

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK HİZMET SAĞLAYICI SEÇİMİ PROBLEMİ
İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YAKLAŞIMLARI DESTEKLİ BİR
HEDEF PROGRAMLAMA MODELİ

Merve AHISKALI

KASIM 2018

ONAY SAYFASI

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Merve AHISKALI tarafından hazırlanan ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK HİZMET SAĞLAYICI SEÇİMİ PROBLEMİ İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YAKLAŞIMLARI DESTEKLİ BİR HEDEF PROGRAMLAMA MODELİ adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Evrencan ÖZCAN
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç Dr. Tamer EREN
Üye (Danışman) : Dr. Öğr. Üyesi Evrencan ÖZCAN
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Bahar ÖZYÖRÜK

16/10/2018

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Recep ÇALIN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Canım Eşim ve
Biricik Kızıma

ÖZET

ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK HİZMET SAĞLAYICI SEÇİMİ PROBLEMİ İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YAKLAŞIMLARI DESTEKLİ BİR HEDEF PROGRAMLAMA MODELİ

AHISKALI, Merve

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Evrencan ÖZCAN

KASIM 2018, 94 Sayfa

Dış kaynak kullanımı bir işletmenin uzman olduğu alana odaklanmasını sağlayarak bu konu dışında kalan alanlarda uzmanlaşmış işletmelere başvurularak onlardan mal ve hizmet alımının yapılmasıdır. Dış kaynak kullanımı, işletmelerin kendi odaklandıkları faaliyetleri arasında yer alan işlere daha çok yoğunlaşmasını sağlayarak rekabet ortamında işletmeleri öne geçiren bir yaklaşımdır. Üçüncü parti lojistik (3PL) ise, bir firmada yürütülen lojistik faaliyetlerinin dış kaynaklar tarafından gerçekleştirilmesidir. 3PL, müşterilerin ihtiyaçlarını gidermek için ürün, hizmet ve bilgi akışının, en baştan başlayarak en sona kadar olan tedarik zinciri yönetimi içerisindeki bütün faaliyetlerinin etkili ve verimli olacak bir şekilde planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol edilmesi ile ilgili hizmetlerin tamamını kapsamaktadır ve dış kaynak kullanımında en çok kullanılan alanlardan birisidir. 3PL literatürde çok sık çalışılan bir konudur ve bu konunun avantajlarının etkin bir şekilde belirlenmesi ve dış kaynak kullanımında en uygun 3PL'nin seçilmesi çok büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda bu çalışmada, müşterilerinden aldığı siparişlere göre dış kaynak kullanımı ile seçili üretim tesisinde ürettirdiği ürünleri ihraç eden bir dış ticaret firmasının gerçekleştirdiği satışlara istinaden, bu siparişleri hangi 3PL hizmet sağlayıcısı ile müşterilerine ulaştırması gerektiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda, firmanın çalıştığı 5 adet hizmet sağlayıcısının performanslarının objektif ve efektif bir şekilde değerlendirilmesi ve siparişlerin

niteliğine göre (miktar, taşıma şekli, ulaşım kanalı, vb.) en uygun dağıtım firmasının belirlenmesi için 7 adet kriter belirlenmiş, AHP-TOPSIS kombinasyonu ile hizmet sağlayıcıların öncelik değerleri hesaplanmıştır. Ardından hesaplanan bu öncelik değerleri ve firmanın gerçek hayatta karşılaştığı sistem kısıtları ile amaçları bir matematiksel modele yansıtılarak, literatürde ilk kez ulaştırma sektöründe çok modlu uluslararası taşımacılık konusunda uygulama sonuçlarını gösteren bir matematisel model önerilmiştir. Model, firmanın son 1 yıllık verileri kullanılarak IBM ILOG CPLEX optimizasyon yazılımının 12.6.2 versiyonunda, mevcut 10 siparişi için çözülerek sipariş bazında her bir taşıma şekli gerekliliği temel alınarak en uygun hizmet sağlayıcı kombinasyonu elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar 3 farklı senaryo sonucu ile karşılaştırılarak, modelin tutarlılığı ortaya koyulmuştur. Etkinlikleri literatürde ispatlanmış olan bu yöntemlerle problemin çözümü neticesinde, firmanın müşterilerine hatasız ve zamanında ürün teslimi ile ilgili verilen taahhütlerinin gerçekleşmesinden oluşan, zamanında teslimat oranında %7, teklif – fatura tutarlılık oranında %33, problem yaşanan teslimat oranında %29 iyileştirme sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Üçüncü Parti Lojistik Hizmet sağlayıcı, Çok Amaçlı Optimizasyon, Hedef Programlama, AHP, TOPSIS

ABSTRACT

A GOAL PROGRAMMING MODEL SUPPORTED WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING APPROACHS FOR THIRD PARTY LOGISTICS SERVICE PROVIDER SELECTION PROBLEM

