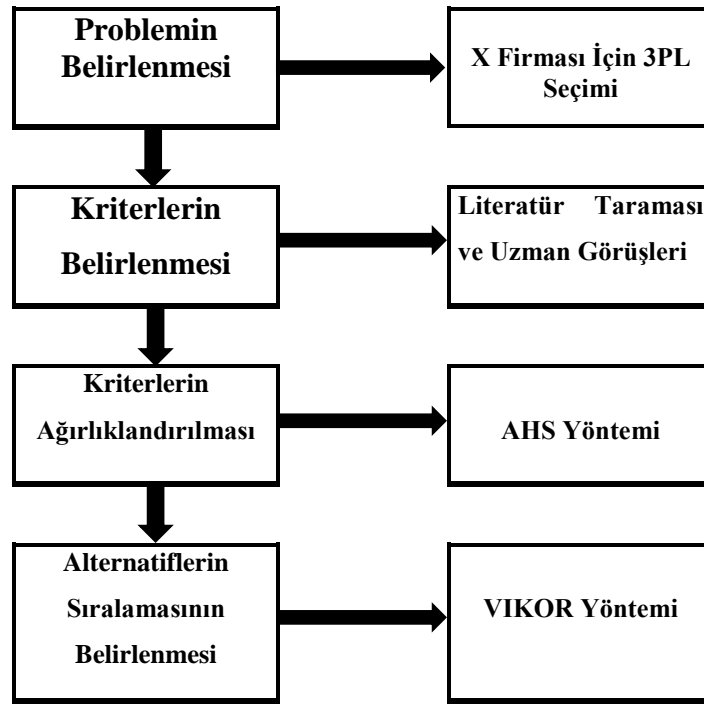
- 2.Koşul sağlanmıyorsa  $p_1$  ve  $p_2$  alternatifleri,

- 1.Koşul sağlanmıyorsa  $p_1, p_2, \dots, P_M$  alternatifleri  $Q(P_M) - Q(p_1) \geq D(Q)$  eşitsizliği dikkate alınarak ifade edilir (Opricovic ve Tzeng, 2004: 445- 455).

### 3.4. Uygulama

3PL seçimi Şekil 5'te gösterilen Akış Şeması göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir.

**Şekil 5. 3PL Seçimi Akış Şeması**



#### 3.4.1. Problemin Belirlenmesi

Karadeniz Bölgesi gıda sektöründe faaliyet gösteren şirket yıllar geçtikçe kendi bünyesindeki çalışmaları en güzel şekilde yerine getirmiş ve pazardaki büyümesiyle beraber faaliyetlerini ülke dışına taşımayı başarmıştır. Tüm bu süreçle beraber artan pazar payı, çoğalan müşteriler ve iş faaliyetlerindeki artış şirketin politikalarını dış kaynaklardan yararlanma ve faaliyetlerini bu şekilde tedarik etmeye yöneltmektedir. Bu çalışmanın amacı şirketin taleplere daha hızlı cevap verme hususunda lojistik sektörde 3PL firma seçimi konusunda uygun kriterlerin belirlenerek iyi alternatifi tespit etmektir. Bu şekilde şirket ana iş faaliyeti olan gıda ürünlerini üretme konusuna daha çok ağırlık verebilmektedir. Ayrıca şirketin lojistik faaliyetlerini profesyonel, işinde tecrübe sahibi firmalara yaptırması ile müşteri memnuniyetini de arttıracakı düşünülmektedir.

### 3.4.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında dış kaynak kullanımı sürecindeki seçim kriterlerini değerlendirmek için ilk olarak literatürde yer alan çalışmalar incelenmiştir. Çalışmalarda yer alan kriterler sektördeki uzmanlar ile yapılan görüşmeler ile daraltılarak netleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında analize dâhil edilecek kriterler: *Sektör Bilgisi (K<sub>1</sub>)*, *Konum (K<sub>2</sub>)*, *Kalite (K<sub>3</sub>)*, *Finansal Durum (K<sub>4</sub>)*, *Maliyet (K<sub>5</sub>)*, *Güvenilirlik (K<sub>6</sub>)*, *İmaj (K<sub>7</sub>)*, *Yetenek ve Kapasite (K<sub>8</sub>)* ve *Garanti (K<sub>9</sub>)* olarak ele alınmıştır. Kriterlere ait açıklamalar Tablo 3’te yer almaktadır.

**Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Kriterler ve Kriterlerin Açıklamaları**

<b>Kriterler</b>	<b>Kriterlerin Açıklamaları</b>	<b>Kriterlerin Kullanıldığı Çalışmalar</b>
<b>Sektör Bilgisi (K<sub>1</sub>)</b>	Lojistik faaliyetleri gerçekleştiren işletmenin sektörde yeterli deneyim ve tecrübelere sahip olmalıdır.	Fink ve Shoeib (2003), Bakan vd. (2012), Grossi (2012), Altan ve Aydın (2015).
<b>Konum (K<sub>2</sub>)</b>	Lojistik sürecin hızlı ve zamanında yerine getirilmesi açısından alıcı ve satıcının birbirine yakın olması ifade edilmektedir.	Weber vd. (1991), Razzaque ve Sheng (1998), Şahin ve Berberoğlu (2011), Altan ve Aydın (2015), Korucuk (2018).
<b>Kalite (K<sub>3</sub>)</b>	Gıda ve Lojistik faaliyetlerde hizmet ve ürünlere ait kalite ve kontrol sertifikalarının bulunması gerekmektedir.	Şahin ve Berberoğlu (2011), Bakan vd. (2012), Önder ve Dağ (2013), Özçelik ve Atmaca (2014), Govindan vd. (2016), Ayçin (2018), Özgüner (2020).
<b>Finansal Durum (K<sub>4</sub>)</b>	İşin yerine getirilebilmesi aşamasında oluşabilecek maliyetleri üstlenme gücü ve finansal kapasiteye sahip olmalıdır.	Weber vd. (1991), Mcfarlan ve Nolan (1995), Razzaque ve Sheng (1998), Halvey ve Melby (2005), Jharkharia ve Shankar (2007), Govindan vd. (2016).

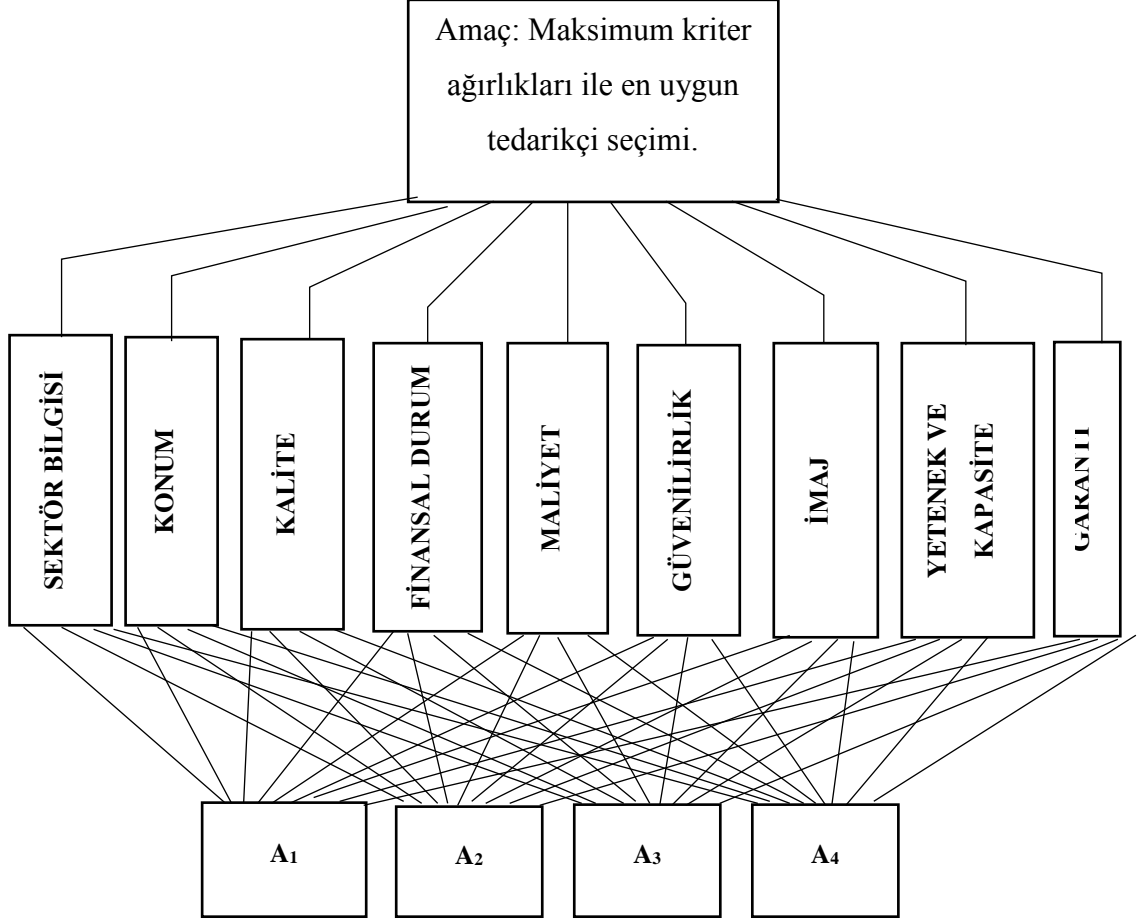
**Tablo 3. (Devamı)**

<b>Kriterler</b>	<b>Kriterlerin Açıklamaları</b>	<b>Kriterlerin Kullanıldığı Çalışmalar</b>
<b>Maliyet (K<sub>5</sub>)</b>	Alınan hizmet ve ürünlere yansıtılacak fiyat ve ücretleri ifade etmektedir.	Razzaque ve Sheng (1998), Katsikeas vd. (2004), Jharkharia ve Shankar (2007), Bakan vd. (2012), Önder ve Dağ (2013), Özçelik ve Atmaca (2014), Durmaz vd. (2017), Eren ve Gür (2017).
<b>Güvenilirlik (K<sub>6</sub>)</b>	İş yapma sürecinde yapılan sözleşmelerin ve işletme sırlarının gizli kalması ve kötüye kullanılmaması gerekmektedir.	Weber vd. (1991), Razzaque ve Sheng (1998), Katsikeas vd. (2004), Halvey ve Melby (2005), Önder ve Dağ (2013), Karaoğlu (2016), Durmaz vd. (2017), Eren ve Gür (2017), Saraç (2018).
<b>İmaj (K<sub>7</sub>)</b>	Sektörde yer alan paydaşlar üzerinde bırakılan izlenim ve tanınırlığı ifade etmektedir.	Weber vd. (1991), Razzaque ve Sheng (1998), Fink ve Shoeib (2003), Halvey ve Melby (2005), Grossi (2012), Altan ve Aydın (2015), Erdoğan ve Tokgöz (2017).
<b>Yetenek ve Kapasite (K<sub>8</sub>)</b>	Lojistik faaliyetleri yerine getirme aşamasında yeterli iş gücü, makine ve teçhizatlara sahip olmalıdır.	Razzaque ve Sheng (1998), Halvey ve Melby (2005), Jharkharia ve Shankar (2007), Şahin ve Berberoğlu (2011), Bakan vd. (2012), Erdoğan ve Tokgöz (2017), Eren ve Gür (2017).
<b>Garanti (K<sub>9</sub>)</b>	Hizmetin ve ürünlerin lojistik sürecinde oluşabilecek olumsuzlukları karşılama yeteneği ve sigortalama durumuna sahip olmalıdır.	Weber vd. (1991), Özçelik ve Atmaca (2014), Saraç (2018), Özgüner (2020).

### 3.4.3. AHS Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

3PL firmalarının sırasının belirlenmesi ve seçiminin yapılması için kullanılan kriterlerin ağırlık değerlerinin hesaplanması için AHS yöntemi kullanılmaktadır. En uygun 3PL seçimi hiyerarşik yapısı Şekil 6’da yer almaktadır.

**Şekil 6. En Uygun 3PL Seçimi Hiyerarşik Yapısı**



4 karar verici yöneticiden, kriterlerin önem düzeylerini dikkate alarak ikili karşılaştırmalara tek tek puan vermeleri istenmiştir. Çalışmada Microsoft Excel paket programı kullanılarak anket verilerinin geometrik ortalaması alınarak ortak görüş matrisi oluşturulmuştur. Elde edilen ortak görüş sonuçları ile ikili karşılaştırma matrisleri hazırlanmıştır. Bu veriler Tablo 4’te gösterilmektedir.

**Tablo 4. Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi**

Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi									
KRİTERLER	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>
K <sub>1</sub>	1,00	0,45	0,67	0,46	0,26	0,37	4,16	0,34	0,67
K <sub>2</sub>	2,21	1,00	1,27	1,29	0,38	0,36	1,77	0,77	0,88
K <sub>3</sub>	1,50	0,78	1,00	1,73	0,81	0,78	2,94	0,88	1,00
K <sub>4</sub>	2,14	0,77	0,57	1,00	0,37	0,57	2,59	0,45	0,51
K <sub>5</sub>	3,81	2,59	1,23	2,71	1,00	2,21	5,42	1,50	0,93
K <sub>6</sub>	2,71	2,78	1,27	1,77	0,45	1,00	2,30	0,78	0,88
K <sub>7</sub>	0,24	0,56	0,34	0,39	0,18	0,33	1,00	0,29	0,23
K <sub>8</sub>	2,94	1,29	1,13	2,21	0,88	0,64	4,61	1,00	0,57
K <sub>9</sub>	1,49	1,13	1,00	1,97	1,06	1,13	4,40	1,73	1,00
TOPLAM	18,04	11,35	8,48	13,53	5,39	7,39	29,19	7,74	6,67

Kriterlerin ikili karşılaştırması yapıldıktan sonra Tablo 4'teki veriler kullanılarak Tablo 5'te normalize matrisi elde edilerek, önem ağırlık değerleri hesaplanmaktadır.

**Tablo 5. Normalize Edilmiş Karar Matrisi ve Kriter Ağırlık Değerleri**

Normalize Edilmiş Karar Matrisi ve Kriter Ağırlık Değerleri										
KRİTERLER	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	AĞIRLIK DEĞERİ (W <sub>i</sub> )
K <sub>1</sub>	0,055	0,040	0,079	0,034	0,048	0,050	0,143	0,044	0,100	0,066
K <sub>2</sub>	0,123	0,088	0,150	0,095	0,071	0,049	0,061	0,100	0,132	0,096
K <sub>3</sub>	0,083	0,069	0,118	0,128	0,150	0,106	0,101	0,114	0,150	0,113
K <sub>4</sub>	0,119	0,068	0,067	0,074	0,069	0,077	0,089	0,058	0,077	0,077
K <sub>5</sub>	0,211	0,228	0,145	0,200	0,186	0,299	0,186	0,194	0,139	0,199
K <sub>6</sub>	0,150	0,245	0,150	0,131	0,084	0,135	0,079	0,101	0,132	0,134
K <sub>7</sub>	0,013	0,049	0,040	0,029	0,033	0,045	0,034	0,038	0,035	0,035
K <sub>8</sub>	0,163	0,114	0,133	0,163	0,163	0,087	0,158	0,129	0,086	0,133
K <sub>9</sub>	0,083	0,100	0,118	0,146	0,197	0,153	0,151	0,224	0,150	0,147

TOPLAM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Firmanın lojistik faaliyetlerini yürütme aşamasında 3PL firma seçiminde en çok dikkat etmesi gereken ve en yüksek öneme sahip olan kriterler %19,9 ile “*Maliyet (K<sub>5</sub>)*” ve %14,7 ile “*Garanti (K<sub>9</sub>)*” kriteridir. En az öneme sahip kriter ise “*İmaj (K<sub>7</sub>)*” kriteridir.

Elde edilen değerlerin ve verilerin Tablo 6’da denklem (3), (4) ve (5) kullanılarak D sütun matrisi elde edilip tutarlılığı hesaplanmaktadır.

**Tablo 6. D Sütun Matrisi ve Tutarlılık Hesaplaması**

D Sütun Matrisi ve Tutarlılık Hesaplaması										
KRİTERLER	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	D SÜTUN VEKTÖRÜ
K <sub>1</sub>	0,066	0,043	0,076	0,036	0,052	0,050	0,146	0,045	0,098	0,611
K <sub>2</sub>	0,146	0,096	0,144	0,100	0,076	0,048	0,062	0,102	0,129	0,903
K <sub>3</sub>	0,099	0,075	0,113	0,134	0,161	0,105	0,103	0,117	0,147	1,053
K <sub>4</sub>	0,141	0,074	0,064	0,077	0,074	0,076	0,091	0,060	0,075	0,732
K <sub>5</sub>	0,251	0,250	0,139	0,210	0,199	0,296	0,190	0,199	0,136	1,870
K <sub>6</sub>	0,179	0,268	0,144	0,137	0,089	0,134	0,081	0,104	0,129	1,264
K <sub>7</sub>	0,016	0,054	0,038	0,030	0,036	0,044	0,035	0,039	0,034	0,326
K <sub>8</sub>	0,194	0,124	0,128	0,171	0,175	0,086	0,162	0,133	0,084	1,256
K <sub>9</sub>	0,098	0,109	0,113	0,153	0,211	0,151	0,154	0,230	0,147	1,366
$D = A * w_i$	0,611	0,903	1,053	0,732	1,870	1,264	0,326	1,256	1,366	$\lambda_{max}$  9,368
$w_i = \sum cij / n$	0,066	0,096	0,113	0,077	0,199	0,134	0,035	0,133	0,147	
$E = D / w_i$	9,273	9,370	9,313	9,462	9,413	9,431	9,282	9,452	9,315	
$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n - 1)}$	0,046			$CR = \frac{CI}{RI}$		0,032		0,032<0,10 TUTARLI		

Elde edilen ve kullanılan verilerin tutarlılığı “CR= 0,032” hesaplanarak elde edilen sonuçların tutarlı olduğu kabul edilmiştir.

#### 3.4.4. VIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

Bu bölümde 3PL firma seçiminde alternatif 4 firmanın sıralanması, en iyi ve en kötü alternatifin VIKOR yöntemiyle belirlenmesi açıklanmaktadır. 4 alternatife ait verilerin hesaplanması için Microsoft Excel paket programı kullanılmıştır. Şirket karar vericileri tarafından ankette, her bir alternatife ilgili kriter çerçevesinde (1: en düşük-5

en yüksek) puan verilmesi istenmiştir. Ardından karar matrisi Tablo 7'deki gibi oluşturulmuştur.

Ankete cevap verenlerden,  $K_5$  (Maliyet) kriterinin en düşük olduğu alternatif 3PL'e en yüksek puan verilmesi istenmiştir. Bundan dolayı analiz kısmında matris oluşturulurken maliyet kriteri maksimum olarak değerlendirilmiştir.

**Tablo 7. 3PL Firma Seçimine Ait Veri Seti**

3PL Firma Seçimine Ait Veri Seti										
KRİTERLER		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>
ALTERNATİFLER	A <sub>1</sub>	4,23	4,73	4,23	3,41	4,73	5,00	3,94	4,47	5,00
	A <sub>2</sub>	3,94	3,46	3,22	3,72	3,13	4,16	3,66	2,71	3,22
	A <sub>3</sub>	3,66	3,00	3,00	3,13	3,31	3,66	3,46	3,13	3,94
	A <sub>4</sub>	3,94	3,31	4,16	5,00	2,91	4,40	4,40	4,23	5,00

AHS yöntemi ile elde edilen kriterlerin önem ağırlık değerlerinin Tablo 7'de yer alan veri setine eklenerek karar matrisinin oluşturulması Tablo 8'de gösterilmektedir.