AHISKALI, Merve

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, Master Science Thesis

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Evrencan ÖZCAN

NOVEMBER 2018, 94 Pages

The outsourcing is to focus on the specialized field of an enterprise which applies to get service from other enterprises specialized in other fields. The outsourcing is an approach that helps the enterprises in a competitive environment by concentrating on the specialized fields. Third party logistics (3PL) is the outsourcing of logistics activities from a different company. 3PL is one of the most used areas in outsourcing and it covers all the services related to planning, implementing, transporting, storing and controlling all the activities in the supply chain management of the products, services and information flow starting from the beginning to the end to be effective and efficient and in order to meet the needs of customers. 3PL is a subject that is frequently studied in the literature and it is very important to determine the advantages of this issue and to select the most appropriate 3PL for outsourcing. In this context, in this study, according to the orders received from the customers, an outsourced foreign trade company which exports the products produced at the selected production facility, has determined which 3PL service provider should deliver these orders to their customers. Accordingly, 7 criteria have been determined for the selection of the most appropriate distribution company, to evaluate the performance of the 5 service providers, objectively and effectively, the quality of the orders (quantity, type of transportation, transportation channel, etc.) and to calculate the priority values of service providers by using the combination of AHP-TOPSIS.

Afterwards, these calculated priority values, the system constraints and the goals of the company which are encountered in real life are reflected to a mathematical model which is presented at the first time in the literature showing the application results of multimodal international transportation in the transportation sector. The model is solved for 5 existent order in the 12.6.2 version of the IBM ILOG CPLEX optimization software using the last year data to obtain the optimal combination of the service providers based on the requirement of selecting each transportation type on an order. These results were compared with the results of 10 different scenarios and the consistency of the model was demonstrated. As a result of the solution of the problem with these methods that have been proven in the literature, there is occurred a 7% increase in the ratio of the delivery on time, a 33% increase in the consistency ratio between invoice and offer and a 29% improvement in the ratio of the problem actualized on the delivery due to the fulfilment of the commitments given to the customers concerning the delivery on time and without problem.

Key Words: Third Party Logistics Service Provider, Multi Objective Optimization, Goal Programming, AHP, TOPSIS

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması esnasında hiçbir yardımını esirgemeyen, engin tecrübelerinden yararlandığım tez yöneticisi hocam, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Evrencan ÖZCAN'a, tez çalışmalarım esnasında, bilimsel konularda daima yardımını gördüğüm hocam, Sayın Doç. Dr. Tamer EREN'e, her koşulda yanımda olan sevgili aileme, bana birçok konuda olduğu gibi, tezimi hazırlamam esnasında da yardımlarını esirgemeyen, büyük fedakârlıklarla destek olan sevgili eşime, son olarak değerli fikirleriyle katkı sağlayan Sayın İlhan Bora SERİN ve diğer iş arkadaşlarıma teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. DIŞ KAYNAK KULLANIMI VE ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK	4
2.1. Dış Kaynak Kullanımı Kavramı	4
2.1.1. Dış Kaynak Kullanımının Nedenleri	5
2.1.2. Dış Kaynak Kullanımındaki Riskler	6
2.1.3. Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı	6
2.1.4. Lojistikte Dış Kaynak Kullanımının Önemi	7
2.2. Üçüncü Parti Lojistik (3PL)	10
2.2.1. 3PL Hizmetlerinin Gelişimi	10
2.2.2. 3PL'nin Yeri	13
2.2.3. 3PL Hizmet Sağlayıcı Firmaların Sundukları Hizmetler	14
2.2.4. 3PL Hizmet Sağlayıcı Firmaların Seçimi	14
3. LİTERATÜR TARAMASI	16
4. KULLANILAN YÖNTEMLER	33
4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)	33
4.2. TOPSIS	38
4.3. Hedef Programlama	41

4.3.1.	Hedef Programlamanın Kavramları	41
4.3.2.	Hedef Programlamada Formülasyon.....	42
4.3.3.	Hedef Programlamada Ağırlıklandırma Yöntemi	43
5.	UYGULAMA	45
5.1.	Firma Tanıtımı	45
5.1.1.	Firmanın Gönderilerinde Kullanılan Teslim Şekilleri	46
5.1.2.	Firmanın Gönderilerinde Kullanılan Taşıma Şekilleri.....	47
5.2.	Problemin Tanımı	47
5.3.	3PL Servis Sağlayıcılarının Önceliklendirilmesi	53
5.4.	Önerilen Matematiksel Model	60
5.4.1.	Oranlama Yöntemi İle Hedef Ağırlıklarının Hesaplanması.....	61
5.4.2.	Problemin Çözümü İçin Veri Setinin Belirlenmesi	62
5.4.3.	Matematiksel Model	65
5.4.4.	Matematiksel Modelin Çözümü	67
6.	SONUÇ	72
	KAYNAKLAR	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1. Literatür özet tablosu.....	24
4. 1. AHP yönteminde alternatifler için ikili karşılaştırma cetveli	35
5. 1. 3PL hizmet sağlayıcılarının performans oranları.....	50
5. 2. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi.....	55
5. 3. Kriterlerin normalizasyon ve özvektör değerleri	56
5. 4. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi.....	56
5. 5. Karar Matrisi	57
5. 6. Standart karar matrisi	58
5. 7. Ağırlıklı standart karar matrisi	58
5. 8. İdeal ve negatif ideal çözümler	59
5. 9. Ayrım kriterlerinin hesaplanması.....	59
5. 10. İdeal çözüme göre yakınlığın hesaplanması	60
5. 11. Karar vericilerin amaçlar için verdikleri önem skalaları.....	61
5. 12. Amaçların oranlama yöntemi ile belirlenen ağırlıkları	62
5. 13. Her bir işin ağırlığını ve satış değerini gösteren sipariş detayları.....	63
5. 14. 3PL hizmet sağlayıcıların verdikleri değişken maliyetler.....	64
5. 15. Modelin çözüm sonuçları.....	68
5. 16. Amaç fonksiyonunda kullanılan sapma değişkenleri.....	68
5. 17. Senaryo çözümleri.....	69
5. 18. Çözüm sonucu iyileştirme oranları	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2. 2. Dış kaynak kullanımının potansiyel riskleri	6
2. 3. Dış kaynak kullanımı ve 3PL şirketler	7
2. 4. Lojistikte iç ve dış kaynak kullanımı	9
2. 5. Lojistik dış kaynak kullanımındaki gelişim	12
2. 6. Üçüncü parti lojistiğin yeri.....	14
4. 1. AHP problemlerinde hiyerarşik yapı	34
5.1. İşletmenin hiyerarşik yapısı	54

SİMGELER DİZİNİ

k_i	i . siparişin ağırlığı
q_i	i . siparişin satış değeri
c_{ijk}	i . siparişe j . firmanın k . taşıma şekli için verdiği fiyat
z_j	j . firmanın zamanında teslimat oranı
t_j	j . firmanın teklif – fatura tutarlılık oranı
p_j	j . firmanın problem yaşanan teslimat oranı
a_j	j . firmanın TOPSIS yöntemi ile bulunan ağırlıkları
W_i	i . hedefin ağırlık değeri
d_i^-	i . hedefin negatif sapma değişkeni
d_i^+	i . hedefin pozitif sapma değişkeni
x_{ijk}	i . siparişin j . firma ve k . taşıma şekli ile taşınıp taşınmama durumu
€	Euro

KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process)
ANP	Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)
3PL	Üçüncü Parti Lojistik (Third Party Logistic)
GP	Hedef Programlama (Goal Programming)
MCDM	Çok Kriterli Karar Verme (Multi Criteria Decision Making)
3PRL	Üçüncü Parti Tersine Lojistik (Third Party Reverse Logistic)
DDP	Gümrük Resmi Ödenmiş Teslim Şekli (Delivered Duty Paid)
DAP	Belirlenen Yerde Teslim Şekli (Delivered at Place)
FCA	Esnek Teslim Şekli (Free Carrier)
CIP	Sigorta Dahil Taşıma Şekli (Carriage and Insured Paid to)

CIF	Navlun ve Sigorta Ödenmiş Taşıma Şekli (Cost, Insurance and Freight)
LPI	Lojistik Performans Endeksi (Logistic Performance Index)
GTİP	Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu



1. GİRİŞ

3PL, bir işletmenin lojistik faaliyetlerinin tamamının ya da bir bölümünün dış kaynaklar kullanılarak yerine getirilmesidir. İşletmeler yetkin oldukları ana konuya odaklanmak amacı ile bazı işlemleri alanında uzman firmalara yaptırarak, hem maliyeti minimize etmeyi hem de müşteri memnuniyetini maksimum düzeyde sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sebeple operasyonel süreci optimum şekilde yönetmek amacıyla 3PL hizmet sağlayıcıları ile çalışmaktadırlar.

Lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımı 3PL hizmet sağlayıcılarının etkin bir şekilde seçilmesini gerektiren yaygın bir kullanım haline gelmiştir. Günümüzde birçok işletme temel yetkinliklerine odaklanmakta ve lojistik işlevlerini 3PL hizmet sağlayıcılarına yönlendirmektedir. Küreselleşme, kurumsal yapılanma, ek alan ihtiyacı, lojistik yönetimindeki değişiklikler ve işgücü sorunları gibi pek çok faktör lojistik dış kaynak kullanımına olan ilgiyi artırmaktadır.

İşletmelerin lojistik faaliyetlerinde iyileştirmeye gidebilmesi, uzmanlaştıkları alana odaklanıp, bu süreci alanında uzman kişilere yönlendirerek onların yönetmesinin sağlanması ile mümkün olacaktır. Böyle bir küresel rekabet ortamında müşterilerin taleplerine anında cevap verebilmek ve verilen termin süresine uyabilmek büyük önem arz etmektedir. Bunun için bütün proseslerin optimum zamanda tamamlanması gerekmektedir. Bu sebeple lojistik faaliyetlerinin bu süreci daha iyi yönetecek lojistik firmalarına yaptırılması hem maliyeti azaltmakta hem de sağlanan faydayı artırmaktadır.

3PL seçimi bir, çok kriterli karar verme sürecidir. 3PL hizmet sağlayıcısı seçimi kritik bir karardır. Çünkü lojistik faaliyetler bir işletmenin en alt ve en üstte yer alan bütün operasyonlarını etkilemektedir. İşletmeler için lojistik en önemli maliyet unsurlarından birisidir ve 3PL seçim kararı sırasında pek çok önemli karar kriteri unutulmaktadır. Dolayısıyla bu kararı verirken kullanılacak yöntem ve algoritmaları doğru seçmek gerekmektedir.

3PL hizmet sağlayıcı seçimi, kalite, maliyet ve teslimat zamanı gibi birbiri ile çelişen birden fazla amacı aynı zamanda eniyilemeye çalışan karmaşık çok ölçütlü bir karar verme problemidir. İşletme bazında eniyilemesi gereken unsurlar değişiklik gösterebilir. Fakat bu problem için birçok işletmede amaç birden fazla olmaktadır. Çok amaçlı bir problem olması da karar vericilerin işini zorlaştırmaktadır.