**Tablo 8. Alternatiflerin Kriter Özellikleri ve Ağırlıklarının Eklendiği Karar Matrisi**

Alternatiflerin Kriter Özellikleri ve Ağırlıklarının Eklendiği Karar Matrisi										
AĞIRLIK VEKTÖRÜ ( $w_i$ )		0,066	0,096	0,113	0,077	0,199	0,134	0,035	0,133	0,147
KRİTERLER		MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>
ALTERNATİFLER	A <sub>1</sub>	4,23	4,73	4,23	3,41	4,73	5,00	3,94	4,47	5,00
	A <sub>2</sub>	3,94	3,46	3,22	3,72	3,13	4,16	3,66	2,71	3,22
	A <sub>3</sub>	3,66	3,00	3,00	3,13	3,31	3,66	3,46	3,13	3,94
	A <sub>4</sub>	3,94	3,31	4,16	5,00	2,91	4,40	4,40	4,23	5,00

Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir kriterin en iyi ve en kötü değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. En iyi ve en kötü değerlerin hesaplanmış hali Tablo 9'da yer almaktadır.

**Tablo 9. En İyi ve En Kötü Kriter Değerlerinin Belirlenmesi**

En İyi ve En Kötü Kriter Değerlerinin Belirlenmesi									
KRİTERLER		MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>
ALTERNATİFLER	A <sub>1</sub>	4,23	4,73	4,23	3,41	4,73	5,00	3,94	4,47
	A <sub>2</sub>	3,94	3,46	3,22	3,72	3,13	4,16	3,66	2,71
	A <sub>3</sub>	3,66	3,00	3,00	3,13	3,31	3,66	3,46	3,13
	A <sub>4</sub>	3,94	3,31	4,16	5,00	2,91	4,40	4,40	4,23
EN İYİ DEĞER		4.23	4,73	4,23	5,00	4,73	5,00	4,40	4,47
EN KÖTÜ DEĞER		3.66	3,00	3,00	3,13	2,91	3,66	3,46	2,71

Tablo 9’deki en iyi ve en kötü değerlerin hesaplanmasında denklem (7) ve (8) kullanılmıştır. K<sub>1</sub> kriterine ait en iyi değer 4,23 ve en kötü değer 3,66’dır. Tüm kriterler için en kötü ve en iyi değerler aynı şekilde hesaplanmaktadır.

Daha sonra kriterlerin birbirinden ayrılması için normalizasyon matrisi oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan normalizasyon matrisi Tablo 10’da gösterilmektedir.

**Tablo 10. Normalizasyon Matrisi**

Normalizasyon Matrisi									
AĞIRLIK VEKTÖRÜ (w <sub>i</sub> )		0,066	0,096	0,113	0,077	0,199	0,134	0,035	0,133
KRİTERLER		MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>
ALTERNATİFLER	A <sub>1</sub>	0,000	0,000	0,000	0,850	0,000	0,000	0,489	0,000
	A <sub>2</sub>	0,509	0,734	0,821	0,684	0,879	0,627	0,787	1,000
	A <sub>3</sub>	1,000	1,000	1,000	1,000	0,780	1,000	1,000	0,761
	A <sub>4</sub>	0,509	0,821	0,057	0,000	1,000	0,448	0,000	0,136

Normalizasyon matrisi için Tablo 9’deki veriler kullanılmıştır. Tablo 10’deki A<sub>1</sub> alternatifi K<sub>1</sub> kriterinin yer aldığı a<sub>11</sub>’de gösterilen değer (0,000), “(en iyi değer- veri seti a<sub>11</sub>) / (en iyi değer-en kötü değer)”, “(4,23- 4,23) / (4,23- 3,66)” şeklinde hesaplanmaktadır. Normalizasyon işlemi diğer tüm kriterler için uygulanarak sonlandırılmaktadır.

Normalizasyon matrisi elde edildikten sonra AHS ile elde edilen kriter ağırlıkları ile Tablo 10’da yer alan normalizasyon matrisi değerleri çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulmaktadır. Tablo 11’de ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi yer almaktadır.

**Tablo 11. Ağırlıklandırılmış Normalizasyon Matrisi**

Ağırlıklandırılmış Normalizasyon Matrisi									
KRİTERLER		MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>9</sub>
ALTERNATİFLER	A <sub>1</sub>	0,000	0,000	0,000	0,066	0,000	0,000	0,017	0,000
	A <sub>2</sub>	0,034	0,071	0,093	0,053	0,175	0,084	0,028	0,133
	A <sub>3</sub>	0,066	0,096	0,113	0,077	0,155	0,134	0,035	0,101
	A <sub>4</sub>	0,034	0,079	0,006	0,000	0,199	0,060	0,000	0,018

Bu adımdaki değerlerin hesaplanmasında matrisin a11 sütunundaki değer için “0,066\* 0,000” şeklinde hesaplama yapılmaktadır. Bu hesaplamalar kriterlerin hepsine uygulanarak sonraki adıma geçilmektedir.

**Tablo 12. S, R ve Q Değerlerinin Hesaplanması**

S, R ve Q Değerlerinin Hesaplanması									
		S	R	Q				S*	R*
				0,25	0,5	0,75	1,00	S-	R-
ALTERNATİFLER	A <sub>1</sub>	0,083	0,066	0,000	0,000	0,000	0,000	0,083	0,066
	A <sub>2</sub>	0,816	0,175	0,849	0,878	0,907	0,937		
	A <sub>3</sub>	0,865	0,155	0,754	0,836	0,918	1,000	0,865	0,199
	A <sub>4</sub>	0,396	0,199	0,850	0,700	0,550	0,400		

(9), (10) ve (11) formülleri kullanılarak S, R ve Q değerleri hesaplanmıştır. A<sub>1</sub> alternatifine ait S değerinin (0,083) hesaplanması (0,000+ 0,000+ 0,000+ 0,066+ 0,000+ 0,000+ 0,017+ 0,000+ 0,000) şeklindedir. A<sub>1</sub> alternatifine ait R değerinin (0,066) belirlenmesi için ise (0,000; 0,000; 0,000; **0,066**; 0,000; 0,000; 0,017; 0,000; 0,000) en yüksek değer (0,066) seçilmektedir. Bu işlemler bütün alternatiflere uygulanarak S ve R değerleri elde edilmektedir. Daha sonra sırasıyla S\*, S-, R\* ve R- değerleri bulunmaktadır. Bulunan değerlerden sonra denklem (11) yardımıyla Q değerleri hesaplanmaktadır.

Tüm bu işlemlerden sonra her bir alternatife ait sonuçlara göre S, R ve Q değerlerinin nihai sıralaması Tablo 13'te yapılmakta ve bu sıralamaların koşulları sağlayıp sağlamadığı Tablo 14'te kontrol edilmektedir.

**Tablo 13. Nihai Sıralama**

<b>Nihai Sıralama</b>								
		<b>Q</b>				<b>S</b>	<b>R</b>	<b>Q=0,5</b>
		<b>0,25</b>	<b>0,5</b>	<b>0,75</b>	<b>1,00</b>			
<b>ALTERNATİFLER</b>	<b>A<sub>1</sub></b>	1	1	1	1	1	1	<b>1</b>
	<b>A<sub>2</sub></b>	3	4	3	3	3	3	<b>4</b>
	<b>A<sub>3</sub></b>	2	3	4	4	4	2	<b>3</b>
	<b>A<sub>4</sub></b>	4	2	2	2	2	4	<b>2</b>

Tablo 13'teki sıralamalar dikkate alınarak Tablo 12'deki veriler ile Tablo 14'teki sonuçlar elde edilip koşulların sağlanıp sağlanmadığına bakılmıştır. Bu işlemlerde denklem (12) kullanılmaktadır.

**Tablo 14. Sonuçlara Ait Koşulların Denetlenmesi**

<b>Sonuçlara Ait Koşulların Denetlenmesi</b>				
<b>İŞLEMLER</b>	<b>V = 0,25</b>	<b>V = 0,50</b>	<b>V = 0,75</b>	<b>V = 1,00</b>
<b>Q(A<sub>2</sub>)</b>	0,754	<b>0,700</b>	0,550	0,400
<b>Q(A<sub>1</sub>)</b>	0,000	<b>0,000</b>	0,000	0,000
<b>Q(A<sub>2</sub>)-Q(A<sub>1</sub>)&gt;=DQ</b>	0,754	<b>0,700</b>	0,550	0,400
<b>DQ=1/(J-1)</b>	0,333	<b>0,333</b>	0,333	0,333
<b>KOŞUL 1</b>	DOĞRU	<b>DOĞRU</b>	DOĞRU	DOĞRU
<b>KOŞUL 2</b>	DOĞRU	<b>DOĞRU</b>	DOĞRU	DOĞRU

Gıda sektöründe faaliyet gösteren firmanın, lojistik alanda 3PL firma seçimi problemi için bütünleşik AHS ve VIKOR yöntemi sonucu alternatiflerin sıralanmasıyla beraber A<sub>1</sub> alternatifinin (Koşul 1) ve (Koşul 2) sağladığı görülmüştür. Tüm bu parametreler ışığında sıralamada en iyi alternatifin A<sub>1</sub> ve en kötü alternatifin ise A<sub>2</sub> olduğu görülmektedir.

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **4. ARP İLE A<sub>1</sub> LOJİSTİK FİRMASI İÇİN EN UYGUN ROTANIN BELİRLENMESİ**

Bu bölümde çalışmanın önemi ve amacı, araştırmanın örnekleme ve çözüm yöntemi hakkında detaylı bilgi verilerek uygulama ile elde edilen bulgular ortaya koyulmaktadır.

#### **4.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi**

İşletmelerin temel amaçları arasında yer alan kar elde etmek neticesinde, maliyetlerin minimize edilmesi ve zamanında, kaliteli, hedefe yönelik iyileştirmeler yapılması Araç Rotalama Problemi (ARP) çözümlerini oldukça önemli kılmaktadır. Yapılan araştırmalarda, Toth ve Vigo (2002) müşterilerin talep etmiş olduğu ürünlerin dağıtımının, yaklaşık olarak ortalama bir mamulün toplam maliyetinin %10- %20'sine denk geldiğine ulaşmışlardır. Bu nedenle taşımacılıkta yapılan herhangi bir iyileştirmenin, maliyetlerden tasarruf sağlanmasına, işletmelerin ana faaliyetleri üzerinde daha rahat uzmanlaşmasına imkân vereceği düşünülmektedir.

Bu doğrultuda bu bölümde 3. Parti Lojistik hizmetleri sunan en uygun firma olan A<sub>1</sub> Lojistik Firmasının maliyetlerini minimize etmek amacıyla, bir Araç Rotalama Problemi doğrultusunda uygulamalı bir çözüm önerisi sunmaktır. Bu çözümle birlikte lojistik faaliyetlerini yürüten firmanın maliyetlerini minimize etmesi ve gıda firmasının müşteri memnuniyetiyle beraber ürün marka değerine olumlu katkı sağlaması planlanmaktadır.

#### **4.2. Araştırmanın Örnekleme ve Verilerin Elde Edilmesi**

Samsun ilinin farklı ilçelerinde 22 müşterisi bulunan gıda firmasının, taşıma faaliyetlerini yürüten A<sub>1</sub> lojistik firması çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. A<sub>1</sub> firması Samsun'da 1986 yılında kurulmuştur. Firma nakliye, tüm liman hizmetleri, tahmil-tahliye, depolama, antrepo lojistik hizmetlerini vermektedir. Mevcut 70 bin tonluk depo ve silo alanları bulunmakla birlikte bunun 25 bin tonluk kısmı antrepodur.

Liman hizmetlerini Samsun Serbest Bölge, Samsunport ve Yeşilyurt Limanlarında vermektedir.

Tüm operasyon hizmetlerini 47 çalışanı ve kendi araç parkıyla karşılamaktadır. Depo ve antrepolarda saklanan ürün ve malların (hububat ve kuru mal) bakımı, ilaçlanması, havalandırılması ve korunması, zamanında ve özenli bir şekilde yapılmaktadır.

Çalışma kapsamında veriler X Gıda Firması ve A<sub>1</sub> Lojistik Firması şirket yöneticilerinin nezdinde, tüm gizlilik şartlarının karşılanması kapsamında elde edilmiştir. Müşterilere kesilen sevk ve taşıma irsaliyelerinden adres bilgileri, taşıma miktarları alınarak Microsoft Excel ortamında Google Haritalar ile koordinat bilgileri saptanmıştır. Her bir müşteriye bir kod ataması (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, ...) yapılarak veri seti oluşturulmuştur.

#### **4.3. Araştırmanın Yöntemi**

Bu bölümde araştırmanın yöntemi olan Araç Rotalama Problemine yönelik genel bilgilere (türlerine ve çözüm yöntemlerine) yer verilmektedir.

##### **4.3.1. Araç Rotalama Problemi (ARP)**

Araç rotalama problemi (ARP), ürünlerin birden çok araç yardımıyla bir veya birden çok üretim merkezinden ilgili müşterilere en kısa mesafe veya en az maliyetle ulaştırılmasını amaç edinen bir problem türüdür. Bu problem türünde firma araç kapasitelerini dikkate alması gerekmektedir (Peiris ve Zak, 2000: 1).

Firmalar, ürettikleri malları müşterilerin bulundukları mekanlara taşımalarını yapmak amacıyla birden fazla araçtan oluşan araç filolarını kullanırlar. Taşıma için kullanılacak olan araç filolarının verimli ve etkili bir yapıda organize edilmesi sonucu çeşitli problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Araçların ziyaret etmesi gereken müşterilerin sırasını gösteren bu problemler rotalama problemleri şeklinde ifade edilebilir (Başkaya, 2005: 203).

Ürünlerin nihai tüketicilerine ulaşması, yaklaşık olarak bir ortalama mamulün toplam maliyetinin %20'sine denk gelmektedir (Reimann, Doerner ve Hartl, 2004: 563-591). Bu nedenle, dağıtımda yapılan herhangi bir iyileştirme, maliyet kaleminden tasarruf edilmesine yardımcı olacaktır (Yalçın ve Erginel, 2015: 5632- 5644).

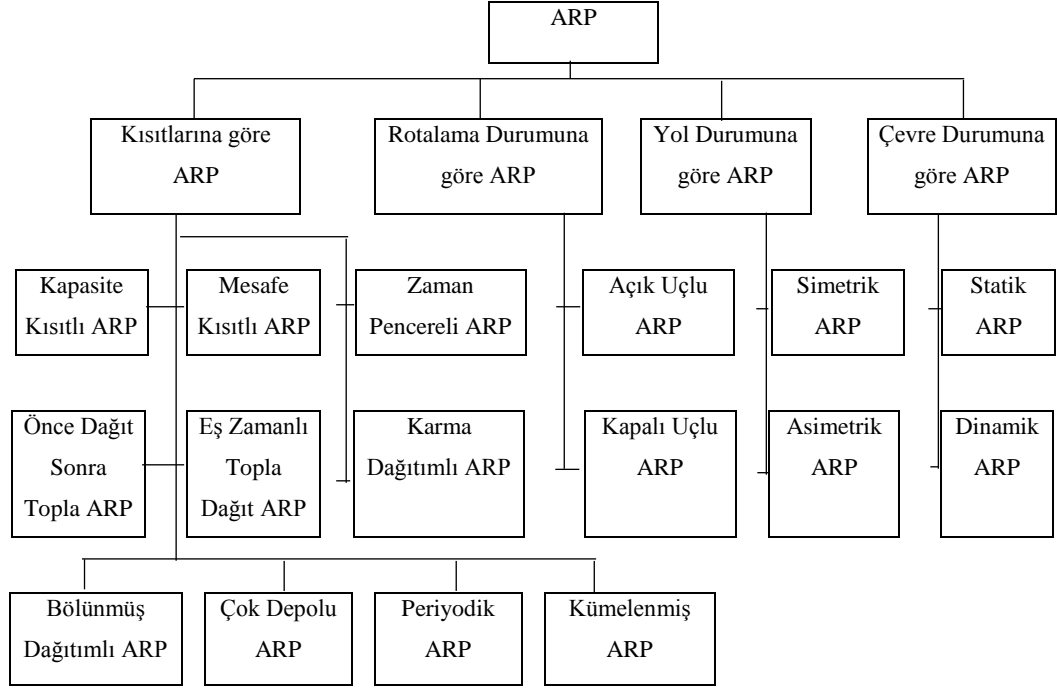
ARP' nin asıl amacı, uygun araç güzergahlarını izleyip bu güzergahlar sayesinde toplam kat edilen yol güzergahını ve toplam kullanılan araç sayısını en aza indirmektir (Pichpibul ve Kawtummachai, 2012: 119- 134). Clarke ve Wright, ARP problemine klasik bir sezgisel çözüm yöntemi olan tasarruf algoritmasını ortaya koymuşlardır (Clarke ve Wright, 1964: 568- 581). Bu tarihten itibaren ARP problemlerinin türüne ilişkin çok sayıda algoritma geliştirilmiş ve kullanılmıştır (Ulutaş vd., 2017: 186).

#### **4.3.2. Araç Rotalama Problemi Türleri**

ARP gerçek hayatta karşılaşılan karmaşık dağıtım sistemlerinin çözümlenmesinde çok zor veya imkânsız olduğundan, bazı önemli kısıtların oluşturulduğu, basitleştirilmiş problem türleri üstünde çalışmalar yapılmaktadır. Günümüze kadar, literatürde birçok farklı tipte ARP türü ele alınmıştır. Özellikle son yıllarda, ARP ile ilgili araştırma sayıları çoğaldıkça farklı problem türleri de ortaya çıkmaktadır (Yurtkuran, 2009: 7).