Karar vermede etkin olabilmek için 3PL hizmet sağlayıcılarının performanslarının objektif bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Performansın değerlendirilmesinde hangi kriterlerin kullanılacağı önemlidir. İşletme için sürece olumlu ya da olumsuz yönde etki edebilecek bütün kriterler dikkate alınmalıdır. Böylece çok ölçütlü karar verme tekniklerinden de faydalanılarak işletmeye maksimum faydayı sağlayacak 3PL'nin seçimi sağlanabilir.

Her işletmenin lojistik faaliyetleri kapsamında kendine özgü belirlediği amaçlar ve kısıtlar olabilir. Bu durumda çok ölçütlü karar verme kriterlerinin kullanılmasının yanı sıra işletmeye özgü kısıtların ve amaçların da kullanıldığı karar verme yöntemleri belirlenmelidir.

Bu doğrultuda çalışmada ilk olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS kombinasyonu ile 3PL hizmet sağlayıcılarının öncelik değerleri hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise bu öncelik değerlerinin de maksimizasyonu amaçlanarak, işletmeye özgü olan sistem kısıtları ve amaçları doğrultusunda birçok amaçlı hedef programlama modeli önerilmiştir.

Bu çalışma 6 bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünün ardından ikinci bölümde dış kaynak kullanımı ve üçüncü parti lojistik firmalarının seçimi ile ilgili bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde literatürde yer alan 3PL hizmet sağlayıcılarının seçimi için hedef programlama ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar anlatılmıştır. Dördüncü bölümde kullanılan yöntemler anlatılarak AHP, TOPSIS ve hedef programlama yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Beşinci bölüm ise uygulama kısmından oluşmaktadır. Burada ihracat yapan bir dış ticaret firmasının 3PL hizmet sağlayıcı seçimi problemi ele alınmıştır. Problem ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Problemden AHP ve TOPSIS kombinasyonu ile hizmet sağlayıcıların

öncelik değerleri hesaplanarak, bu ve işletmeye özgü kısıtlar ve amaçlar doğrultusunda birçok amaçlı hedef programlama modeli önerilmiştir. Bu model IBM ILOG CPLEX optimizasyon yazılımının 12.6.2 versiyonunda çözümlenerek firmanın mevcut 5 siparişi için hangi 3PL hizmet sağlayıcıları seçmesi gerektiği bulunmuştur.

Son bölümde ise kullanılan yöntemler sonucu ortaya çıkan sonuçlar gösterilerek, sağlanan iyileştirmelere değinilmiştir. Çalışma yürütülürken kullanılan kaynakların listesi de en sonda yer almaktadır.



2. DIŞ KAYNAK KULLANIMI VE ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK

2.1. Dış Kaynak Kullanımı Kavramı

Dış kaynak kullanımı bir işletmenin uzman olduğu alana odaklanmasını sağlar. Bu konu dışında kalan alanlarda ise, ilgili alanda uzmanlaşmış işletmelere başvurularak onlardan hizmet alımı yapılır. Böylece sıkı bir rekabet ortamında, sadece uzmanlaştıkları alana yőnelerek baőarılarını artırmaktadırlar.

Müşteri odaklılık kavramının günümüzde daha çok ön plana çıkması ile birlikte işletmeler, kurumlarında bu kőltürü odak noktası haline getirmektedir. Bilinçlenen müşterilerin algıladıkları hizmet kalitesindeki beklentilerinin yüksek olması ile işletmeler bu beklentileri karőtılamak için çeőtli stratejiler geliőtirmektedir. Ürünlerin zamanında ve doğru miktarda ulaőtırılmasını hedefleyen işletmeler malzeme ve ürün akıőını hızlandıracak dış kaynaklara yőnelmektedirler. Dış kaynak kullanımı işletmelerin kendi yapmış olduğu bazı faaliyetleri zamandan ve maliyetten tasarruf sağlamak amacıyla başka firmalara yaptırması olarak tanımlanmaktadır (Kırca, 2005).

Firmaların dış kaynak kullanımından sağlayacağı faydalar aşağıdaki gibidir;

- Stok seviyelerini en aza indirerek stok maliyetleri azaltılır.
- Taőtıma ve depolama gibi yatırımlardan uzaklaőtılarak, işletmelerin kendi uzmanlaştıkları konulara yőnelmeleri sağlanır.
- İş gücünden tasarruf sağlanır.
- Lojistikle ilgili konularda teknolojiden yüksek oranda faydalanılabilir.
- Maliyetlerde büyük oranda dőtüő sağlanabilir.
- Müşteri memnuniyetini artırmada büyük etkileri olabilir.