ARP, talep yapısı, taşınacak ürünün yapısı, dağıtım/toplama noktaları ve araç filosu gibi temel bileşenlerinde değişen farklılıklardan dolayı ortaya çıkan kısıtlar başta olmak üzere, gidilecek yolların maliyet durumuna, başlangıç yerine depoya geri dönüşün olup olmayışına veya çevreden gelecek değişimlere ve etkileşimlere göre çeşitlenebilmektedir. Şekil 7'de ARP çeşitlendirilmesi görülmektedir (Yücel, 2016: 26-27):

**Şekil 7. Araç Rotalama Problemi Türleri**



Kaynak: Yücel, 2016: 26-27

#### **4.3.3. Araç Rotalama Problemi Çözüm Yöntemleri**

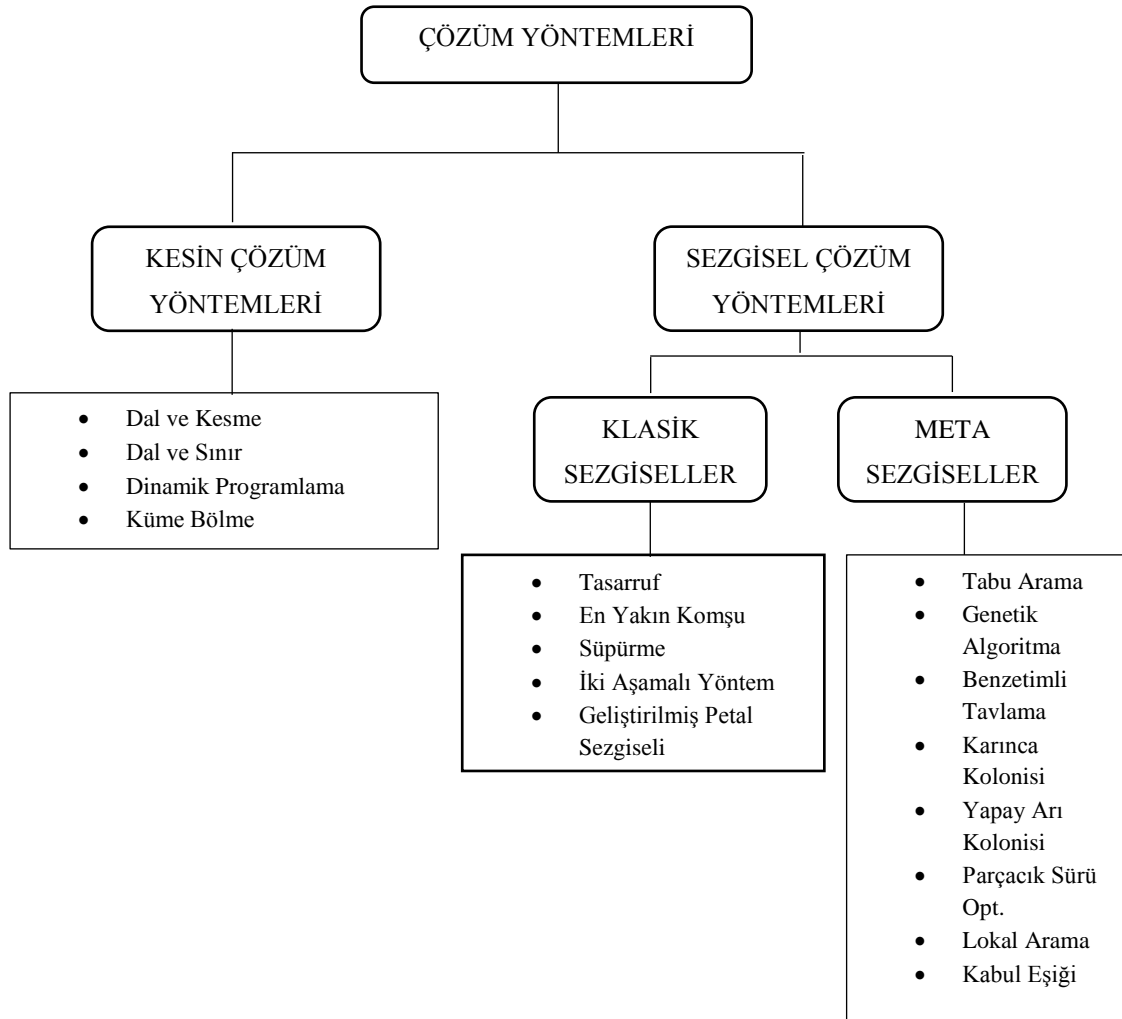
ARP için şimdiye dek birçok yöntem ortaya koyulmuştur. Optimal çözümü veren yöntemler kesin çözüm yöntemi, optimale yakın sonuçlar sunan yöntemler ise sezgisel çözüm yöntemi olarak ifade edilmektedir (Şahin ve Eroğlu, 2014: 340). Kesin çözüm yöntemleri matematiksel programlama tabanlı yöntemler olup, ortak özellikleri en iyi sonucu ortaya koymalarıdır (Şeker, 2007: 56). Ancak özellikle büyük ölçekli problemlerin çözümünde çözüm zamanı çok uzun olabilmektedir. Bundan dolayı kesin çözüm yöntemleri çok tercih edilmemektedir.

Kesin Çözüm Yöntemleri optimal çözüme ulaşmaya imkân sağlarken Sezgisel Çözüm Yöntemleri ise optimale yakın sonuçlar ortaya koymaktadır (Pala vd., 2017: 207). ARP'nin kabul edilebilir zamanlarda çözümünü elde etme isteği ve değişken sayısının artması ile birlikte problemin en uygun çözümünün bulunması güçlüğü sezgisel yaklaşımları bir gereklilik durumuna getirmiştir (Avriel ve Golany, 1996: 581). Bundan dolayı araştırmacılar tüm değişkenleri, kısıtları dikkate alarak yeni algoritmalar oluşturmuştur.

Yeni algoritmaların oluşmasına ek olarak doğada yer alan birtakım olayların gözlemlenmesi sezgisel yöntemlerin daha da geliştirilmesine olanak sağlamış ve meta-sezgisel yöntemleri ortaya çıkarmıştır (Laporte vd., 2000: 285- 300). Meta-sezgisel çözüm yöntemleri klasik sezgisellere göre, daha iyi çözümler üretirler (Bozyer, 2013: 54). Bunun yanında Meta-sezgisel yöntemler problemin özelliklerine bağımlı olmalarından dolayı diğer problem tipine göre farklı parametrelerin oluşmasını gerekli kılar (Laporte vd., 2000: 285- 300). Bu da diğer problemlere uygulanabilirliği zorlaştırır. Araştırmacıların tüm bu hususları dikkate alarak en uygun çözüm yöntemini seçmesi gerekmektedir.

Şekil 8’de ise şimdiye kadar en çok kullanılan kesin, klasik sezgisel ve meta-sezgisel çözüm yöntemleri gösterilmektedir.

**Şekil 8. KARP Çözüm Yöntemleri**



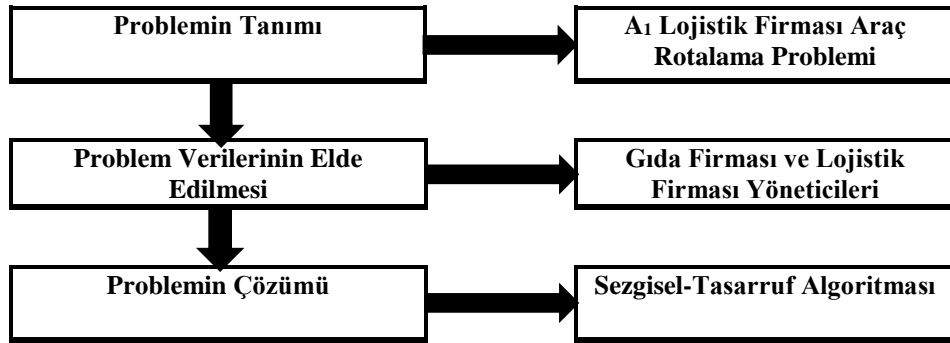
#### 4.3.3.1. Tasarruf Algoritması

Tasarruf algoritması, ARP'nin çözümü için ortaya koyulan sezgisel bir yöntemdir (Clarke ve Wright, 1964: 568- 581). Amaç her bir turun daha iyi dizaynı üzerine aşamalı olarak değiştirilmesidir. Başlangıçta belirli bir rota üzerinden ilerleyen taşıtlar en büyük tasarrufların elde edilip sıralanması ve tüm bileşenlerin ve değişkenlerin uygun rotada birleştirilmesi ile oluşturulur. Çözüm yönteminin genel amacı araçların toplam izlediği mevcut yol güzergahını minimize etmek veya kullanılan araç sayısını düşürmektir (Kaplanseren vd., 2019: 241). Çalışmada, tek bir depo ve birden fazla müşterinin bulunması, herhangi bir belirsizlik olmaması sebepleriyle tasarruf algoritması kullanıldığı için sadece bu yönteme değinilmiştir.

#### 4.4. Uygulama

Çalışmanın uygulama kısmı Şekil 9'da gösterilen ARP Çözümü Akış Şeması göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir.

**Şekil 9. Araç Rotalama Problemi Çözümü Akış Şeması**



##### 4.4.1. Problemin Tanımı

Çalışma X Gıda Firmasının lojistik faaliyetlerini yerine getirmesi için uygun kriterlerle seçmiş olduğu A1 Lojistik Firmasının Samsun'un içinde yapmış olduğu taşıma rotasını minimize etmek amacıyla yapılmaktadır.

Bu çalışmada araç depodan rotalamaya başlayarak her müşteriye yalnızca bir defa uğradıktan sonra tekrar depoya dönmektedir. Araç en fazla 12 ton ağırlığında yük almaktadır ve her rotada müşterinin talebi mutlaka karşılanmak zorundadır. Tüm bu

kriterler göz önünde bulundurulduğunda bu çalışmanın Kapasite Kısıtlı-Kapalı Uçlu ARP kapsamında olduğu ifade edilebilmektedir.

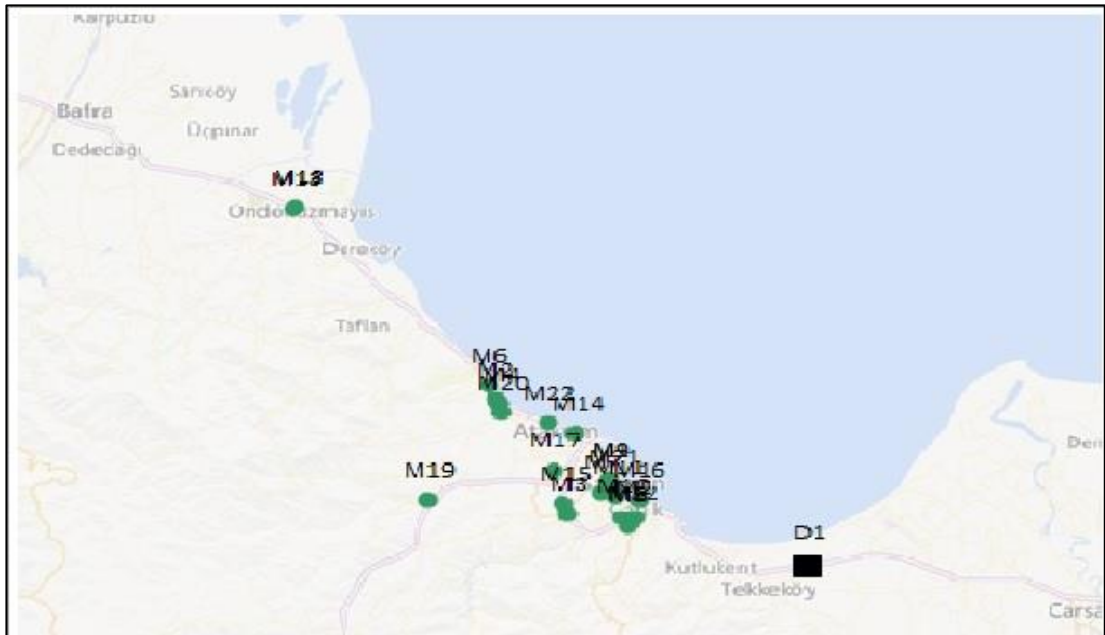
#### 4.4.2. Problemin Verilerinin Elde Edilmesi

X Gıda Firması müşterilerden gelen talepleri faturalandırdıktan sonra A<sub>1</sub> Lojistik Firmasına e-posta yoluyla ulaştırmaktadır. Gelen fatura bilgilerinde yer alan müşteri talepleri doğrultusunda A<sub>1</sub> Lojistik Firması haftada iki gün, 12 ton araç kapasitesini dikkate alarak müşterilerin ürünlerini teslim etmektedir. Tablo 15’te müşteriler ve talep bilgileri yer alırken, Şekil 10’da müşterilerin harita üzerindeki görsel dağılımı görülmektedir.

**Tablo 15. Müşteri Kodları ve Talep Miktarları**

Müşteriler	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>	M <sub>9</sub>	M <sub>10</sub>	M <sub>11</sub>
Talep Edilen Miktar (Kg)	3100	3750	1000	3000	1000	1000	5000	1750	1000	1000	2000
Müşteriler	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	M <sub>14</sub>	M <sub>15</sub>	M <sub>16</sub>	M <sub>17</sub>	M <sub>18</sub>	M <sub>19</sub>	M <sub>20</sub>	M <sub>21</sub>	M <sub>22</sub>
Talep Edilen Miktar (Kg)	5000	1250	1250	1080	2800	1400	3750	750	2000	1250	2000

**Şekil 10. Müşterilerin Harita Üzerinde Görsel Dağılımı**



#### **4.4.3. Problemin Çözümü**

Çalışmada tek depo ve birden fazla müşteri bulunmaktadır. Firma yöneticilerinin sağladığı bütün imkanlar doğrultusunda herhangi bir belirsizlik olmamasından dolayı tasarruf algoritması kullanılmaktadır. Kesin çözüm yöntemleri iyi sonuçlar vermesine karşın rotalar arttıkça çözüm sürecinin uzamasından tercih edilmemektedir. Bundan dolayı sezgisel çözüm yöntemleri geliştirilmiştir. Tasarruf algoritması genelde kolay problemlerin çözümünü hemen gerçekleştirmektedir. Bu amaç doğrultusunda literatürde sıklıkla kullanılmıştır.

Tasarruf algoritmasının kullanımında öncelikle depodan her bir müşteriye olan uzaklık ve müşteriler arası uzaklık matrisi oluşturulmaktadır. Bu matrisin oluşturulmasında Google haritalardan elde edilen müşteriler arası gerçek mesafeler kullanılmıştır. Bir müşteri seçilerek araç ile ziyaret edilmiş ve Google haritadaki mesafe ile karşılaştırılmıştır. Mesafede herhangi bir sapma olmadığı görülmüştür. Depodan her bir müşteriye ve müşteriler arası uzaklıklar Tablo 16'da görülmektedir.

Tablo 16. Uzaklık Matrisi

	D <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>	M <sub>9</sub>	M <sub>10</sub>	M <sub>11</sub>	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	M <sub>14</sub>	M <sub>15</sub>	M <sub>16</sub>	M <sub>17</sub>	M <sub>18</sub>	M <sub>19</sub>	M <sub>20</sub>	M <sub>21</sub>	M <sub>22</sub>
D <sub>1</sub>																							
M <sub>1</sub>	18																						
M <sub>2</sub>	29	13																					
M <sub>3</sub>	22	4,7	17																				
M <sub>4</sub>	29	12	1,1	15																			
M <sub>5</sub>	15	4,5	21	7,6	20																		
M <sub>6</sub>	30	14	2,5	16	2,3	22																	
M <sub>7</sub>	18	1,5	14	4,5	13	4,5	16																
M <sub>8</sub>	16	5,1	22	7,8	20	1,8	23	5,3															
M <sub>9</sub>	17	1	13	5	12	4,8	15	1,7	5,4														
M <sub>10</sub>	16	3,6	23	8,9	22	1,8	24	3	1,7	3,6													
M <sub>11</sub>	17	1,8	15	5,8	13	3,2	16	2	3,7	1,8	2,2												
M <sub>12</sub>	16	5,1	22	7,8	20	0,9	23	5,3	0,6	5,1	1,4	3,6											
M <sub>13</sub>	50	34	22	36	22	42	20	37	43	34	42	35	42										
M <sub>14</sub>	23	6,3	8,2	8,7	7,1	15	9,8	9,4	15	6,3	15	7,8	15	29									
M <sub>15</sub>	22	4,5	16	1,4	14	8,1	17	4,3	8,3	4,5	7,9	5,6	8,1	36	9,4								
M <sub>16</sub>	18	3,3	15	9,7	14	2,3	17	4,2	2,9	3,3	2,6	2,5	2,7	35	9,2	9,7							
M <sub>17</sub>	26	6,8	8,9	5,9	7,8	12	10	6,5	12	6,8	12	7,9	12	30	6,4	4,8	13						
M <sub>18</sub>	50	34	22	36	22	42	20	37	42	34	42	35	42	0,7	28	35	37	29					
M <sub>19</sub>	34	14	22	13	21	19	24	14	20	14	19	15	19	43	16	12	21	11	43				
M <sub>20</sub>	28	12	1,6	12	1,1	18	4,2	12	18	12	18	13	18	23	5,9	11	15	6,5	24	13			
M <sub>21</sub>	17	1,2	14	5,2	13	3,9	16	1,1	4,5	1,2	4,3	1,1	4,3	35	7,8	5,1	3,2	6,8	35	16	13		
M <sub>22</sub>	25	8,2	5,8	11	4,6	17	7,3	11	17	8,2	17	9,7	17	26	2,3	9,6	11	8,7	27	19	4,3	8,8	

Oluşturulan uzaklık matrisinden tasarruf miktarları ( $s_{ij}$ ) elde edilmektedir. Birinci müşteri ( $M_1$ ) ile ikinci müşteri ( $M_2$ ) arasındaki tasarruf miktarı " $s_{12} = (c_{01} + c_{02}) - C_{12}$ " formülü ile hesaplanır ve bu her bir müşterinin birbirine olan uzaklığının hesaplanmasıyla tasarruf matrisi elde edilmektedir. Bu formülde " $c_{01}$ " değeri  $M_1$ 'in,  $D_1$ 'e olan uzaklığını, " $C_{02}$ " değeri ise  $M_2$ 'nin  $D_1$ 'e olan uzaklığını ve " $C_{12}$ " değeri  $M_1$ 'in  $M_2$ 'ye olan uzaklığını ifade etmektedir. Örneğin:  $S(M_1, M_2) = (18+29)-13=34$  şeklinde hesaplanmaktadır. Toplu sonuçlardan oluşan tasarruf matrisi Tablo 17'de gösterilmektedir.

Tablo 17. Tasarruf Matrisi

	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>	M <sub>9</sub>	M <sub>10</sub>	M <sub>11</sub>	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	M <sub>14</sub>	M <sub>15</sub>	M <sub>16</sub>	M <sub>17</sub>	M <sub>18</sub>	M <sub>19</sub>	M <sub>20</sub>	M <sub>21</sub>	M <sub>22</sub>
M <sub>1</sub>																						
M <sub>2</sub>	34																					
M <sub>3</sub>	35	23																				
M <sub>4</sub>	34	45	32																			
M <sub>5</sub>	28	11	25	13																		
M <sub>6</sub>	34	45	32	46	26																	
M <sub>7</sub>	35	22	32	23	32	20																
M <sub>8</sub>	29	12	26	14	32	11	29															
M <sub>9</sub>	34	22	30	23	30	21	33	30														
M <sub>10</sub>	30	11	25	12	32	9,8	31	32	30													
M <sub>11</sub>	33	20	29	21	31	18	33	31	33	32												
M <sub>12</sub>	29	12	26	14	33	11	29	34	29	33	31											
M <sub>13</sub>	34	46	32	46	26	48	31	26	34	26	33	26										
M <sub>14</sub>	34	32	32	34	26	31	31	26	34	26	33	26	12									
M <sub>15</sub>	36	25	39	26	32	23	36	32	36	32	35	32	4,2	31								
M <sub>16</sub>	33	20	26	22	34	19	32	33	33	33	33	33	0,4	27	26							
M <sub>17</sub>	37	35	38	37	32	34	38	32	37	32	36	32	15	38	39	31						
M <sub>18</sub>	34	46	32	46	26	48	31	26	34	26	33	26	67	40	33	31	39					
M <sub>19</sub>	37	30	38	31	32	28	38	32	37	32	36	32	9	36	39	31	40	8,7				
M <sub>20</sub>	34	44	34	45	28	42	34	28	34	28	33	28	23	40	35	31	40	23	33			
M <sub>21</sub>	34	21	30	23	31	20	34	31	34	31	34	31	0,8	28	30	32	29	0,5	19	23		
M <sub>22</sub>	34	37	32	38	26	35	31	26	34	26	33	26	16	40	33	31	34	16	24	38	34	

Tablo 17’de tasarruf matrisindeki müşteriler arası tasarruf miktarları en büyükten en küçüğe sıralanması gerekmektedir. Tablo 18’de tasarruf hareketlerinin sıralanmış hali gösterilmektedir.

**Tablo 18. Tasarruf Hareketleri**

Tasarruf Miktarı (Km)	Konum-i	Konum-j	Toplam Talep (Kg)	Karar
67,20	M <sub>13</sub>	M <sub>18</sub>	5000	M <sub>13</sub> -M <sub>18</sub>
47,70	M <sub>6</sub>	M <sub>13</sub>	6000	M <sub>13</sub> -M <sub>18</sub> -M <sub>6</sub>
47,70	M <sub>6</sub>	M <sub>18</sub>	6000	AYNI ROTA
46,36	M <sub>2</sub>	M <sub>13</sub>	9750	M <sub>13</sub> -M <sub>18</sub> -M <sub>6</sub> -M <sub>2</sub>
46,36	M <sub>2</sub>	M <sub>18</sub>	9750	AYNI ROTA
45,75	M <sub>4</sub>	M <sub>13</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
45,75	M <sub>4</sub>	M <sub>18</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
45,68	M <sub>4</sub>	M <sub>6</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
45,44	M <sub>2</sub>	M <sub>6</sub>	9750	AYNI ROTA
45,43	M <sub>2</sub>	M <sub>4</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
45,04	M <sub>4</sub>	M <sub>20</sub>	14750	KAPASİTE AŞIMI
44,47	M <sub>2</sub>	M <sub>20</sub>	<b>11750</b>	<b>M<sub>13</sub>-M<sub>18</sub>-M<sub>6</sub>-M<sub>2</sub>-M<sub>20</sub></b>
41,87	M <sub>6</sub>	M <sub>20</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
40,43	M <sub>17</sub>	M <sub>19</sub>	2150	M <sub>17</sub> -M <sub>19</sub>
40,22	M <sub>14</sub>	M <sub>18</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
40,22	M <sub>14</sub>	M <sub>20</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
40,22	M <sub>14</sub>	M <sub>22</sub>	5400	M <sub>17</sub> -M <sub>19</sub> -M <sub>14</sub> -M <sub>22</sub>
39,64	M <sub>17</sub>	M <sub>20</sub>	13150	KAPASİTE AŞIMI
39,49	M <sub>15</sub>	M <sub>17</sub>	6480	M <sub>17</sub> -M <sub>19</sub> -M <sub>14</sub> -M <sub>22</sub> -M <sub>15</sub>
39,49	M <sub>15</sub>	M <sub>19</sub>	6480	AYNI ROTA
38,99	M <sub>3</sub>	M <sub>15</sub>	7480	M <sub>17</sub> -M <sub>19</sub> -M <sub>14</sub> -M <sub>22</sub> -M <sub>15</sub> -M <sub>3</sub>
38,56	M <sub>17</sub>	M <sub>18</sub>	13150	KAPASİTE AŞIMI
38,44	M <sub>3</sub>	M <sub>17</sub>	7480	AYNI ROTA
38,44	M <sub>3</sub>	M <sub>19</sub>	7480	AYNI ROTA
38,18	M <sub>20</sub>	M <sub>22</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
37,95	M <sub>4</sub>	M <sub>22</sub>	10480	M <sub>17</sub> -M <sub>19</sub> -M <sub>14</sub> -M <sub>22</sub> -M <sub>15</sub> -M <sub>3</sub> -M <sub>4</sub>
37,86	M <sub>14</sub>	M <sub>17</sub>	10480	AYNI ROTA
37,80	M <sub>7</sub>	M <sub>17</sub>	15480	KAPASİTE AŞIMI
37,80	M <sub>7</sub>	M <sub>19</sub>	15480	KAPASİTE AŞIMI
37,45	M <sub>1</sub>	M <sub>17</sub>	13580	KAPASİTE AŞIMI
37,45	M <sub>1</sub>	M <sub>19</sub>	13580	KAPASİTE AŞIMI
37,45	M <sub>9</sub>	M <sub>17</sub>	<b>11480</b>	<b>M<sub>17</sub>-M<sub>19</sub>-M<sub>14</sub>-M<sub>22</sub>-M<sub>15</sub>-M<sub>3</sub>-M<sub>4</sub>-M<sub>9</sub></b>

**Tablo 18. (Devamı)**

<b>Tasarruf Miktarı (Km)</b>	<b>Konum-i</b>	<b>Konum-j</b>	<b>Toplam Talep (Kg)</b>	<b>Karar</b>
37,45	M <sub>9</sub>	M <sub>19</sub>	11480	AYNI ROTA
36,77	M <sub>2</sub>	M <sub>22</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
36,54	M <sub>4</sub>	M <sub>17</sub>	11480	AYNI ROTA
36,41	M <sub>11</sub>	M <sub>17</sub>	13480	KAPASİTE AŞIMI
36,41	M <sub>11</sub>	M <sub>19</sub>	13480	KAPASİTE AŞIMI
36,05	M <sub>7</sub>	M <sub>15</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
35,82	M <sub>1</sub>	M <sub>15</sub>	14580	KAPASİTE AŞIMI
35,82	M <sub>9</sub>	M <sub>15</sub>	11480	AYNI ROTA
35,78	M <sub>14</sub>	M <sub>19</sub>	11480	AYNI ROTA
35,36	M <sub>2</sub>	M <sub>17</sub>	13150	KAPASİTE AŞIMI
35,34	M <sub>15</sub>	M <sub>20</sub>	12830	KAPASİTE AŞIMI
35,23	M <sub>6</sub>	M <sub>22</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
35,19	M <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	14580	KAPASİTE AŞIMI
34,77	M <sub>11</sub>	M <sub>15</sub>	13480	KAPASİTE AŞIMI
34,71	M <sub>1</sub>	M <sub>7</sub>	8100	M <sub>1</sub> -M <sub>7</sub>
34,33	M <sub>7</sub>	M <sub>21</sub>	9350	M <sub>1</sub> -M <sub>7</sub> -M <sub>21</sub>
34,30	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	14850	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>1</sub>	M <sub>4</sub>	14580	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>1</sub>	M <sub>6</sub>	14850	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>1</sub>	M <sub>14</sub>	14580	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>1</sub>	M <sub>22</sub>	14580	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>9</sub>	M <sub>14</sub>	11480	AYNI ROTA
34,30	M <sub>9</sub>	M <sub>22</sub>	11480	AYNI ROTA
34,30	M <sub>1</sub>	M <sub>13</sub>	14850	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>1</sub>	M <sub>20</sub>	14850	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>9</sub>	M <sub>13</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>9</sub>	M <sub>20</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>1</sub>	M <sub>18</sub>	14850	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>9</sub>	M <sub>18</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
34,30	M <sub>11</sub>	M <sub>21</sub>	<b>11350</b>	<b>M<sub>1</sub>-M<sub>7</sub>-M<sub>21</sub>-M<sub>11</sub></b>
34,29	M <sub>3</sub>	M <sub>20</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
34,24	M <sub>1</sub>	M <sub>21</sub>	11350	AYNI ROTA
34,24	M <sub>9</sub>	M <sub>21</sub>	12730	KAPASİTE AŞIMI
34,17	M <sub>1</sub>	M <sub>9</sub>	14580	KAPASİTE AŞIMI
33,82	M <sub>6</sub>	M <sub>17</sub>	13150	KAPASİTE AŞIMI
33,79	M <sub>17</sub>	M <sub>22</sub>	11480	AYNI ROTA
33,69	M <sub>21</sub>	M <sub>22</sub>	12730	KAPASİTE AŞIMI
33,66	M <sub>7</sub>	M <sub>20</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
33,57	M <sub>4</sub>	M <sub>14</sub>	11480	AYNI ROTA
33,53	M <sub>8</sub>	M <sub>12</sub>	6750	M <sub>8</sub> -M <sub>12</sub>

**Tablo 18. (Devamı)**

<b>Tasarruf Miktarı (Km)</b>	<b>Konum-i</b>	<b>Konum-j</b>	<b>Toplam Talep (Kg)</b>	<b>Karar</b>
33,51	M <sub>5</sub>	M <sub>16</sub>	10550	M <sub>8</sub> -M <sub>12</sub> -M <sub>5</sub> -M <sub>16</sub>
33,46	M <sub>7</sub>	M <sub>9</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
33,29	M <sub>11</sub>	M <sub>16</sub>	14150	KAPASİTE AŞIMI
33,21	M <sub>19</sub>	M <sub>20</sub>	12500	KAPASİTE AŞIMI
33,21	M <sub>5</sub>	M <sub>12</sub>	10550	AYNI ROTA
33,19	M <sub>10</sub>	M <sub>16</sub>	<b>11550</b>	<b>M<sub>8</sub>-M<sub>12</sub>-M<sub>5</sub>-M<sub>16</sub>-M<sub>10</sub></b>
33,12	M <sub>12</sub>	M <sub>16</sub>	11550	AYNI ROTA
32,98	M <sub>8</sub>	M <sub>16</sub>	11550	AYNI ROTA
32,95	M <sub>15</sub>	M <sub>22</sub>	11480	AYNI ROTA
32,95	M <sub>15</sub>	M <sub>18</sub>	12830	KAPASİTE AŞIMI
32,87	M <sub>11</sub>	M <sub>13</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
32,87	M <sub>11</sub>	M <sub>14</sub>	13480	KAPASİTE AŞIMI
32,87	M <sub>11</sub>	M <sub>20</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
32,87	M <sub>11</sub>	M <sub>22</sub>	13480	KAPASİTE AŞIMI
32,87	M <sub>11</sub>	M <sub>18</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
32,83	M <sub>1</sub>	M <sub>11</sub>	11350	AYNI ROTA
32,83	M <sub>9</sub>	M <sub>11</sub>	13480	KAPASİTE AŞIMI
32,75	M <sub>10</sub>	M <sub>12</sub>	11550	AYNI ROTA
32,67	M <sub>7</sub>	M <sub>11</sub>	11350	AYNI ROTA
32,54	M <sub>1</sub>	M <sub>16</sub>	14150	KAPASİTE AŞIMI
32,54	M <sub>9</sub>	M <sub>16</sub>	14280	KAPASİTE AŞIMI
32,47	M <sub>10</sub>	M <sub>15</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
32,47	M <sub>10</sub>	M <sub>17</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
32,47	M <sub>10</sub>	M <sub>19</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
32,45	M <sub>10</sub>	M <sub>11</sub>	12350	KAPASİTE AŞIMI
32,39	M <sub>2</sub>	M <sub>14</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
32,37	M <sub>8</sub>	M <sub>10</sub>	11550	AYNI ROTA
32,26	M <sub>5</sub>	M <sub>10</sub>	11550	AYNI ROTA
32,26	M <sub>5</sub>	M <sub>8</sub>	11550	AYNI ROTA
32,25	M <sub>5</sub>	M <sub>15</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
32,25	M <sub>5</sub>	M <sub>17</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
32,25	M <sub>5</sub>	M <sub>19</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
32,22	M <sub>16</sub>	M <sub>21</sub>	14150	KAPASİTE AŞIMI
32,20	M <sub>12</sub>	M <sub>15</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
32,20	M <sub>12</sub>	M <sub>17</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
32,20	M <sub>12</sub>	M <sub>19</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
32,07	M <sub>8</sub>	M <sub>15</sub>	13230	KAPASİTE AŞIMI
32,07	M <sub>8</sub>	M <sub>17</sub>	13230	KAPASİTE AŞIMI
32,07	M <sub>8</sub>	M <sub>19</sub>	13230	KAPASİTE AŞIMI
31,90	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	11480	AYNI ROTA

**Tablo 18. (Devamı)**

<b>Tasarruf Miktarı (Km)</b>	<b>Konum-i</b>	<b>Konum-j</b>	<b>Toplam Talep (Kg)</b>	<b>Karar</b>
31,90	M <sub>3</sub>	M <sub>6</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
31,90	M <sub>3</sub>	M <sub>13</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
31,90	M <sub>3</sub>	M <sub>14</sub>	11480	AYNI ROTA
31,90	M <sub>3</sub>	M <sub>22</sub>	11480	AYNI ROTA
31,90	M <sub>3</sub>	M <sub>18</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
31,67	M <sub>3</sub>	M <sub>7</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
31,65	M <sub>5</sub>	M <sub>7</sub>	12350	KAPASİTE AŞIMI
31,59	M <sub>7</sub>	M <sub>16</sub>	14150	KAPASİTE AŞIMI
31,46	M <sub>5</sub>	M <sub>11</sub>	12350	KAPASİTE AŞIMI
31,46	M <sub>5</sub>	M <sub>21</sub>	12350	KAPASİTE AŞIMI
31,26	M <sub>7</sub>	M <sub>13</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
31,26	M <sub>7</sub>	M <sub>14</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
31,26	M <sub>7</sub>	M <sub>22</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
31,26	M <sub>7</sub>	M <sub>18</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
31,14	M <sub>7</sub>	M <sub>10</sub>	12350	KAPASİTE AŞIMI
31,13	M <sub>10</sub>	M <sub>21</sub>	12350	KAPASİTE AŞIMI
31,06	M <sub>12</sub>	M <sub>21</sub>	16350	KAPASİTE AŞIMI
31,04	M <sub>16</sub>	M <sub>22</sub>	14280	KAPASİTE AŞIMI
31,04	M <sub>16</sub>	M <sub>20</sub>	14550	KAPASİTE AŞIMI
31,04	M <sub>16</sub>	M <sub>18</sub>	14550	KAPASİTE AŞIMI
30,99	M <sub>14</sub>	M <sub>15</sub>	11480	AYNI ROTA
30,92	M <sub>8</sub>	M <sub>11</sub>	13100	KAPASİTE AŞIMI
30,92	M <sub>8</sub>	M <sub>21</sub>	13100	KAPASİTE AŞIMI
30,85	M <sub>6</sub>	M <sub>14</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
30,81	M <sub>16</sub>	M <sub>17</sub>	14280	KAPASİTE AŞIMI
30,81	M <sub>16</sub>	M <sub>19</sub>	14280	KAPASİTE AŞIMI
30,79	M <sub>4</sub>	M <sub>19</sub>	11480	AYNI ROTA
30,55	M <sub>11</sub>	M <sub>12</sub>	16350	KAPASİTE AŞIMI
30,46	M <sub>1</sub>	M <sub>10</sub>	12350	KAPASİTE AŞIMI
30,46	M <sub>9</sub>	M <sub>10</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
30,29	M <sub>5</sub>	M <sub>9</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
30,28	M <sub>15</sub>	M <sub>21</sub>	12730	KAPASİTE AŞIMI
30,22	M <sub>3</sub>	M <sub>21</sub>	12730	KAPASİTE AŞIMI
30,13	M <sub>3</sub>	M <sub>9</sub>	11480	AYNI ROTA
29,76	M <sub>8</sub>	M <sub>9</sub>	13230	KAPASİTE AŞIMI
29,61	M <sub>2</sub>	M <sub>19</sub>	12500	KAPASİTE AŞIMI
29,01	M <sub>1</sub>	M <sub>12</sub>	16350	KAPASİTE AŞIMI
29,01	M <sub>9</sub>	M <sub>12</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
29,01	M <sub>1</sub>	M <sub>8</sub>	13100	KAPASİTE AŞIMI
28,85	M <sub>7</sub>	M <sub>12</sub>	16350	KAPASİTE AŞIMI

**Tablo 18. (Devamı)**

<b>Tasarruf Miktarı (Km)</b>	<b>Konum-i</b>	<b>Konum-j</b>	<b>Toplam Talep (Kg)</b>	<b>Karar</b>
28,85	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>	13100	KAPASİTE AŞIMI
28,82	M <sub>3</sub>	M <sub>11</sub>	13480	KAPASİTE AŞIMI
28,58	M <sub>17</sub>	M <sub>21</sub>	12730	KAPASİTE AŞIMI
28,44	M <sub>1</sub>	M <sub>5</sub>	12350	KAPASİTE AŞIMI
28,33	M <sub>10</sub>	M <sub>20</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
28,10	M <sub>5</sub>	M <sub>20</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
28,07	M <sub>6</sub>	M <sub>19</sub>	12500	KAPASİTE AŞIMI
28,06	M <sub>12</sub>	M <sub>20</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
27,92	M <sub>8</sub>	M <sub>20</sub>	13500	KAPASİTE AŞIMI
27,57	M <sub>14</sub>	M <sub>21</sub>	12730	KAPASİTE AŞIMI
26,60	M <sub>14</sub>	M <sub>16</sub>	14280	KAPASİTE AŞIMI
26,31	M <sub>3</sub>	M <sub>12</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
26,31	M <sub>3</sub>	M <sub>8</sub>	13230	KAPASİTE AŞIMI
26,11	M <sub>3</sub>	M <sub>16</sub>	14280	KAPASİTE AŞIMI
26,10	M <sub>15</sub>	M <sub>16</sub>	14280	KAPASİTE AŞIMI
26,01	M <sub>4</sub>	M <sub>15</sub>	11480	AYNI ROTA
25,93	M <sub>10</sub>	M <sub>13</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
25,93	M <sub>10</sub>	M <sub>14</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
25,93	M <sub>10</sub>	M <sub>22</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
25,93	M <sub>10</sub>	M <sub>18</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
25,71	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
25,71	M <sub>5</sub>	M <sub>14</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
25,71	M <sub>5</sub>	M <sub>22</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
25,71	M <sub>5</sub>	M <sub>13</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
25,71	M <sub>5</sub>	M <sub>18</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
25,66	M <sub>12</sub>	M <sub>14</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
25,66	M <sub>12</sub>	M <sub>22</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
25,66	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
25,66	M <sub>12</sub>	M <sub>18</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
25,53	M <sub>8</sub>	M <sub>22</sub>	13230	KAPASİTE AŞIMI
25,53	M <sub>8</sub>	M <sub>13</sub>	13500	KAPASİTE AŞIMI
25,53	M <sub>8</sub>	M <sub>14</sub>	13230	KAPASİTE AŞIMI
25,53	M <sub>8</sub>	M <sub>18</sub>	13500	KAPASİTE AŞIMI
25,34	M <sub>3</sub>	M <sub>5</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
25,15	M <sub>3</sub>	M <sub>10</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
24,82	M <sub>2</sub>	M <sub>15</sub>	12830	KAPASİTE AŞIMI
23,88	M <sub>19</sub>	M <sub>22</sub>	11480	AYNI ROTA
23,33	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
23,31	M <sub>4</sub>	M <sub>9</sub>	11480	AYNI ROTA
23,28	M <sub>6</sub>	M <sub>15</sub>	12830	KAPASİTE AŞIMI