2.1.1. Dış Kaynak Kullanımının Nedenleri

İşletmeler temelde 3 sebepten dolayı dış kaynak kullanımına giderler. Bunlar aşağıda Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2. 1. Dış kaynak kullanımının sebepleri (Mendi, 2012)

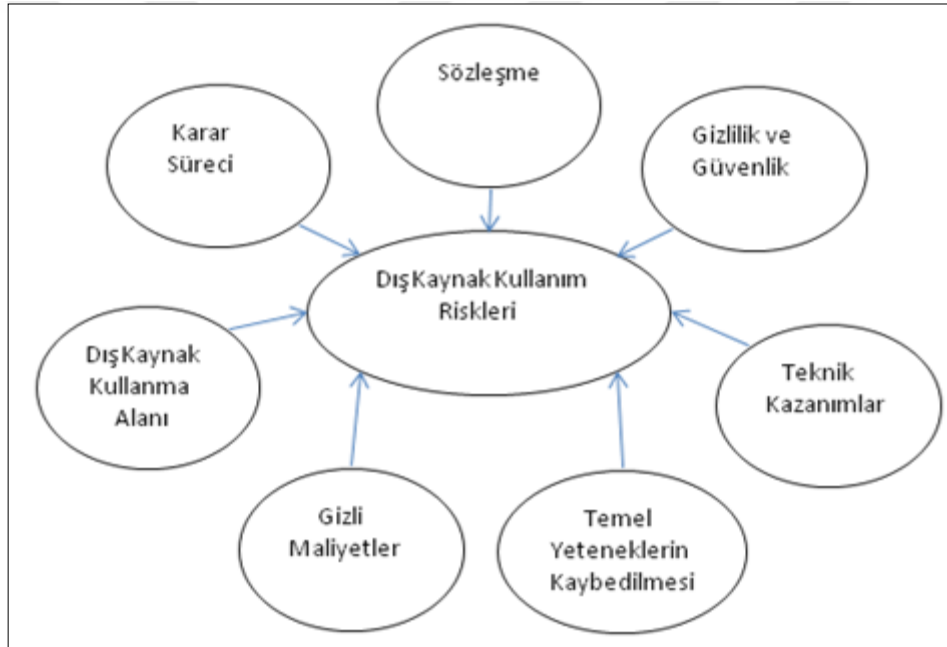
Ancak dış kaynak kullanımının nedenleri sadece bunlardan ibaret değildir. Bunların dışında aşağıdaki gibi unsurlar da bulunmaktadır;

- İşletmenin temel işlevindeki yeteneğin artması
- Esneklik kazanımı
- Risk azalımı
- Kaynakların artması
- Sabit masraflarının azalımı
- Kalitede artış
- Hızın artması
- Teknoloji

2.1.2. Dış Kaynak Kullanımındaki Riskler

Dış kaynak kullanımı, firmanın bilgilerinin açığa çıkmasına sebep olabilir. Bu sebeple de rakiplerin öne geçmesine sebep olabilir. Ayrıca piyasaya giriş masraflarının azalmasına sebep olarak rakip sayısındaki azalmaya ve karın azalmasına sebep olabilir.

Dış kaynak kullanımı ile ilgili bu riskler genel olarak aşağıda şekil 2.2’de gösterilmiştir.



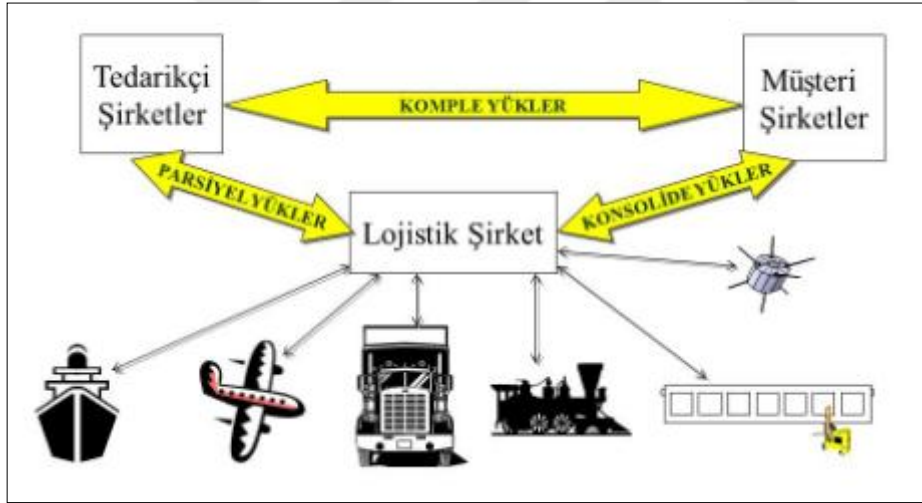
Şekil 2. 1. Dış kaynak kullanımının potansiyel riskleri (Tafti, 2005)

2.1.3. Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı

İşletmelerin bazı konularda olan uzmanlaşma ihtiyacı, dış kaynak kullanımının artmasına sebep olmuştur. Dış kaynak kullanımında en çok kullanılan alan ise lojistik olmuştur. Dış kaynak kullanımı, işletmelerinin kendi odaklandıkları faaliyetleri

arasında yer alan işlere daha çok yoğunlaşmasına ve rekabet ortamında işletmeleri öne geçiren bir yaklaşımdır. Ayrıca dış kaynak kullanılan lojistik faaliyetler, bu sağlayıcıların ana işlevi olması sebebiyle, firmalar için bu süreçlerde daha optimum çözümler sağlayarak, rekabet avantajı sunmaktadırlar. Lojistik hizmet sağlayıcılar, firmalar bakımında lojistik süreçlerle ilgili ihtiyaçların karşılanmasında işletmelerin performansını direk etkilemeleri ve işletmelerin iş yapış şekillerini yönlendirmeleri bakımından büyük önem oluşturmaktadırlar. (Yıldız, 2015)