**Tablo 18. (Devamı)**

<b>Tasarruf Miktarı (Km)</b>	<b>Konum-i</b>	<b>Konum-j</b>	<b>Toplam Talep (Kg)</b>	<b>Karar</b>
23,07	M <sub>4</sub>	M <sub>7</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
22,83	M <sub>13</sub>	M <sub>20</sub>	11750	AYNI ROTA
22,82	M <sub>20</sub>	M <sub>21</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
22,59	M <sub>4</sub>	M <sub>21</sub>	12730	KAPASİTE AŞIMI
22,55	M <sub>18</sub>	M <sub>20</sub>	11750	AYNI ROTA
22,13	M <sub>2</sub>	M <sub>9</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
21,88	M <sub>2</sub>	M <sub>7</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
21,62	M <sub>4</sub>	M <sub>16</sub>	14280	KAPASİTE AŞIMI
21,41	M <sub>2</sub>	M <sub>21</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
21,19	M <sub>4</sub>	M <sub>11</sub>	14350	KAPASİTE AŞIMI
20,58	M <sub>6</sub>	M <sub>9</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
20,44	M <sub>2</sub>	M <sub>16</sub>	14550	KAPASİTE AŞIMI
20,34	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
20,01	M <sub>2</sub>	M <sub>11</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
19,86	M <sub>6</sub>	M <sub>21</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
19,32	M <sub>19</sub>	M <sub>21</sub>	12730	KAPASİTE AŞIMI
18,89	M <sub>6</sub>	M <sub>16</sub>	14550	KAPASİTE AŞIMI
18,47	M <sub>6</sub>	M <sub>11</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
16,19	M <sub>13</sub>	M <sub>22</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
15,91	M <sub>18</sub>	M <sub>22</sub>	13750	KAPASİTE AŞIMI
14,78	M <sub>13</sub>	M <sub>17</sub>	13150	KAPASİTE AŞIMI
13,64	M <sub>4</sub>	M <sub>12</sub>	16480	KAPASİTE AŞIMI
13,64	M <sub>4</sub>	M <sub>8</sub>	13230	KAPASİTE AŞIMI
12,67	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
12,48	M <sub>4</sub>	M <sub>10</sub>	12480	KAPASİTE AŞIMI
12,46	M <sub>2</sub>	M <sub>12</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
12,46	M <sub>2</sub>	M <sub>8</sub>	13500	KAPASİTE AŞIMI
11,81	M <sub>13</sub>	M <sub>14</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
11,48	M <sub>2</sub>	M <sub>5</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
11,30	M <sub>2</sub>	M <sub>10</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
10,91	M <sub>6</sub>	M <sub>12</sub>	16750	KAPASİTE AŞIMI
10,91	M <sub>6</sub>	M <sub>8</sub>	13500	KAPASİTE AŞIMI
9,75	M <sub>6</sub>	M <sub>10</sub>	12750	KAPASİTE AŞIMI
9,03	M <sub>13</sub>	M <sub>19</sub>	12500	KAPASİTE AŞIMI
8,75	M <sub>18</sub>	M <sub>19</sub>	12500	KAPASİTE AŞIMI
4,24	M <sub>13</sub>	M <sub>15</sub>	12830	KAPASİTE AŞIMI
0,82	M <sub>13</sub>	M <sub>21</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
0,54	M <sub>18</sub>	M <sub>21</sub>	13000	KAPASİTE AŞIMI
0,35	M <sub>13</sub>	M <sub>16</sub>	14550	KAPASİTE AŞIMI

Tablo 18’de yer alan 1. tasarruf miktarı 67,20 km,  $M_{13}$ -  $M_{18}$  müşterileri arasındaki uzaklığı ifade etmektedir. Bu mesafe en büyük tasarruf miktarıdır. Tablo 15’te müşterilerin talep ettikleri ürün miktarlarına bakıldığında  $M_{13}$  (1250) +  $M_{18}$  (3750) = 5000 Kg değeri bulunur ve bu değer aracın kapasitesi olan 12000 Kg’dan küçük olduğu görülmektedir. Bu veriler doğrultusunda  $M_{13}$ -  $M_{18}$  arasında rota güzergahı oluşturulmaktadır. Tasarruf algoritması bu şekilde devam ettiğinde 2. tasarruf miktarı olan 47,70 km mesafesini  $M_6$ -  $M_{13}$  oluşturmaktadır. 1.tasarruf miktarı hareketine bakıldığında  $M_{13}$  ile  $M_{18}$  müşteri rota güzergahları birbirine eklenmesi ile bu iki noktanın toplam talebi 5000 kg bulunmuştur. Toplam talebe  $M_6$  müşterisinin talebi de (1000 kg) eklenir ve toplam talep 6000 kg’a yükselmektedir. Araç kapasitesi 12000 kg olduğundan ve 6000 kg kapasiteyi aşmadığından dolayı  $M_6$  müşterisi de  $M_{13}$ -  $M_{18}$  rota güzergahına dahil edilmektedir. Bu algoritma en küçük tasarruf miktarına kadar devam etmektedir. Her müşteri oluşan rota güzergahına eklenir ve toplam talep miktarı 12000 kg’dan fazla olursa “Kapasite Aşımı” kararı alınmaktadır. Oluşturulan rotalarda aynı noktalar yer almakta ise bu kez karar aşamasına “Aynı Rota” yazılır ve bir sonraki karar aşamasına bakılmaktadır. Tüm karar adımları tamamlandıktan sonra 4 farklı rota güzergahı elde edilmiştir. Bu rotalar Tablo 19’da yer almaktadır.

**Tablo 19. Tasarruf Algoritması Sonucu Oluşturulan Rotalar**

<b>Müşteriler ve Rota Adımları</b>	<b>Toplam Talep Miktarı (Kg)</b>
$M_{13}$ - $M_{18}$ - $M_6$ - $M_2$ - $M_{20}$	11750
$M_{17}$ - $M_{19}$ - $M_{14}$ - $M_{22}$ - $M_{15}$ - $M_3$ - $M_4$ - $M_9$	11480
$M_1$ - $M_7$ - $M_{21}$ - $M_{11}$	11350
$M_8$ - $M_{12}$ - $M_5$ - $M_{16}$ - $M_{10}$	11550
<b>TOPLAM</b>	<b>46130</b>

Tablo 19’da yer alan rota adımlarını kullanarak firmanın sahip olduğu 12000 kg kapasiteli araç 4 seferle talepleri karşılayabilmektedir. Tablo 20’de firmanın daha önce izlemiş olduğu rota adımları ile tasarruf algoritması sonucunda oluşan yeni rotaların karşılaştırması yer almaktadır.

**Tablo 20. Mevcut Rota ve İyileştirilmiş Rota Farkları**

<b>Mevcut Rotalar</b>	<b>Toplam Talep (Kg)</b>	<b>Kat Edilen Mesafe (Km)</b>	<b>Yakıt Miktarı (Lt)</b>	<b>Yakıt Değeri (TL)</b>
D <sub>1</sub> -M <sub>5</sub> -M <sub>3</sub> -M <sub>2</sub> -M <sub>4</sub> -M <sub>1</sub> -D <sub>1</sub>	11850	68,33	13	89,24
D <sub>1</sub> -M <sub>6</sub> -M <sub>9</sub> -M <sub>7</sub> -M <sub>11</sub> -M <sub>10</sub> -M <sub>8</sub> -D <sub>1</sub>	11750	67,67	13	88,36
D <sub>1</sub> -M <sub>12</sub> -M <sub>15</sub> -M <sub>14</sub> -M <sub>13</sub> -M <sub>16</sub> -D <sub>1</sub>	11380	110,84	22	144,70
D <sub>1</sub> -M <sub>22</sub> -M <sub>18</sub> -M <sub>20</sub> -M <sub>19</sub> -M <sub>17</sub> -M <sub>21</sub> -D <sub>1</sub>	11150	122,52	24	159,97
<b>TOPLAM</b>	<b>46130</b>	<b>369,36</b>	<b>72</b>	<b>482,27</b>
<b>İyileştirilmiş Rotalar</b>	<b>Toplam Talep (Kg)</b>	<b>Kat Edilen Mesafe (Km)</b>	<b>Yakıt Miktarı (Lt)</b>	<b>Yakıt Değeri (TL)</b>
D <sub>1</sub> -M <sub>13</sub> -M <sub>18</sub> -M <sub>6</sub> -M <sub>2</sub> -M <sub>20</sub> -D <sub>1</sub>	11750	110,78	21,49	144,63
D <sub>1</sub> -M <sub>17</sub> -M <sub>19</sub> -M <sub>14</sub> -M <sub>22</sub> -M <sub>15</sub> -M <sub>3</sub> -M <sub>4</sub> -M <sub>9</sub> -D <sub>1</sub>	11480	112,56	22,84	146,98
D <sub>1</sub> -M <sub>1</sub> -M <sub>7</sub> -M <sub>21</sub> -M <sub>11</sub> -D <sub>1</sub>	11350	37,99	7,37	49,6
D <sub>1</sub> -M <sub>8</sub> -M <sub>12</sub> -M <sub>5</sub> -M <sub>16</sub> -M <sub>10</sub> -D <sub>1</sub>	11550	39,15	7,6	51,15
<b>TOPLAM</b>	<b>46130</b>	<b>300,48</b>	<b>58,30</b>	<b>392,36</b>
<b>TASARRUF DEĞERLERİ</b>	<b>-</b>	<b>68,88</b>	<b>13,36</b>	<b>89,91</b>

Tablo 20’de yer alan bilgilere göre aracın toplam kat ettiği mesafe 300,48 km olarak hesaplanmıştır. Firmanın mevcut rotalarına bakıldığında ise 369,36 km olduğu görülmektedir. Firmanın daha önceden müşterilerinin taleplerini karşılamada 369,36 km mevcut rota mesafesinden, tasarruf algoritması sonucu elde edilen 300,48 km iyileştirilmiş rota mesafesi çıkarılırsa 68,88 km tasarruf edildiğine ulaşılmaktadır. Firmanın kullandığı araç 100 km’de 19,4 Litre mazot yakmaktadır. Tasarruf değeri olan 68,88 km’ye bakıldığında aracın 13 Litre mazot harcamaktan tasarruf edeceği bulunmaktadır. Firma aralık ayında mazotun litre fiyatını 6,73 TL’ye mal ettiğinin bilgisini vermiştir. Harcanan yakıt miktarı ile mazotun litre fiyatı çarpılırsa 13,36 LT x 6,73 TL= 89,91 TL tasarruf edilmektedir. Bu değer X Gıda Firmasının hafta içi almış olduğu talepler doğrultusunda A<sub>1</sub> Lojistik Firmasının çarşamba günü yapmış olduğu taşıma bedelinden elde etmiş olduğu tasarrufunu göstermektedir. Bu tasarruf miktarı haftada iki gün olarak değerlendirildiğinde 179,82 TL tasarruf edilmektedir. Bununla birlikte bu değer aylık olarak hesaplandığında, 179,82 TL x 4= 719,28 TL tasarruf, yıllık ise 179,82 x 48= 8631,36 TL tasarruf etmesine imkân vermektedir. Aracın haftalık 137,76 km, aylık 137,76x4=551,04 km ve yıllık olarak hesaplandığında

551,04x12=6612,48 km azımsanmayacak büyüklükte tasarruf edilmesine olanak sağlamaktadır.

Tablo 21’de ise A<sub>1</sub> Lojistik Şirketinden alınan bilgiler doğrultusunda, X Gıda Firmasının 3PL seçim süreci sonunda aylık ve yıllık harcamaktan kaçındığı maliyetler verilmektedir.

**Tablo 21. X Gıda Firması Tasarruf Maliyeti**

ISUZU NPR 10 LONG		ARAÇ MODEL YILI			ARAÇ FİYAT		
		2018			375000,00TL		
GİDERLER	SİGORTA GİDERİ	AMORTİSMAN GİDERİ	KASKO GİDERİ	MTV GİDERİ	ARAÇ MUAYENE ÜCRETİ	İŞVEREN İŞÇİLİK GİDERİ	TOPLAM
AYLIK(TL)	210,65	6250,00	298,69	352,88	38,35	4046,83	11197,41
YILLIK(TL)	2527,83	75000,00	3584,28	4234,54	460,24	48562,00	59443,89

X Gıda Firması taşıma sürecini kendisi gerçekleştirmiş olsaydı aylık 11197,41 TL tutarında sabit bir maliyeti yüklenmesi gerekmektedir. Ayrıca taşıma sürecinin işleyişi açısından 375000,00 TL değerinde bir araç satın alması gerekmektedir. Tüm bu veri sonuçları ışığında dış kaynak kullanmanın sağladığı maliyet tasarruf ilkesi açıkça ortaya çıkmıştır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Gıda ürünlerinin ve gıda sektörünün artan Dünya nüfusuyla beraber her geçen gün önemi artmaktadır. Bu da gıda işletmelerinin ana iş faaliyetleri olan üretime odaklanmasını gerekli kılmaktadır. Üretilen ürünlerin müşterilere ulaşmasında birtakım faaliyetler söz konusudur. Buna bağlı olarak gıda sektöründe yer alan firmalar ana iş faaliyetlerinde uzmanlaşmak amacıyla bu süreç dışında yer alan aşamalarda dış kaynak sağlayıcılarından yararlanmaktadır.

Gıda işletmeleri daha çok ürettikleri ürünlerin lojistik aşamasında dış kaynak kullanımına ihtiyaç duymaktadır. Nitekim yapılan araştırmalarda (Toth ve Vigo, 2002; Reimann, Doerner ve Hartl, 2004) lojistik faaliyetler yaklaşık bir ortalama mamulün toplam maliyetinin %10- %20' sine denk geldiğini göstermektedir. Lojistikte yapılan herhangi bir iyileştirmenin, maliyetlerin azaltılmasına yardımcı olması, işletmelerin ana faaliyetleri üzerinde daha rahat uzmanlaşmasının sağlanması beklenmektedir. Bu nedenle gıda firmaları, küresel pazar ortamında rekabet avantajı sağlamak ve ayakta kalmak istiyorlarsa tüm bu lojistik faaliyetleri gerçekleştirme aşamasında dış kaynak kullanımını tercih olarak değil zorunluluk olarak görmesi gerekmektedir.

Lojistik süreç özellikle gıda işletmelerinin, maliyet kalemlerinin çok ciddi bir payını oluşturduğundan önem arz etmektedir. Her işletmenin müşterilerinin taleplerini karşılama noktasında kaliteli, hızlı ve güvenilir bir imaj sergilemesi yanında rakiplerinin önüne geçmesini gerekli kılmıştır.

Ayrıca Dünya'yı etkisi altına alan Covid-19 sürecinde yapılacak lojistik faaliyetler her sektörde olduğu gibi gıda sektöründe de önemli bir etken haline gelmiştir. Farklı sektörlerde üretim süreçlerinin durma noktasına gelmesine rağmen gıda ürünlerinin insanların olmazsa olmaz ihtiyaçları arasında yer alması, konunun önemini daha da arttırmaktadır. Bundan dolayı müşteri taleplerinin doğru yerde, doğru zamanda, doğru miktarda karşılanması ve bu faaliyetleri sürdürecektedarikçilerin seçimi hayati önem taşımaktadır.

Tüm bunlar doğrultusunda bu çalışma, Çok Kriterli Karar Verme yaklaşımlarından AHS ve VIKOR teknikleri kullanılarak bir gıda firmasının 3PL seçim

süreci ve seçilen 3PL firmasının talebi doğrultusunda araç rota minimizasyonuna bir model önerisi sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Mevcut literatür incelemesi ve uzman görüşleriyle elde edilen bilgiler doğrultusunda 3PL seçim kriterleri; *sektör bilgisi, konum, kalite, finansal durum, maliyet, güvenilirlik, imaj, yetenek ve kapasite, garanti* olarak belirlenmiştir. Kriter ağırlıkları AHS yöntemiyle belirlenmiş ve bu kriter ağırlıkları kullanılarak 3PL seçiminde yer alan alternatif firma sıralaması VIKOR yöntemiyle elde edilmiştir. Daha sonra seçilen en iyi alternatif firmanın talebi doğrultusunda, ürünlerin müşterilere taşınmasında izlediği rota güzergahının iyileştirilmesi için sezgisel çözüm yöntemlerinden Tasarruf Algoritması kullanılmıştır.

İlgili literatürde, dış kaynak kullanımı ve araç rotalama problemi ile alakalı artan seviyede ve çok yönlü çalışma olmasına rağmen hem gıda lojistiği dış kaynak kullanımına yönelik çalışmaların (İnci ve Acer 2019; Kilasi vd. 2013; Güçlütürk ve Öter 2011; Hsiao vd. 2009) hem de gıda lojistiği taşıma alanında araç rotalama problemine ilişkin çalışmaların (Tekin vd. 2011; Kurul 2013; Ulutaş vd. 2017) kısıtlı ve çok az sayıda olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmaların bir kısmında ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı saptanmıştır. Ayrıca gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmaya ait dış kaynak kullanımından faydalanıp 3PL seçimi ve seçilen 3PL firmasının araç rotalama problemi modellemesine rastlanılmamıştır. Bu bakımdan gıda sektöründe yapılan bu çalışmada; AHS, VIKOR ve Sezgisel Tasarruf Algoritması yöntemlerinin uygulamalı koordineli şekilde birlikte ele alınması literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

Gıda firması 3PL seçimi için AHS tekniğiyle elde edilen kriter ağırlıklarına bakıldığında en fazla öneme sahip kriterler sırasıyla, *Maliyet* (K<sub>5</sub>), *Garanti* (K<sub>9</sub>) ve *Güvenilirlik* (K<sub>6</sub>) olduğu sonucuna varılmış ve en az öneme sahip kriterin ise *İmaj* (K<sub>7</sub>) olduğu tespit edilmiştir. AHS yöntemiyle yapılan kriter ağırlık hesaplamalarından sonra VIKOR yöntemiyle yapılan analiz sonucunda gıda firması için en iyi alternatif firma A<sub>1</sub> Lojistik Firması olduğu belirlenmiştir. Buna sebep olarak, lojistik alanda A<sub>1</sub> firmasının sektör bilgisi, bulunduğu konum, kaliteli hizmet anlayışı, işlerin yerine getirilmesinde bulundurduğu finansal durumu, işi yerine getirme maliyetlerinin az olması, anlaşma gereği yapılan işin detaylarının gizli kalmasından dolayı verdiği güven, sektörde sergilediği imaj, yetenek/ kapasitesi ve işin işleyişinde oluşabilecek olumsuzluklara karşı garanti kriterlerini yüksek oranda karşılaması gösterilebilir. İlgili literatürde, Güçlütürk ve Öter (2011) yapmış oldukları çalışmada dış kaynak kullanımında

markanın 3PL seçiminde önemli bir kriter olduğunu belirlemişlerdir. Diğer bir çalışmada ise Wilding ve Juriado (2004) İngiltere, Fransa, Almanya ve Belçika’da yer alan firmalara yaptıkları analizlerin sonucunda maliyet unsurunun kaynak kullanımında daha küçük rol oynadığını tespit etmişlerdir. Çalışmaların sonuçları arasındaki bu farklılık uzmanlar grubunun ve sektörlerin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Çalışmanın sonraki bölümünde, 3PL firmasının talebi doğrultusunda ürünlerin taşıma sürecinde kullandığı rotanın iyileştirmesinin yapılması amacıyla bir model önerisinde bulunulmuştur. Çalışmadaki verilerin gerçekliği, problemin çok büyük olmaması ve herhangi bir değişkenin olmamasından kaynaklı, Sezgisel çözüm yöntemlerinden olan Tasarruf algoritması kullanılarak yapılan iyileştirmede A<sub>1</sub> Lojistik Firmasının mevcut rotası olan 369,36 km, 300,48 km’ ye düşürülerek 68,88 km’lik tasarruf sağlandığı sonucuna varılmıştır. İlgili literatürde, Ho vd. (2008) Çoklu Depolu ARP üzerinde meta-sezgisel çözüm yönteminden faydalanırken, Hsu vd. (2007) Zaman Pencereli ARP üzerine meta-sezgisel çözüm yöntemlerinden genetik algoritmayla rota minimizasyonu çalışması yapmışlardır. Çalışmaların çözüm yöntemlerindeki bu farklılık sektör kaynaklı olmasının yanında araç kapasitesi, zaman kısıtı, problemin büyüklüğü ve değişken parametrelerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmanın katkılarının yanı sıra kısıtları da bulunmaktadır. Birincisi, gerekli sayıda uzman kişiyle görüşülmesine rağmen tüm Dünya’da mevcut olan pandemi sorunu nedeniyle veri toplamada yüz yüze görüşebilme eksikliği yer almaktadır. İkincisi, ÇKKV yöntemlerinin doğası gereği ağırlıklar farklılaştıkça sonucun değişebileceği gerçeği unutulmamalıdır.

Gelecek çalışmalarda farklı ÇKKV yöntemleri (TOPSIS, ELECTRE, MOORA) ve farklı araç rotalama algoritmaları (Genetik Algoritma, Yapay Arı Kolonisi, Parçacık Sürü Optimizasyonu) kullanılarak bu çalışma genişletilebilir, sonuçlar kıyaslanabilir. Ayrıca farklı sektörlerde, 3PL firması seçiminden sonra alternatif firmanın yaptığı faaliyetler konusunda iyileştirme çalışmaları bir bütün olarak ortaya koyulabilir.

## KAYNAKÇA

- Aarts, E., Aarts, E. H. ve Lenstra, J. K. (1997). Local search in combinatorial optimization. Princeton University Press.
- Aas, B., Buvik, A. ve Cakic, D. (2008). Outsourcing of logistics activities in a complex supply chain: a case study from the Norwegian oil and gas industry. *International Journal of Procurement Management*, 1(3), 280-296.
- Açanal, M. H. (2019). Büyük ölçekli bir savunma sanayi firmasının dış kaynak kullanımı kriterlerinin AHP ile analizi (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (571081).
- Agra, A., Christiansen, M., Figueriredo, R., Hvattum, L. M., Poss M. ve Requejo C. (2013). The robust vehicle routing problem with time windows. *Computers & Operations Research*, 40(3), 856-866.
- Akay, B. ve Karaboğa, D. (2012). Artificial bee colony algorithm for large-scale problems and engineering design optimization. *Journal of intelligent Manufacturing*, 23(4), 1001-1014.
- Akay, E. (2016). Helikopter rotalama problemi: bir eş-zamanlı topla-dağıt araç rotalama problemi modeli ve sezgisel bir çözüm yaklaşımı (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (428749).
- Akben, İ. ve Fidan, O. (2019). Demir çelik sektöründe lojistikte dış kaynak kullanımı (3PL): İskenderun Bölgesinde Bir İnceleme. 8. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, Nisan 2019, Niğde, 431-444.
- Aksakal, B. (2014). Bir firmanın zaman pencereli belirli talepli araç rotalama probleminin genetik algoritma kullanılarak çözülmesi (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (353768).
- Aktaş, E. ve Ulengin, F. (2005). Outsourcing logistics activities in Turkey. *Journal of Enterprise Information Management*, 18(3), 316-329.
- Aktaş, R., Doğanay, M. R., Gökmen, Y., Gazibey, Y. ve Türen, U. (2015). Sayısal karar verme yöntemleri. İstanbul: Beta Basım Dağıtım.

- Alakaş, H. M., Kızıldaş, Ş., Eren, T. ve Özcan, E. (2018). Sıfır atık projesi kapsamında atıkların toplanması: Kırıkkale ilinde homojen çok araçlı araç rotalama uygulaması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3(3), 190-196.
- Alonso, A. J. ve Lamata, T. M. (2006). Consistency in the analytic hierarchy process: a new approach. *International Journal Of Uncertainty, Fuzziness And Knowledge-Based Systems*, 14(4), 445-459.
- Alp, A., Çerçioğlu, H., Tokaylı, M. A. ve Dengiz, B. (2001). Stokastik montaj hattı dengeleme: bir tavlama benzetimi algoritması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 12(3-4), 32-51.
- Altan, Ş. ve Karaş Aydın E. (2015). Bulanık dematel ve bulanık topsis yöntemleri ile üçüncü parti lojistik firma seçimi için bütünleşik bir model yaklaşımı. *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 20(3).
- Amjad, M. ve Siddiqui, D. A. (2019). Drivers impacting relationship quality and customer loyalty in logistics outsourcing–Pakistan perspective. Available at SSRN 3350478, 1-23.
- Anık, Z. (2007). Nesne yönelimli yazılım dillerinin analitik hiyerarşi ve analitik network prosesi ile karşılaştırılması ve değerlendirilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (201087).
- Ar, İ. M. ve Baki, B. (2005). KOBİ'lerin üçüncü parti lojistik hizmetleri kullanımına ilişkin bir saha araştırması: Trabzon Örneği. V. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 25-27 Kasım İstanbul, 323-328.
- Archetti, C. ve Speranza, M. G. (2012). Vehicle routing problems with split deliveries. *International Transactions in Operational Research*, 19(1-2), 3-22.
- Archetti, C., Speranza, M. G. ve Hertz, A. (2003). A tabu search algorithm for the split delivery vehicle routing problem. *Transportation science*, 40(1), 64-73.
- Arif, J. ve Jawab, F. (2011). Outsourcing logistics: Strategic tools for decision to outsource logistic activities. In 2011 4th International Conference on Logistics, 104-108.
- Arslan, S. (2007). Araç rotalama problemi ve bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (207573).

- Arslan, Ö. E. ve Aydoğmuş, H. Y. (2020) Otel İşletmelerinde Dış Kaynak Kullanımı: TOPSIS Yöntemi ile Bir Uygulama. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4, 463-477.
- Aslan, N. (2006). Analitik Network Prosesi. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (180480).
- Ataman, G. (2004). İnsan kaynakları fonksiyonunda dış kaynaklardan yararlanma/yararlanmama kararı: Akaryakıt dağıtım sektöründe bir örnek olay. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(21), 13-24.
- Atasagun, G. C. (2015). Zaman bağımlı eş zamanlı topla dağıt araç rotalama problemi. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (409878).
- Atefi, R., Salari, M., Coelho, L. C. ve Renaud, J. (2018). The open vehicle routing problem with decoupling points. *European Journal of Operational Research*, 265(1), 316-327.
- Atmaca, E. (2012). Bir kargo şirketinde araç rotalama problemi. *Tünav Bilim Dergisi*, 5(2), 12-27.
- Atmaca, E., Vardar, S., Akbabaöz, S., Vural, A. ve Uruş, G. (2015). Ankara ilinde ürün dağıtımını yapan bir beyaz eşya yetkili servisinin araç rotalama problemine çözüm yaklaşımı. *Politeknik Dergisi*, 18(2), 99-105.
- Avriel, M. ve Golany, B. (1996). *Mathematical Programming for Industrial Engineers*. CRC Press.
- Ayçin, E. (2018). Üçüncü Parti Lojistik Hizmet Sağlayıcı Seçim Kriterlerinin Gri DEMATEL Bütünleşik Yaklaşımıyla Belirlenmesi. *Alphanumeric Journal*, 6(2), 277-292.
- Aydemir, E. (2006). Esnek zaman pencereli araç rotalama problemi ve bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (184606).
- Aydemir, E., Karagül, K., ve Tokat, S. (2016). Kapasite kısıtlı araç rotalama problemlerinde başlangıç rotalarının kurulması için yeni bir algoritma. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 4(3), 215-226.
- Aydın, H., Başoğlu, D., Demirel, M., Güleç, A., Palağlu, E., Şimşek, A. ve Yetiş-Kara, B. (2008). Evsel atık toplama ağı tasarımı ve geri kazanım süreçlerinin iyileştirilmesi. *Endüstri Mühendisliği*, 19(3), 2-16.

- Aydoğdu, B. ve Özyörük, B. (2020). Dinamik eş zamanlı topla dağıt araç rotalama probleminin çözümü için matematiksel model ve sezgisel yaklaşım: Rassal iteratif yerel arama değişken komşu iniş algoritması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35(2), 563-580.
- Aykül, M. K. (2018). Yalın üretim kapsamında soğuk gıda lojistiği uygulanan bir gıda üretim tesisinde değ er akış analizi uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (532688).
- Babayiğit, B. ve Yıldız, K. (2019). Kapasite kısıtlı araç rotalama problemi için melez bir algoritma. ISAS 2019, 4(1), 508-513.
- Bahha, N., Hdidou, W. ve El Kartit, I. (2015). Outsourcing of logistics functions: a case study of a Moroccan retailer. International Journal of Finance, Business, Economics, Marketing and Information Systems, 1(1), 15-29.
- Bajec, P. ve Beşkovnik, B. (2013). Introducing new competencies in managing logistics outsourcing: The case of industry in South-East Europe. Logistics and Sustainable Transport, 4(1), 28-38.
- Bakan, İ., Fettahlıoğlu, H. S. ve Eyitmiş, A. M. (2012). türkiye’de dış kaynak kullanımında tedarikçi seçim kriterleri ve sözleşme şartlarında dikkat edilen hususlar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2), 141-161.
- Balcı, S. F. (2017). Araç rotalama modeli ile çok boyutlu gözlemlerin gruplandırılması: Kiş ilik envanterine göre yurt odalarına öğrenc i atama uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (488128).
- Baldacci, R., Mingozzi, A. ve Roberti, R. (2012). Recent exact algorithms for solving the vehicle routing problem under capacity and time window constraints. European Journal of Operational Research, 218(1), 1-6.
- Bali, Ö. ve Gencer, C. (2002). KK Lojistik Komutanlığı 3ncü, 4ncü, 5nci kademe depolarında küme örtüleme yaklaşımı ile bir iyileştirme çalışması. Savunma Bilimleri Dergisi; Cilt: 1 Sayı: 2; 1-17.
- Barlın, A. (2009). Lojistikte dış kaynak kullanımı ve maliyetlerin kontrolü. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (353700).
- Başkaya, Z. (2005). Tam sayılı programlama algoritmaları ve bilgisayar uygulamalı problem çözümleri. Bursa: Ekin Kitabevi.

- Başkaya, Z. ve Öztürk, B. A. (2005). Tam sayılı programlamada dal kesme yöntemi ve bir ekmek fabrikasında oluşturulan araç rotalama problemine uygulanması. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 101-114.
- Batuk, S. (2013). Lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanımı: Adana ilinde faaliyet gösteren işletmeler üzerine bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (307699).
- Bayrak, A. ve Özyörük, B. (2017). Bölünmüş talepli eş zamanlı topla dağıt araç rotalama problemi için karşılaştırmalı matematiksel modeller. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 32(2).
- Bedir, N., Yalçın, H., Özder, E. H. ve Eren, T. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemleriyle taşıeron firma seçimi: Kırıkkale ilinde bir uygulama. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 25-33.
- Bell, J. E. ve Mc. Mullen, P. R. (2004). Ant colony optimization techniques for the vehicle routing problem. *Advanced engineering informatics*, 18(1), 41-48.
- Berger, J. ve Barkaoui, M. (2003). A hybrid genetic algorithm for the capacitated vehicle routing problem. In *Genetic and evolutionary computation conference*, July 2003 Berlin, 646-656.
- Berger, J. ve Barkaoui, M. (2004). A parallel hybrid genetic algorithm for the vehicle routing problem with time windows. *Computers & operations research*, 31(12), 2037-2053.
- Bloem, N. ve Bean, W. L. (2015). The application of outsourcing decision-making methods in a logistics context in South Africa. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 9(1), 1-14.
- Bolat, H. B., Bayraktar, D., Öztürk, M. ve Turan, N. (2011). Yeşil lojistik zincirinde araç rotalama problemi için bir model önerisi. XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 23-24 Haziran 2011, İstanbul, 536-548.
- Bozyer, Z. (2013). Araç rotalama probleminin çözümüne yönelik bir model önerisi. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (335449).
- Brandão, J. (2010). A tabu search algorithm for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 38(1), 140-151.

- Bryce, D. J. ve Useem, M. (1998). The impact of corporate outsourcing on company value. *European Management Journal*, 16(6), 635-643.
- Can, Y. (2009). Müşteriler arası malzeme akışlı eş zamanlı dağıtım toplamalı araç rotalama problemleri ve uygulamalı bir karar destek sistemi. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (350063).
- Chan, F. T. ve Chan, H. K. (2004). Development of the supplier selection model—a case study in the advanced technology industry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 218(12), 1807-1824.
- Chen, H., Tian, Y., Ellinger, A. E. ve Daugherty, P. J. (2010). Managing logistics outsourcing relationships: An empirical investigation in China. *Journal of Business Logistics*, 31(2), 279-299.
- Chen, L. Y. ve Wang, T. C. (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 233-242.
- Cheong, M. L. (2004). Logistics outsourcing and 3PL challenges.
- Chepuri, K. ve Homem-De-Mello, T. (2005). Solving the vehicle routing problem with stochastic demands using the cross-entropy method. *Annals of Operations Research*, 134(1), 153-181.
- Cho, J. J. K., Ozment, J. ve Sink, H. (2008). Logistics capability, logistics outsourcing and firm performance in an e-commerce market. *International journal of physical distribution & logistics management*, 38(5), 336-359.
- Choi, E. ve Tcha, D. W. (2005). A column generation approach to the heterogeneous fleet vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 34(7), 2080-2095.
- Chu, Z. ve Wang, Q. (2012). Drivers of relationship quality in logistics outsourcing in China. *Journal of Supply Chain Management*, 48(3), 78-96.
- Cichosz, M., Goldsby, T. J., Knemeyer, A. M. ve Taylor, D. F. (2017). Innovation in logistics outsourcing relationship-in the search of customer satisfaction. *LogForum*, 13(2), 209-219.
- Ciemcioch, S. (2018). 3PL vs. 4PL Logistics: Best definition, explanation and comparison. 24 Eylül 2020 tarihinde

<https://www.warehouseanywhere.com/resources/3pl-vs-4pl-logistics-definition-and-comparison/> adresinden erişildi.

- Clarke, G. ve Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations research*, 12(4), 568-581.
- Conrad, R. G. ve Figliozzi, M. A. (2011). The recharging vehicle routing problem. In *Proceedings of the 2011 industrial engineering research conference*, Mayıs 2011, Norcross, 1-8.
- Cordeau, J. F., Gendreau, M., Laporte, G., Potvin, J. Y. ve Semet, F. (2002). A guide to vehicle routing heuristics. *Journal of the Operational Research society*, 53(5), 512-522.
- Cömert, S. E., Yazgan, H. R., Çakır, B. ve Sarı N. (2020). Esnek zaman pencereli araç rotalama probleminin çözümü için önce kümele-sonra rotala temelli bir yöntem önerisi; Bir süpermarket örneği. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 18-31.
- Cömert, S. E., Yazgan, H. R. ve Görgülü, N. (2019). Eş zamanlı topla dağıt araç rotalama problemi için iki aşamalı bir çözüm yöntemi önerisi. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 31(2), 107-117.
- Cömert, S. E., Yazgan, H. R., Sertvuran, İ. ve Şengül, H. (2018). Sıkı zaman pencereli araç rotalama probleminin çözümü için yeni bir yöntem önerisi ve bir süpermarket zincirinde uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 685-694.
- Çakırlar, H. (2009). İşletmelerin lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımı: Trakya Bölgesinde faaliyet gösteren işletmeler üzerinde bir inceleme. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (241016).
- Çancı, M. ve Erdal, M. (2003). *Lojistik Yönetimi*. İstanbul: Utikad Yayınları.
- Çelik, G. (2020). Nasıl Bir Lojistik Firması. 21 Eylül 2020 tarihinde <https://www.danismend.com/kategori/altkategori/nasil-bir-lojistik-firmasi/> adresinden erişildi.
- Çelikkanat, F. S. (2014). Bulanık hedef programlama yaklaşımının araç rotalama problemine uygulanması. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (356516).

- Çeralp, G. (2009). Türkiye'de lojistik hizmetlerde dış kaynak kullanımını etkileyen faktörler üzerine bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (239943).
- Çetin, E. (2005). Dinamik programlama ile sınır tenörü optimizasyonu. Doğu ve Güneydoğu Madenlerinin Değerlendirilmesi Sempozyumu, Diyarbakır, 1-16.
- Çetin, H. (2011). Lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanımı: Gaziantep'teki imalat işletmelerinde bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (280384).
- Çetin, O. (2013). Akaryakıt dağıtımında araç rotalama problemi. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (340462).
- Çetin, O. ve Özçakar, N. (2019). Akaryakıt dağıtımında araç rotalama problemi için bir başlangıç çözümü. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21(2), 461-474.
- Çetin, S., Özkütük, E. ve Gencer, C. (2011). Heterojen araç filolu eş zamanlı dağıtım-toplamalı araç rotalama problemi için bir karar destek sistemi. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 3(1), 11-18.
- Çevik, K. K. ve Koçer, H. E. (2013). Parçacık sürü optimizasyonu ile yapay sinir ağları eğitimine dayalı bir esnek hesaplama uygulaması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(2), 39-45.
- Çolak, S. ve Güler, H. (2009). Dağıtım rotaları optimizasyonu için meta sezgisel bir yaklaşım. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2), 171-190.
- Dağdeviren, M., Diyar, A. ve Kurt, M. (2004). İş değerlendirme sürecinde analitik hiyerarşi prosesi ve uygulaması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(2), 131-138.
- Dağdeviren, M. ve Eraslan, E. (2008). PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1), 69-75.
- Dağdeviren, M. ve Eren, T. (2001). Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(1), 41-52.
- Datta, S., Mahapatra, S. S., Banerjee, S. ve Bandyopadhyay, A. (2010). Comparative study on application of utility concept and VIKOR method for vendor selection. Proceedings of AIMS International Conference on Value-based Management, 11-13 Ağustos Odisha, 614-622.

- Demircioğlu, M. (2009). Araç rotalama probleminin sezgisel bir yaklaşım ile çözümlenmesi üzerine bir uygulama. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (241435).
- Demircioğlu, M. (2013). Zaman pencereci araç rotalama problemine tasarruf yöntemi ile bir uygulama. Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 17(2), 189-205.
- Demirtaş, Y. (2015). Dinamik araç rotalama problemine parçacık sürü optimizasyonu algoritması çözüm önerisi. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (428562).
- Derinalp, S. (2007). Dünya’ da ve Türkiye’ de lojistik hizmetlerde dış kaynak kullanımı: Türkiye’ de faaliyet gösteren endüstriyel işletmelerde bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (217081).
- Dethloff, J. (2001). Vehicle routing and reverse logistics: the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up. OR-Spektrum, 23(1), 79-96.
- Dinçer, H. ve Görener, A. (2011). Analitik hiyerarşi süreci ve VIKOR tekniği ile dinamik performans analizi: Bankacılık sektöründe bir uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19, 109-127.
- Dişkaya, F. (2018). Yeşil lojistik yönetiminde ulusal karayolu yük taşımacılığı araç rotalama optimizasyonu. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (509345).
- Dondo, R. ve Cerdá, J. (2007). A cluster-based optimization approach for the multi-depot heterogeneous fleet vehicle routing problem with time windows. European journal of operational research, 176(3), 1478-1507.
- Dulmin, R. ve Mininno, V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. Journal of purchasing and supply management, 9(4), 177-187.
- Durdudiler, M. (2006). Perakende sektöründe tedarikçi performans değerlemesinde AHP ve bulanık AHP uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (182730).
- Durmaz, E. D., Akgündüz, E. ve Şahin, R. (2017). Tedarikçi seçim probleminde hedef programlama ve MOORA yöntemi: uygulama çalışması. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(3), 1021-1044.

- Düzakın, E. ve Demircioğlu, M. (2009). Araç rotalama problemleri ve çözüm yöntemleri. Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(1), 68-87.
- Eberhart, R. ve Kennedy, J. (1995). A new optimizer using particle swarm theory. Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science, 4-6 Ekim 1995, New York, 39-43.
- Ekmekçi, D. ve Elen, A. (2019). Yapay arı koloni algoritmasının kapasite kısıtlı araç rotalama problemlerindeki sonuçlarının yapay sinir ağı ile tahmin edilmesi. IV. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi, 07-10 Kasım 2019, Ankara, 2-9.
- Emel, G. G. ve Taşkın, Ç. (2005). Araç rotalama problemlerinin iki aşamalı çözümünde genetik algoritma kullanımı. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(1), 1-17.
- Ercan, C. ve Gencer, C. (2013a). Dinamik insansız hava sistemleri rota planlaması literatür araştırması ve insansız hava araçları çalışma alanları. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(2), 104-111.
- Ercan, C. ve Gencer, C. (2013b). İnsansız hava sistemleri rota planlaması dinamik çözüm metotları ve literatür araştırması. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1(2), 51-72.
- Erdoğan, S. ve Miller-Hooks, E. (2012). A green vehicle routing problem. Transportation research part E: logistics and transportation review, 48(1), 100-114.
- Erdoğan, D. ve Tokgöz, N. (2017). Bilgi teknolojileri dış kaynak kullanımında kritik tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi: havacılık sektöründe nitel bir araştırma. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 13(13), 68-83.
- Eren, T. ve Gür, S. (2017). Online alışveriş siteleri için AHP ve TOPSIS yöntemleri ile 3PL firma seçimi. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(2), 819-834.
- Erol Vural; (2006), Araç rotalama problemleri için popülasyon ve komşuluk tabanlı metasezgisel bir algoritmanın tasarımı ve uygulaması, (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (353768).