Dış kaynak kullanımında faaliyet gösteren 3PL firmaları, yüksek seviyede lojistik taleplerinin oluşması ve yaygınlaşmasıyla gelişmektedir. Globalleşme, temin sürelerindeki azalma, müşteri memnuniyeti ve dış kaynak kullanımı gibi değişimler rekabette avantaj oluşturmayı hedefleyen işletmeler arasında lojistiğe talebi artıran önemli etkenlerdendir. (Gülen, 2005)



Şekil 2. 2. Dış kaynak kullanımı ve 3PL şirketler (Tanyaş, 2013)

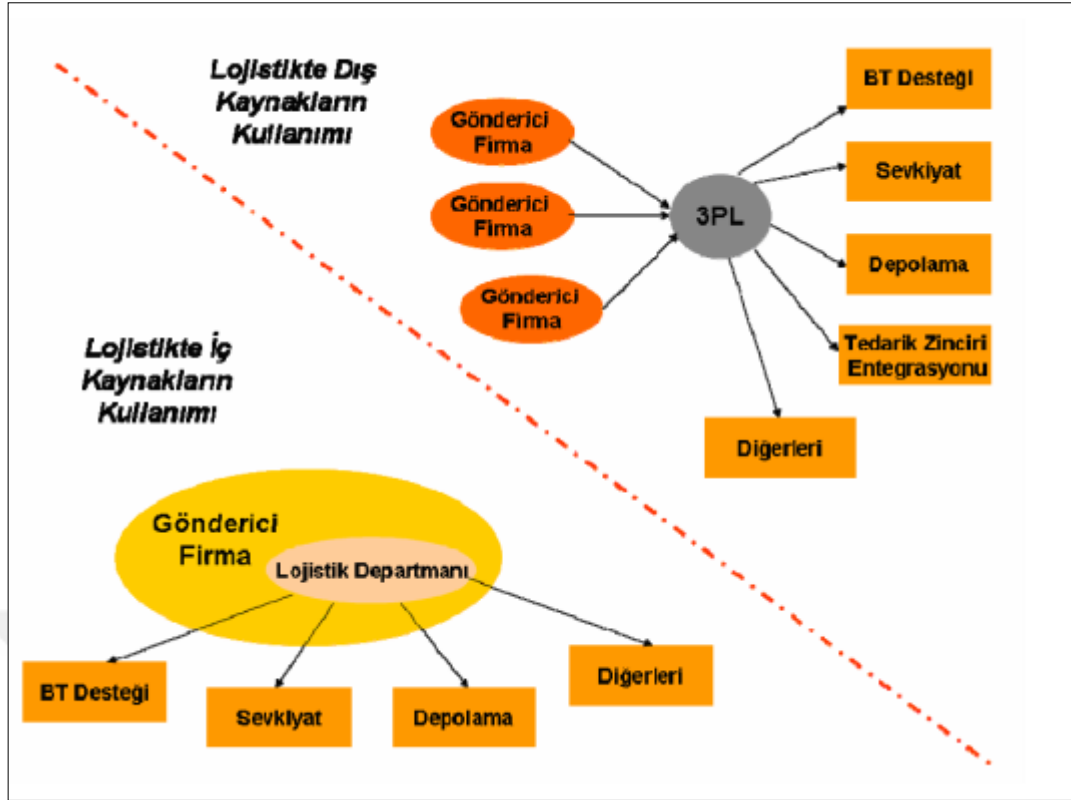
2.1.4. Lojistikte Dış Kaynak Kullanımının Önemi

İşletmeleri, lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımına iten en önemli sebep küreselleşmedir. Pazarların ve üretimde yabancı kaynak kullanımının sürekli artması

lojistik üzerindeki ihtiyacın artmasına yol açmıştır. Bu sebeple tedarik zincirlerinde karmaşık bir yapı oluşmuş ve uluslararası lojistik sektörüne çok sayıda yönetici dahil olmuştur. (Göze, 2008)

Dış kaynak kullanımının başarısı, servis alan ve hizmet sağlayıcı arasındaki karşılıklı güvene bağlıdır. Ancak bu durum kontrol ölçümlerinin gereksiz olduğu manasına gelmemektedir. Tam aksine, firmalar hizmet sağlayıcılardan periyodik raporlar istemelidirler. Ayrıca hizmet sağlayıcılar, firma ile ilgili bütün hassas bilgileri korumakla yükümlüdürler. Bu nedenle de firmalar arasında gizlilik anlaşmaları yapılmalıdır. (Baki, 2004)

Diğer kritik başarı faktörleri ise; müşteriye odaklanmak, operasyonel standartlar oluşturmak, bu standartla gerçekleşen performansı karşılaştırmak, geri ödeme süresini ve firmanın kazanç beklentilerini bilmektir. Her iki tarafın kültürel ve organizasyonel yapısının da uyuşması önemli bir faktördür. Ayrıca lojistik hizmetin kalitesini doğrudan etkileyen insan faktörü de unutulmamalıdır. Personelin uzmanlığı da alınan hizmetin kalitesini etkileyen önemli bir unsurdur (Baki, 2004).