- Eryavuz, M. ve Gencer, C. (2001). Araç rotalama problemine ait bir uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(1), 139-155.
- Erzurum, Z. İ. (2015). Bölünmüş dağıtıma sahip araç rotalama problemleri için çözüm yaklaşımı ve bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (405974).
- Etokudoh, E. P., Boolaky, M. ve Gungaphul, M. (2017). Third party logistics outsourcing: An exploratory study of the oil and gas industry in Nigeria. SAGE Open, 7(4), 1-19.
- Etöz, M. ve Tulga, İ. (2015). İş sağlığı ve güvenliği hizmetleri için yeni bir model: araç ve hizmet rotalama problemi (AHRP) ve ampirik uygulaması. Akdeniz İİBF Dergisi, 15(32), 53-65.
- Felek, S., Yuluğkural, Y. ve Aladağ, Z. (2007). Mobil iletişim sektöründe pazar paylaşımının tahmininde AHP ve ANP yöntemlerinin kıyaslanması. Endüstri Mühendisliği, 18(1), 6-22.
- Fink, D. ve Shoeib, A. (2003). Action: the most critical phase in outsourcing information technology. Logistics Information Management.
- Francis, P., Smilowitz, K. ve Tzur, M. (2006). The period vehicle routing problem with service choice. Transportation science, 40(4), 439-454.
- Fukasawa, R., Lysgaard, J., de Aragão, M. P., Reis, M., Uchoa, E. ve Werneck, R. F. (2004). Robust branch-and-cut-and-price for the capacitated vehicle routing problem. In International Conference on Integer Programming and Combinatorial Optimization, 7-11 June 2004, New York, 1-15.
- Gadde, L. E. ve Hulthén, K. (2009). Logistics outsourcing and the role of logistics service providers from an industrial network perspective. Industrial Marketing Management, 38, 633-640.
- Gąsowska, M. K. (2015). Logistics outsourcing—results of the research.
- Gençyılmaz, G. ve Zaim, S. (2000). Şirketlerin stratejik üretim planlamasında dış kaynak kullanımının (outsourcing) rolü. İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, 29(1), 119-138.
- Gillett, B. E. ve Miller, L. R. (1974). A heuristic algorithm for the vehicle-dispatch problem. Operations research, 22(2), 340-349.

- Gilley, K. M. ve Rasheed, A. (2000). Making more by doing less: an analysis of outsourcing and its effects on firm performance. *Journal of management*, 26(4), 763-790.
- Goel, A. ve Gruhn, V. (2008). A general vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, 191(3), 650-660.
- Govindan, K., Khodaverdi, R. ve Vafadarnikjoo, A. (2016). A grey DEMATEL approach to develop third-party logistics provider selection criteria, *Industrial Management & Data Systems*, 116(4), 690-722.
- Göbel, İ. S. (2017). Lojistikte dış kaynak kullanımının işletmelerin rekabet gücüne etkileri: İstanbul'da faaliyet gösteren tekstil firmalarına yönelik bir araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (467334).
- Göçken, T., Yaktubay, M. ve Kılıç, F. (2018). Zaman pencereli araç rotalama problemi çözümü için çok amaçlı genetik algoritma yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 6(4), 774-786.
- Göktolga, Z. G. ve Karakış, E. (2018). Bireysel emeklilik şirketlerinin finansal performanslarının bulanık AHP ve VIKOR yöntemi ile analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(1), 92-108.
- Gözüyukarı, M. (2016). Lojistik yönetiminde dış kaynak kullanımının algılanan hizmet kalitesi açısından müşteri memnuniyeti üzerine etkisi ve bir araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (436510).
- Greaver, M. F. ve Greaver II, M. F. (1999). *Strategic outsourcing: a structured approach to outsourcing decisions and initiatives*. New York: Amacom boks.
- Groër, C., Golden, B. ve Wasil, E. (2010). A library of local search heuristics for the vehicle routing problem. *Mathematical Programming Computation*, 2(2), 79-101.
- Grossi, L. G. (2012). A decision model for IT supplier selection. *Universidad politecnica de madrid facultad de informatica*.
- Gunasekaran, A. ve Ngai, E. W.T. (2003). The successful management of a small logistics company. *International Journal of Physical Distribution&Logistics Management*, 33(9), 825-842.
- Güçlütürk, G. ve Öter Z. (2011). Otel işletmelerinde dış kaynak kullanımı: yiyecek-içecek bölümü üzerine bir inceleme.

- Gülen, K. G. (2005). The extension of the outsourcing in logistics services and development strategies of supplier firms. *Istanbul Commerce University Journal of Science (Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi)*, 4(8), 29-48.
- Günay, S. N. (2017). AHP ve VIKOR yöntemlerine dayalı yeşil tedarikçi seçimi ve bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (472757).
- Güvez, H., Dege, M. ve Eren, T. (2012). Kırıkkale’de araç rotalama problemi ile tıbbi atıkların toplanması. *International Journal of Engineering Research and Development*, 4(1), 41-45.
- Halvey, J. K. ve Melby, B. M. (2005). *Information technology outsourcing transactions: process, strategies, and contracts*. John Wiley & Sons.
- Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R. ve Melnyk, S. A. (2002). Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. *European journal of operational research*, 141(1), 70-87.
- Hemmelmayr, V. C., Cordeau, J. F. ve Crainic, T. G. (2011). An adaptive large neighborhood search heuristic for two-echelon vehicle routing problems arising in city logistics. *Computers & operations research*, 39(12), 3215-3228.
- Hergüllü, İ. (2009). Lojistik fonksiyonlarda dış kaynak kullanımı? 3PL lojistik. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (249450).
- Hertz, A. ve Widmer, M. (2003). Guidelines for the use of meta-heuristics in combinatorial optimization. *European Journal of Operational Research*, 151(2), 247-252.
- Hettiarachchi, P. B. ve Ranwala, L. U. (2015). Determinants of customer satisfaction in third party logistics outsourcing relationship in Sri Lanka. *Proceedings of 8th International Research Conference*, Kasım 2015, Sri Lanka, 126-131.
- Ho, W., Ho, G. T., Ji, P. ve Lau, H. C. (2008). A hybrid genetic algorithm for the multi-depot vehicle routing problem. *Engineering applications of artificial intelligence*, 21(4), 548-557.
- Hofer, A. R. (2015). Are we in this together? The dynamics and performance implications of dependence asymmetry and joint dependence in logistics outsourcing relationships. *Transportation Journal*, 54(4), 438-472.

- Hofer, A. R., Knemeyer, A. M. ve Murphy, P. R. (2015). Achieving and exceeding logistics outsourcing expectations in Brazil: A replication study. *Transportation Journal*, 54(3), 339-367.
- Hosie, P., Sundarakani, B., Tan, A. W. K. ve Ko lak, A. (2012). Determinants of fifth party logistics (5PL): service providers for supply chain management. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 13(3), 287-316.
- Hsiao, H. I., Van der Vorst, J. G. A. J. ve Omta, S. W. F. (2006). Logistics outsourcing in food supply chain networks: Theory and practices. *International agri-food chains and networks: management and organization*, 135-150.
- Hsiao, H., Kemp, R., Van der Vorst, J. G. ve Omta, S. (2009). Make-or-buy decisions and levels of logistics outsourcing: an empirical analysis in the food manufacturing industry. *Journal on Chain and network Science*, 9(2), 105-118.
- Hsu, C. I., Hung, S. F. ve Li, H. C. (2007). Vehicle routing problem with time-windows for perishable food delivery. *Journal of food engineering*, 80(2), 465-475.
- Huang, J. ve Li, A. (2009). Empirical analysis on perceived risk of enterprise's logistics supervisor for outsourcing logistic business. *International Business Research*, 2(2), 175-181.
- Huiskonen, J. ve Pirttil , T. (2002). Lateral coordination in a logistics outsourcing relationship. *International Journal of Production Economics*, 78(2), 177-185.
- Ibaraki, T., Imahori, S., Nonobe, K., Sobue, K., Uno, T. ve Yagiura, M. (2008). An iterated local search algorithm for the vehicle routing problem with convex time penalty functions. *Discrete Applied Mathematics*, 156(11), 2050-2069.
- Iori, M., Salazar-González, J. J. ve Vigo, D. (2006). An exact approach for the vehicle routing problem with two-dimensional loading constraints. *Transportation science*, 41(2), 253-264.
- Izquierdo, C. E., Rossi, A. ve Sevaux, M. (2013). Modeling and solving the clustered capacitated vehicle routing problem. In *Proceedings of the 14th EU/ME Workshop*, 110-115.
-  nci, H. ve Acer, A. (2019). Lojistik faaliyetlerde dı  kaynak kullanımı: Karadeniz Bölgesi fındık i leticileri ve ihracat ıları üzerine bir uygulama. *Beykoz Akademi Dergisi*, 7(2), 183-201.

- Jarzemskis, A. (2006). Determination and evaluation of the factors of outsourcing logistics. *Transport*, 21(1), 44-47.
- Jayant, A., Gupta, P., Garg, S. K. ve Khan, M. (2014). TOPSIS-AHP based approach for selection of reverse logistics service provider: a case study of mobile phone industry. *Procedia engineering*, 97, 2147-2156.
- Jennings, D. (1997). Strategic guidelines for outsourcing decisions. *Strategic Change*, 6(2), 85-96.
- Jharkharia, S. ve Shankar, R. (2007). Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. *Omega*, 35(3), 274-289.
- Juga, J., Juntunen, J. ve Juntunen, M. (2012). Impact of service quality, image and relational aspects on satisfaction and loyalty in logistics outsourcing relationships. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 4(1), 17-28.
- Kallehauge, B., Larsen, J. ve Madsen, O. B. (2001). Lagrangean duality applied on vehicle routing with time windows-experimental results.
- Kaplanseren, B., Mercan, B., Özdemir, B., Kadioğlu, H. H. ve Sel, Ç. (2019). Araç rotalamada karbon ayak izi ve endüstriyel bir uygulama. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 11(1), 239-252.
- Karaboğa, Derviş. (2005). An idea based on honey bee swarm for numerical optimization. *Computer Engineering Department*, Ekim 2005, Erciyes University, 1-10.
- Karafakıoğlu, M. (2005). *Pazarlama İlkeleri*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Karagül, K. ve Güngör, İ. (2013). Havalimanından otellere tek tip araçlarla turist dağıtımını problemine çözüm önerisi ve Alanya uygulaması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 189-196.
- Karahan, A. (2009). Dış kaynak kullanımının verimlilik üzerine etkisi hastane yöneticileri üzerine bir araştırma. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(21), 185-199.
- Karaman, M. F. (2014). Lojistikte dış kaynak kullanımı: Ege bölgesi. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (358125).
- Karaoğlu, İ. (2009). Dağıtım ağları tasarımında yer seçimi ve eşzamanlı topla-dağıt araç rotalama problemi. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (268567).

- Karaoğlu, S. (2016). DEMATEL VE VIKOR Yöntemleriyle Dış Kaynak Seçimi: Otel İşletmesi Örneği. Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi, (55), 9-24.
- Kartal, Z. (2014). Bütünleşik ana dağıtım üssü belirleme ve araç rotalama problemlerinin modellenmesi ve çözüm önerileri. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (374751).
- Kas, F. (2016). Dağıtım-toplamalı araç rotalama probleminin iki boyutlu yükleme kısıtı altında modellenmesi ve çözümü. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (470598).
- Katsikeas, C. S., Paparoidamis, N. G. ve Katsikea, E. (2004). Supply source selection criteria: The impact of supplier performance on distributor performance. Industrial marketing management, 33(8), 755-764.
- Kemer, B. (2010). Araç rotalama problemlerine genetik algoritma yaklaşımı: Bir gıda dağıtım firması uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (270920).
- Kenyon, G. N. ve Meixell, M. J. (2011). Success factors and cost management strategies for logistics outsourcing. Journal of Management and Marketing Research, 7, 1.
- Keskintürk, T., Topuk, N. ve Özyeşil, O. (2015). Araç rotalama problemleri ve çözüm yöntemleri. İşletme Bilimi Dergisi, 3(2), 77-107.
- Kilasi, L. B., Juma, D. ve Mathooko, P. M. (2013). The impact of outsourcing of logistics on the competitive advantage strategy of East African Breweries Limited. International Journal of Social Sciences and entrepreneurship, 1(3), 521-529.
- Kim, B. I., Kim, S. ve Sahoo, S. (2005). Waste collection vehicle routing problem with time windows. Computers & Operations Research, 33(12), 3624-3642.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D. ve Vecchi, M. P. (1983). Optimization by simulated annealing. science, 220(4598), 671-680.
- Koban, E. ve Keser, H. Y. (2008). Dış Ticarete Lojistik. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Koban, E. ve Keser, H. Y. (2010). Dış Ticarete Lojistik (3.Baskı). Bursa: Ekin Yayınevi.

- Koç, Ç. ve Karaoğlu, İ. (2012). Çok kullanımlı ve zaman pencereli araç rotalama problemi için bir matematiksel model. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 27(3), 569-576.
- Koç, Ç. ve Karaoğlu, İ. (2014). Zaman bağımlı araç rotalama problemi için bir matematiksel model. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 29(3), 549-558.
- Korkmaz, M. (2004). Küme örtüleme modeli kullanılarak optimum yangın gözetleme noktalarının belirlenmesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 5(1), 37-49.
- Korucuk, S. (2018). Soğuk zincir taşımacılığı yapan işletmelerde 3pl firma seçimi: İstanbul örneği. *İğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16, 341-365.
- Kosif, B. ve Ekmekçi, İ. (2012). Araç rotalama sistemleri ve tasarruf algoritması uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(21), 41-51.
- Križman, A. ve Ogorelc, A. (2010). Impact of disturbing factors on cooperation in logistics outsourcing performance: The empirical model. *Promet-Traffic&Transportation*, 22(3), 209-218.
- Kubat, F. N. (2019). Açık Uçlu Araç rotalama probleminin enerji sektöründe uygulanması. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (598771).
- Kumar, S. N. ve Panneerselvam, R. (2012). A survey on the vehicle routing problem and its variants.
- Kurtuluş, S. (2007). Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı ve lojistik hizmet sağlayıcıların konuya bakışı ile ilgili bir araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (211892).
- Kurul, F. C. (2013). Araç rotalama problemi. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (355693).
- Lambert, D., Grant, D., Stock, J. ve Ellram, L. (2006). *Fundamentals of Logistics Management*, European Edition. Maidenhead, Berkshire: McGraw-Hill.
- Laporte, G., Gendreau, M., Potvin, J. Y. ve Semet, F. (2000). Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem. *International transactions in operational research*, 7(4- 5), 285-300.
- Laporte, G., Louveaux, F. V. ve Van Hamme, L. (2002). An integer L-shaped algorithm for the capacitated vehicle routing problem with stochastic demands. *Operations Research*, 50(3), 415-423.

- Lau, H. C., Sim, M. ve Teo, K. M. (2003). Vehicle routing problem with time windows and a limited number of vehicles. *European journal of operational research*, 148(3), 559-569.
- Le Bouthillier, A. ve Crainic, T. G. (2005). A cooperative parallel meta-heuristic for the vehicle routing problem with time windows. *Computers & Operations Research*, 32(7), 1685-1708.
- Leahy, S. E., Murphy, P. R. ve Poist, R. F. (1995). Determinants of successful logistical relationships: a third-party provider perspective. *Transportation Journal*, 5-13.
- Lin, C., Choy, K. L., Ho, G. T., Chung, S. H. ve Lam, H. Y. (2014). Survey of green vehicle routing problem: past and future trends. *Expert systems with applications*, 41(4), 1118-1138.
- Liu, F. H. F. ve Hai, H. L. (2005). The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. *International journal of production economics*, 97(3), 308-317.
- Liu, C., Huo, B., Liu, S. ve Zhao, X. (2015). Effect of information sharing and process coordination on logistics outsourcing. *Industrial Management & Data Systems*.
- Lixin, D., Ying, L. ve Zhiguang, Z. (2008). Selection of logistics service provider based on analytic network process and VIKOR algorithm. *International Conference on Networking, Sensing and Control*, 6-8 April 2008, Sanya, 1207-1210.
- Logožar, K., Završnik, B. ve Jerman, D. (2006). Relationship between logistics service's perceived value and outsourcing of logistics activities. *Promet-Traffic&Transportation*, 18(4), 261-270.
- Lysgaard, J., Letchford, A. N. ve Eglese, R. W. (2004). A new branch-and-cut algorithm for the capacitated vehicle routing problem. *Mathematical Programming*, 100(2), 423-445.
- Magutu, P. O., Chirchir, M. K. ve Mulama, O. A. (2013). The effect of logistics outsourcing practices on the performance of large manufacturing firms in Nairobi, Kenya.

- Marchet, G., Melacini, M., Perotti, S. ve Sassi, C. (2018). Types of logistics outsourcing and related impact on the 3PL buying process: empirical evidence. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 30(2), 139-161.
- Martinsons, M. G. (1993). Outsourcing information systems: a strategic partnership with risks. *Long Range Planning*, 26(3), 18-25.
- McFarlan, F. W. ve Nolan, R. L. (1995). How to manage an IT outsourcing alliance. *MIT Sloan Management Review*, 36(2), 9.
- Meng, S. M. (2014). Logistics image of outsourcing clients in the wireless telecommunications industry: How is it related to the service value of air cargo logistics providers. *International Journal of Asian Social Science*, 4(8), 940-955.
- Metropolis, N., Rosenbluth, A. W., Rosenbluth, M. N., Teller, A. H. ve Teller, E. (1953). Equation of state calculations by fast computing machines. *The journal of chemical physics*, 21(6), 1087-1092.
- Min, H. (2013). Examining logistics outsourcing practices in the United States: from the perspectives of third-party logistics service users. *Logistics Research*, 6(4), 133-144.
- Mohammed, A. R. ve Chang, C. S. (1998). Outsourcing of logistics functions: a literature survey. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 28(2), 89-107.
- Moore, A. (2017). US military logistics outsourcing and the everywhere of war. *Territory, Politics, Governance*, 5(1), 5-27.
- Nagy, G. ve Salhi, S. (2003). Heuristic algorithms for single and multiple depot vehicle routing problems with pickups and deliveries. *European journal of operational research*, 162(1), 126-141.
- Ofluoğlu, G. ve Doğan, Ş. (2009). İşletmelerde dış kaynaklardan yararlanma yönteminin organizasyon yapısı ile çalışma ilişkilerine etkileri. *Kamu-İş Dergisi*, 11(1), 139-165.
- Ombuki, B., Ross, B. J. ve Hanshar, F. (2006). Multi-objective genetic algorithms for vehicle routing problem with time windows. *Applied Intelligence*, 24(1), 17-30.
- Onay, M. ve Kara, S. (2009). Lojistik dış kaynaklama uygulamalarının örgüt performansı üzerine etkileri. *Ege Academic Review*, 9(2), 593-622.

- Opricovic, S. ve Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European journal of operational research*, 156(2), 445-455.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European journal of operational research*, 178(2), 514-529.
- Önder, E. (2011). İstanbul Halk Ekmek AŞ (İHE)'ye ait çok depolu araç rotalama probleminin meta-sezgisel yöntemler ile optimizasyonu (Optimization of Multi-Depot Vehicle Routing Problem of Istanbul Halk Ekmek AS (IHE) by Using Meta-Heuristic Methods). *Istanbul University, Business Economy Institute Journal of Management*, 70, 74-92.
- Önder, E. ve Dağ, S. (2013). Combining analytical hierarchy process and TOPSIS approaches for supplier selection in a cable company. *Journal of Business Economics and Finance*, 2(2), 56-74.
- Özbakıcı, B. B. (2018). İşletmelerin lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımı: Mersin-Tarsus Organize Sanayi Bölgesi'nde bir Uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (524785).
- Özbek, A. ve Tamer, E. (2013). Analitik Ağ Süreci Yaklaşımıyla Üçüncü Parti Lojistik (3pl) Firma Seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(1), 95-113.
- Özçelik, G. ve Atmaca, H. E. (2014). Satın alma süreci için moora metodu ile tedarikçi seçimi problemi. 3. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 15-17 Mayıs 2014, Trabzon.
- Özçetin, E. (2019). Açık araç rotalama problemi için metasezgisel algoritma tasarımı ve uygulaması. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (584310).
- Özden, Ü. H. (2012). AB'ye üye ülkelerin ve Türkiye'nin ekonomik performanslarına göre VIKOR yöntemi ile sıralanması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(21), 455-468.
- Özgörmüş, E., Mutlu, Ö. ve Güner, H. (2005). Bulanık AHP ile personel seçimi. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 25-27 Kasım İstanbul, 111-115.
- Özgüner, Z. (2020). Dış Kaynak Kullanımı Kapsamında Entegre Entropi-TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi Probleminin Çözümlemesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 1109-1120.

- Özoğlu, B. (2019). Yeşil tedarik zincirlerinde araç rotalama problemi için öbekleme ve metasezgisel optimizasyon tabanlı yaklaşım. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (535069).
- Öztürk, A. (2011). Yöneylem Araştırması. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Paksoy, S. (2015). Ülke göstergelerinin VIKOR yöntemi ile değerlendirilmesi. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11(2), 153-169.
- Pala, O., Aksaraylı, M., Cenger, A., Özlü, Y. ve Aksoy, M. A. (2017). Turizm sektöründe araç rotalama problemi ve karar destek sistemi uygulaması. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4(4), 203-213.
- Peiris, P. ve Zak, S. H. (2000). Solving vehicle routing problem using genetic algorithms. Annual Research Summary–Part I–Research.
- Pekel, E. (2018). Talep belirsizliği altında kapasite kısıtlı yer seçimi ve araç rotalama problemi için hibrit sezgisel bir çözüm önerisi. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (529244).
- Peker, A. A. (2013). İşletmelerin lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımı: Bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (344414).
- Peng, J. (2012). Selection of logistics outsourcing service suppliers based on AHP. Energy Procedia, 17, 595-601.
- Perboli, G., Tadei, R. ve Vigo, D. (2011). The two-echelon capacitated vehicle routing problem: Models and math-based heuristics. Transportation Science, 45(3), 364-380.
- Pichpibul, T. ve Kawtummachai, R. (2012). New enhancement for Clarke-Wright savings algorithm to optimize the capacitated vehicle routing problem. European Journal of Scientific Research, 78(1), 119-134.
- Quélin, B. ve Duhamel, F. (2003). Bringing together strategic outsourcing and corporate strategy: Outsourcing motives and risks. European management journal, 21(5), 647-661.
- Rahchamandi, E. ve Fallahi, K. (2014). An investigation on logistics outsourcing on exports of minerals goods. Uncertain Supply Chain Management, 2(3), 163-166.
- Rahman, S. ve Wu, Y. C. J. (2011). Logistics outsourcing in China: the manufacturer-cum-supplier perspective. Supply Chain Management: An International Journal. 16(6), 462-473.

- Rajesh, R., Ganesh, K. ve Pugazhendhi, S. (2013). Drivers for logistics outsourcing and factor analysis for selection of 3PL provider. *International Journal of Business Excellence*, 6(1), 37-58.
- Rakovska, M. (2016). Characteristics of logistics outsourcing in Bulgaria: The perspectives of the logistics service providers and their customers. *Logistics & Sustainable Transport*, 7(1), 18-27.
- Ralphs, T. K., Kopman, L., Pulleyblank, W. R. ve Trotter, L. E. (2003). On the capacitated vehicle routing problem. *Mathematical programming*, 94(2), 343-359.
- Razzaque, A. ve Sheng, C. (1998). Outsourcing of logistics functions: a literature survey. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 28 (2), 89- 107.
- Reed, M., Yiannakou, A. ve Evering, R. (2014). An ant colony algorithm for the multi-compartment vehicle routing problem. *Applied Soft Computing*, 15, 169-176.
- Reeves Jr, K. A., Caliskan, F. ve Ozcan, O. (2010). Outsourcing distribution and logistics services within the automotive supplier industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(3), 459-468.
- Reimann, M., Doerner, K. ve Hartl, R. F. (2004). D-ants: Savings based ants divide and conquer the vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 31(4), 563-591.
- Renaud, J. ve Boctor, F. F. (2002). A sweep-based algorithm for the fleet size and mix vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, 140(3), 618-628.
- Ribeiro, G. M. ve Laporte, G. (2012). An adaptive large neighborhood search heuristic for the cumulative capacitated vehicle routing problem. *Computers & operations research*, 39(3), 728-735.
- Ropke, S. ve Pisinger, D. (2004). A unified heuristic for vehicle routing problems with backhauls. *European Journal of Operational Research*, 171(3), 750-775.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.
- Saaty, T. L. (2008a). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.

- Saaty, T. L. (2008b). The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: Applications to decisions under risk. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1(1), 122-196.
- Saaty, T. L. ve Vargas, L. G. (2001). *Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process*. Springer Science & Business Media, 3.
- Sadiq Sohail, M. (2008). Creating competitive advantage through outsourcing logistics: evidence from a Middle Eastern Nation. *International Journal of Internet and Enterprise Management*, 5(3), 252-263.
- Salanta, I. I. ve Popa, M. (2015). A logistics outsourcing best practices guide to improved governance. *Review of Economic Studies and Research Virgil Madgearu*, 8(1), 109-124.
- Sanayei, A., Mousavi, S. F. ve Yazdankhah, A. (2010). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 24-30.
- Saraç, Ö. (2018). Tedarikçi seçim problemlerinde analitik hiyerarşi prosesinin kullanılması; elektronik ürün tedarikçi seçimi üzerine bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (525302).
- Sayın, T. (2015). Perakende Lojistiği ve Trakya Bölgesi'nde Bir Çalışma. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (385708).
- Secomandi, N. (2000). Comparing neuro-dynamic programming algorithms for the vehicle routing problem with stochastic demands. *Computers & Operations Research*, 27(11-12), 1201-1225.
- Secomandi, N. ve Margot, F. (2007). Reoptimization approaches for the vehicle-routing problem with stochastic demands. *Operations research*, 57(1), 214-230.
- Shyur, H. J. ve Shih, H. S. (2006). A hybrid MCDM model for strategic vendor selection. *Mathematical and computer modelling*, 44(7-8), 749-761.
- Singh, S. (2015). The impact of service satisfaction, relational satisfaction and commitment on customer loyalty in logistics outsourcing relationship. Publishing India Group, *Journal of Supply Chain Management Systems*, 4(1), 58-71.

- Sohal, A. S., Millen, R. ve Moss, S. (2002). A comparison of the use of third- party logistics services by Australian firms between 1995 and 1999. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(1), 59-68.
- Sohail, M. S. (2008). Creating competitive advantage through outsourcing logistics: evidence from a Middle Eastern nation. *Int. J. Internet and Enterprise Management*, 5(3), 252-263.
- Sohail, M. S. ve Al- Abdali, O. S. (2005). The usage of third party logistics in Saudi Arabia. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(9), 637-653.
- Sohail, M. S. ve Sohal, A. S. (2003). The use of third party logistics services: a Malaysian perspective. *Technovation*, 23(5), 401-408.
- Sohail, M. S., Anwar, S. A., Chowdhury, J. ve Farhat, N. R. (2005). Logistics outsourcing in the United Arab Emirates: evidence and managerial implications. *Journal of Marketing Channels*, 13(1), 21-36.
- Solomon, M. M. (1987). Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints. *Operations research*, 35(2), 254-265.
- Stefansson, G. (2006). Collaborative Logistics Managment And The Role Of Third-Party Service Providers. *International Journal Of Physical Distribution & Logistics Management*, 36(2), 76-92.
- Subramanian, A., Drummond, L. M. D. A., Bentes, C., Ochi, L. S. ve Farias, R. (2009). A parallel heuristic for the vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery. *Computers & Operations Research*, 37(11), 1899-1911.
- Sungur, I., Ordóñez, F. ve Dessouky, M. (2008). A robust optimization approach for the capacitated vehicle routing problem with demand uncertainty. *Iie Transactions*, 40(5), 509-523.
- Switala, M., Niestroj, K. ve Hanus, P. (2018). Examining how logistics service providers'adaptability impacts logistics outsourcing performance, customers'satisfaction and loyalty. *Logforum*, 14(4), 449-465.
- Şahin, A. G. ve Berberoğlu, N. (2011). Lojistik outsourcing karar süreci ve 3pl firma seçim kriterleri. *AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi*, 2(5), 33-50.

- Şahin, Y. ve Eroğlu, A. (2014). Kapasite kısıtlı araç rotalama problemi için metasezgisel yöntemler: bilimsel yazın taraması. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(4), 337-355.
- Şeker, Ş. (2007). Araç rotalama problemleri ve zaman pencereci stokastik araç rotalama problemine genetik algoritma yaklaşımı. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (201317).
- Şen, T. (2014). Kümeleme ve genetik algoritma destekli yaklaşımlarla kapasite kısıtlı araç rotalama probleminin çözümü: Perakende zincirinde uygulanması. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (361056).
- Şen, T., Yazgan, H. ve Ercan, S. (2015). Kapasite kısıtlı araç rotalama probleminin çözümü için yeni bir algoritma geliştirilmesi: bir süpermarket zincirinde uygulanması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(1), 83-88.
- Şenkayas, H., Öztürk, M. ve Sezen, G. (2010). Lojistik tedarikçilerin seçiminde analitik hiyerarşi süreci (AHP) yöntemi: mondial şirketinde bir uygulama. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (5), 161-175.
- Tan, K. C., Chew, Y. H. ve Lee, L. H. (2006). A hybrid multiobjective evolutionary algorithm for solving vehicle routing problem with time windows. Computational Optimization and Applications, 34(1), 115-151.
- Tan, K. C., Lee, L. H., Zhu, Q. L. ve Ou, K. (2001). Heuristic methods for vehicle routing problem with time windows. Artificial intelligence in Engineering, 15(3), 281-295.
- Taniguchi, E. ve Shimamoto, H. (2004). Intelligent transportation system based dynamic vehicle routing and scheduling with variable travel times. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 12(3-4), 235-250.
- Tansel, B., Daşyürek, F., Eren, S., Kaya, Ö., Sezgin, G. ve Şahinoğlu, E. (2009). Arçelik yurt içi tedarik zinciri için araç sevkiyat ve rotalama sistemi. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 20(3), 22-38.
- Taş, C., Bedir, N. ve Eren, T. (2018). Evde sağlık hizmetlerinde araç rotalama ile güzergahların belirlenmesi: devlet hastanesinde bir uygulama. Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi, 4(3), 264-283.

- Tavana, M., Zareinejad, M., Di Caprio, D. ve Kaviani, M. A. (2016). An integrated intuitionistic fuzzy AHP and SWOT method for outsourcing reverse logistics. *Applied Soft Computing*, 40, 544-557.
- Tekin, M., Dündar, A. O. ve Şahman, M. A. (2011). Şehir içi dağıtım şirketlerinde gezgin satıcı problemi uygulaması. *İTÜY, İstanbul*, 825-834.
- Tetik, N. ve Ören, V. E. (2007). Dış kaynak kullanımı (outsourcing): Antalya yöresindeki 5 yıldızlı otellerde bir araştırma. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (34), 74-86.
- Timor, M. (2011). Analitik Hiyerarşi Prosesi. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Tokay, S. H. ve Kaya, E. (2012). Lojistik Maliyetleri ve Raporlama-I, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Toth, P. ve Vigo, D. (2002). Models, relaxations and exact approaches for the capacitated vehicle routing problem. *Discrete Applied Mathematics*, 123(1-3), 487-512.
- Turgut, E. Ç. (2015). Tedarik zinciri yönetiminde AHP ve BULANIK AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performanslarının ölçülmesi, yeni yöntem önerileri ve uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (410417).
- Tüfekçier, H. (2008). İki amaçlı açık araç rotalama problemi için bir çözüm yaklaşımı. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (237430).
- Uçar, U. Ü. ve İşleyen, S. K. (2019). Hareketli hedefli-heterojen filolu İHA rotalama problemi için yeni bir çözüm yaklaşımı. *Politeknik Dergisi*, 22(4), 999-1016.
- Ulutaş, A., Bayrakçıl, A. O. ve Kutlu, B. (2017). Araç rotalama probleminin tasarruf algoritması ile çözümü: Sivas'ta bir ekmek fırını için uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(1), 185-197.
- Ursani, Z., Essam, D., Cornforth, D. ve Stocker, R. (2011). Localized genetic algorithm for vehicle routing problem with time windows. *Applied Soft Computing*, 11(8), 5375-5390.
- Uzun, Y. ve Tezel, G. (2015), Engelli servis aracı rotalama probleminde değişken komşuluk arama yönteminin kullanımı.
- Ünal, G. (2008). Lojistik hizmet sağlayıcısı seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanması. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (232779).

- Ünlü, N., Uçar, E., Akkuş, G. B. ve Şen, B. (2017). Kargo işlemede zaman pencereci çok araçlı dinamik rotalama. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 3(2), 105-113.
- Wallenburg, C. M., Cahill, D. L., Goldsby, T. J. ve Knemeyer, A. M. (2010). Logistics outsourcing performance and loyalty behavior: Comparisons between Germany and the United States. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(7), 579-602.
- Wang, C. ve Regan, A. C. (2003). Reducing risks in logistics outsourcing. GSM, University of California, Berkley, CA.
- Weber, C. A., Current, J. R. ve Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European journal of operational research*, 50(1), 2-18.
- Wei, J. ve Lin, X. (2008). The Multiple Attribute Decision-Making VIKOR Method and Its Application. WiCOM'08. 4th International Conference, 12-14 October 2008, Dalian, 1-4.
- Wilding, R. ve Juriado, R. (2004). Customer perceptions on logistics outsourcing in the European consumer goods industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(8), 628-644.
- WWW.LOGISTICSGLOSSARY.COM. (2020). 19 Eylül 2020 tarihinde <https://www.logisticsglossary.com/term/2pl/> adresinden erişildi.
- Xiao, Y., Zhao, Q., Kaku, I. ve Xu, Y. (2012). Development of a fuel consumption optimization model for the capacitated vehicle routing problem. *Computers & operations research*, 39(7), 1419-1431.
- Xu, Y. ve Wang, H. (2010). Logistics outsourcing risks evaluation based on rough sets theory. *Contemporary Logistics*, (11), 3-8.
- Yacan, İ. (2016). Eğitim kalitesinin belirlenmesinde etkili olan faktörlerin Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (428265).
- Yalçın, G. D. ve Erginel, N. (2015). Fuzzy multi-objective programming algorithm for vehicle routing problems with backhauls. *Expert Systems with Applications*, 42(13), 5632-5644.
- Yang, W. H., Mathur, K. ve Ballou, R. H. (2000). Stochastic vehicle routing problem with restocking. *Transportation science*, 34(1), 99-112.

- Yazgan, H. R. ve Büyükyılmaz, R. G. (2018). Eş zamanlı topla dağıt araç rotalama problemine sezgisel bir çözüm yaklaşımı. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2), 436-449.
- Yıldırım, B. ve Çebi, S. (2019). Kapasite kısıtlı araç rotalama problemi için sezgisel yöntemler: e-ticaret tedarikçilerine yönelik bir uygulama. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 185-206.
- Yıldız, M. S., Bilgin, Y. ve Yazgan, H. İ. (2013). İşletmeleri lojistik faaliyetlerde yatırıma yönelten faktörlerin incelenmesi: Çınar Boru Profil Sanayi ve Ticaret AŞ Örneği. Business and Economics Research Journal, 4(4), 131-145.
- Yıldıztekin, A. (2008). Gıda Lojistiği. 27 Eylül 2020 tarihinde <https://www.lojistikkulubu.ist/gida-lojistigi/> adresinden erişildi.
- Yılmaz, Ş. (2008). Çok depolu araç rotalama probleminin karınca kolonisi optimizasyonu ile modellenmesi ve bir çözüm önerisi. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (179738).
- Yuan, Y., Chu, Z., Lai, F. ve Wu, H. (2020). The impact of transaction attributes on logistics outsourcing success: A moderated mediation model. International Journal of Production Economics, 219, 54-65.
- Yurtdaş, H. (2018). Çapraz sevkiyatta araç rotalama problemi için bir sezgisel çözüm yaklaşımı. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (515939).
- Yurtkuran, A. (2009). Araç rotalama problemlerinin çözümü için yeni bir meta-sezgisel yaklaşım: Elektromanyetik algoritma. (Yüksek Lisans Tezi). Yök Tez Merkezi. (246472).
- Yücel, A. (2016). Mesafe kısıtlı çok yönlü kümelenmiş açık araç rotalama probleminin genetik algoritma ile çözümü ve bir uygulama. (Doktora Tezi). Yök Tez Merkezi. (465573).
- Yücenur, G. N. ve Demirel, N. Ç. (2011). A hybrid algorithm with genetic algorithm and ant colony optimization for solving multi-depot vehicle routing problems. Journal of Engineering and Natural Sciences, 29, 340-350.
- Yüksel, S. ve Gerede, E. (2012). Türkiye’de hava aracı bakım faaliyetlerinde dış kaynak kullanımı üzerine bir araştırma. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 7(1), 121-153.

- Zailani, S., Shaharudin, M. R., Razmi, K. ve Iranmanesh, M. (2017). Influential factors and performance of logistics outsourcing practices: an evidence of malaysian companies. *Review of Managerial Science*, 11(1), 53-93.
- Zhang, H. (2006). *Methodology for 3PL Vendor Selection In 4PL*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Zhu, Z., Hsu, K. ve Lillie, J. (2001). Outsourcing—a strategic move: the process and the ingredients for success. *Management decision.*, 39(5): 373-378.
- Zhu, W., Ng, S. C., Wang, Z. ve Zhao, X. (2017). The role of outsourcing management process in improving the effectiveness of logistics outsourcing. *International Journal of Production Economics*, 188, 29-40.
- Zirour, M. (2008). Vehicle routing problem: models and solutions. *Journal of Quality Measurement and Analysis JQMA*, 4(1), 205-218.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Yasin DEMİRKAN

Doğum Yeri ve Tarihi :

### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Gümüşhane Üniversitesi / İşletme

Yüksek Lisans Öğrenimi : Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetler : Üniversite Öğrencilerinin Şehir Ekonomisine Etkileri ve

Müşteri Beklentileri: Gümüşhane Örneği

### İş Deneyimi

Stajlar : Türkiye Elektrik İletim A.Ş.

Çalıştığı Kurumlar : Yusufoglu Depo. Ant. Nak. Ltd. Şti.

Muhasebe Sorumlusu (2016-2019)

**Tarih** : 12.03.2021