Şekil 2. 3. Lojistikte iç ve dış kaynak kullanımı (Quattro Business Consulting, 2008)

2.2. Üçüncü Parti Lojistik (3PL)

3PL firmalarının ana faaliyetleri taşıma ve depolamadır. Bu firmalar müşterilerin lojistik alanındaki faaliyetlerini yerine getiren şirketlerdir. Uluslararası nakliye, dağıtım, stok kontrolü, depolama, paketlenme, sevkiyat ve etiketleme gibi faaliyetlerde bu sektörde uzmanlaşmış ve ihtiyaç duyulan her şeye sahip, bütün faaliyetlerin yönetimini üstlenen şirketlerdir.

3PL, bir firmada yürütülen lojistik faaliyetlerinin dış kaynaklar tarafından gerçekleştirilmesidir. Üçüncü taraf olarak gerçekleştirilen bu işlemler, bütün faaliyetleri kapsayabileceği gibi genelde seçilen bazı aktiviteleri de içerebilir. (Güzel vd., 2017)

3PL ile ilgili literatürde yer alan tanımların bazıları aşağıdaki gibidir:

- 3PL, dış kaynaktan yararlanma veya sözleşmeli lojistikle eş anlamlıdır.
- 3PL, bir şirketin malzeme yönetiminin veya ürün dağıtımının bir bölümünün veya tamamının başka bir firmaya verilmesidir.
- 3PL, bir şirketin lojistik faaliyetlerinin bir bölümünün veya tamamının dış kaynağa verilmesidir.
- 3PL hizmetleri, başka bir aracı ile çeşitli dağıtım faaliyetlerinin yürütülmesidir.
- 3PL, bir işletmede yürütülen lojistik faaliyetlerinin dış kaynak tarafından gerçekleştirilmesidir. Gerçekleştirilen bu faaliyetler, bütün aktiviteleri içerebileceği gibi genellikle seçilen bazı işleri de kapsayabilir. (Baki, 2004)

2.2.1. 3PL Hizmetlerinin Gelişimi

3PL, müşterilerin ihtiyaçlarını gidermek için ürün, hizmet ve bilgi akışının, en baştan en sona kadar olan tedarik zinciri içerisindeki bütün faaliyetlerin etkili ve verimli olacak bir şekilde planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol edilmesi ile ilgili hizmetlerin tamamını kapsamaktadır (Akın, 2002). Pratikte bu

hizmeti veren şirketlerle çalışmanın yararları firmalar tarafından görüldüğünden, işletmeler bu faaliyetler için üçüncü parti lojistik şirketi adı verilen firmalarla çalışmaktadırlar. Günümüzde çoğu işletme lojistik ihtiyaçlarının bir kısmının veya tamamının 3PL firmaları tarafından yerine getirilmesini daha ekonomik bulmaktadır (Daugherty vd. 1996).

Daha profesyonel ve daha donanımlı lojistik hizmetlerine olan ihtiyaç ve önemli maliyet tasarrufları, uzmanlık gerektiren yeteneklerin işletme içinde geliştirilmesi konularındaki eksiklik, işletmelerin farklı müşterilerinin farklı lojistik ihtiyaçlarını karşılama zorluğu, işletmeleri 3PL firmalarını kullanmaya zorlamaktadır (Soahil vd.,2004).

3PL'nin tedarik zinciri yönetimi ilkeleri arasında önem kazanmaktadır. Zamanında dağıtım ile birlikte, stok ve lojistik kontrolü, üretim ve dağıtım faaliyetleri için önem kazanmıştır. Bir tedarik zinciri çevresindeki karmaşa ve yüksek maliyetler, firmanın kendi kaynaklarının verimliliğini artırmak için o firmayı kendi dışındaki kaynakları kullanmaya itmektedir (Abdur Razzaque ve Sheng, 1998).

Gelişen teknoloji ve 3PL hizmet sağlayıcılarının çok farklı kullanım imkanları sunabilmeleri, 3PL'nin gelişiminde önemli bir etkide bulunmuştur. Yeni teknolojilerin işletme içinde geliştirilmesi ve uygulanmasının zaman alıcı ve pahalı olması; üçüncü partilerin ise teknolojik uzmanlığa ve lojistik operasyonlar için gerekli olan bilgisayarlı sistemlere sahip olmaları ve bu imkânlarını yenilenen teknolojiye bağlı olarak geliştirmeleri, 3PL'nin gelişmesinde önemlidir (Bahatnagar vd., 1999).

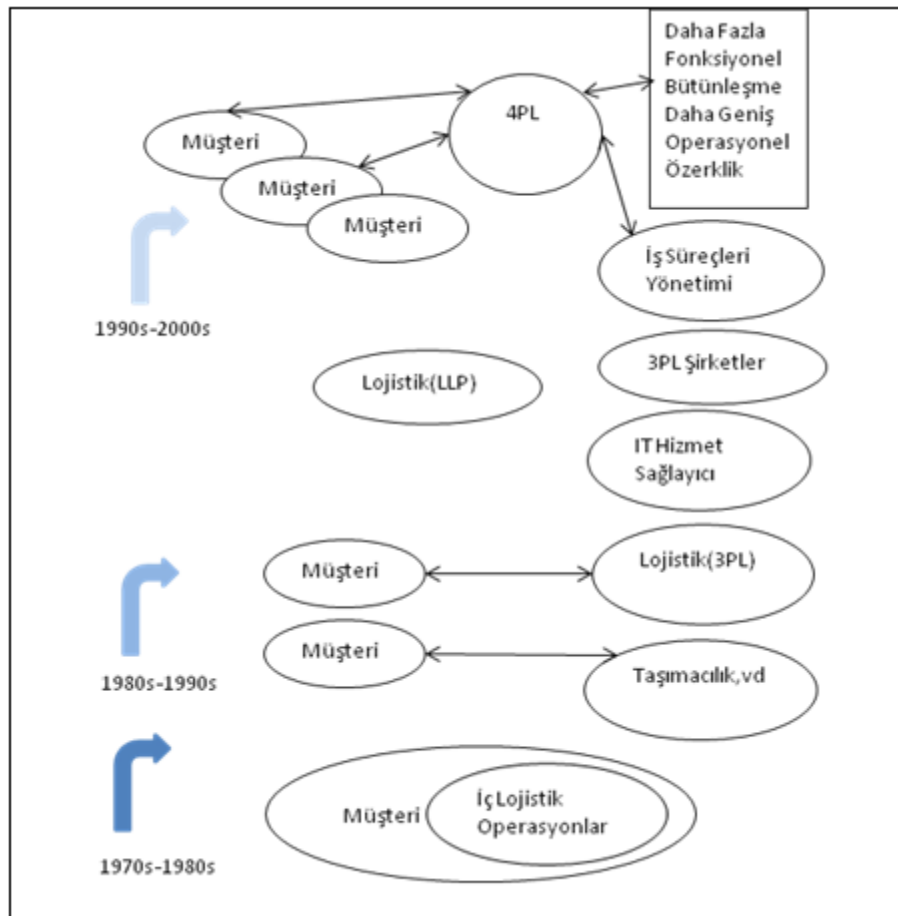
Sonuç olarak 3PL'nin gelişme sebepleri aşağıdaki maddelerde özetlenebilir (Bahatnagar vd., 1999):

- Temel yetenekler üzerinde odaklanma isteği,
- Daha iyi taşıma çözümleri,
- Maliyet tasarrufları ve gelişen hizmetler,
- Gerekli teknolojik uzmanlık ve bilgisayar destekli sistemlerin geliştirilmesi,

- Daha profesyonel ve daha donanımlı lojistik hizmetlere ulaşma isteği,
- Özellikle belirsiz pazarlarda esnekliğe kavuşma.

Ayrıca Lieb ve Randall'ın 1996 yılında yapmış olduğu anket çalışması dünyanın en büyük 500 şirketinin yaklaşık %60'ının en az bir adet 3PL hizmet sağlayıcısı ile sözleşme imzalamış olduğunu göstermektedir (Lieb ve Randall,1996).

Bütün bu gelişmelerin birbirleri arasındaki ilişki aşağıda Şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 4. Lojistik dış kaynak kullanımındaki gelişim

2.2.2. 3PL'nin Yeri

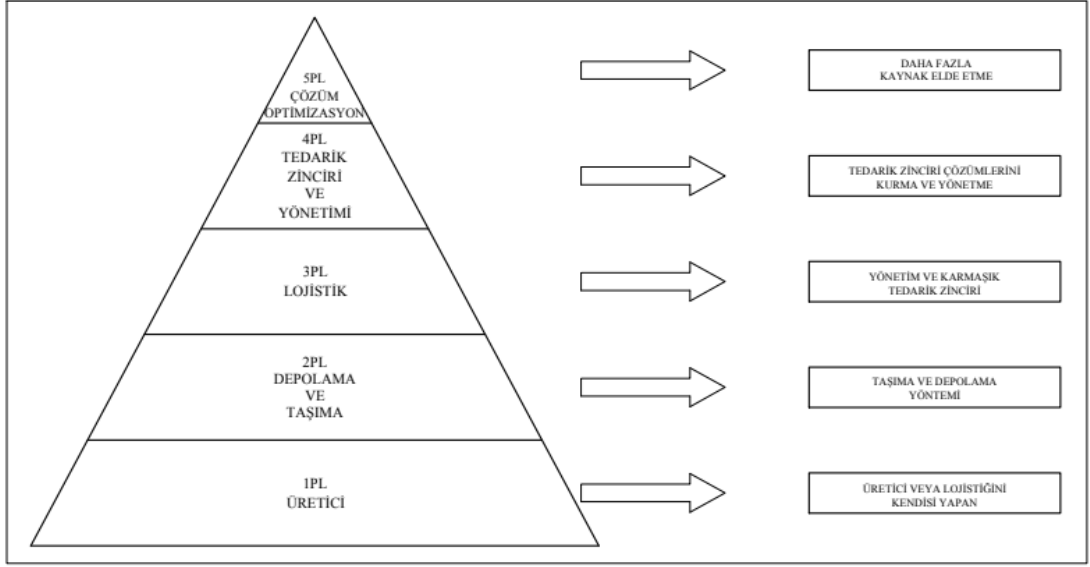
1PL - Birinci parti lojistik sağlayıcısı, A noktasından B noktasına kadar kargo, navlun, mal veya ürün taşınması gereken bir firma veya bireydir. Birinci parti lojistik sağlayıcısı hem kargo göndereni hem de kargo alıcısı için bulunmaktadır. 1PL, uluslararası ticaret alanında üretici, tüccar, ithalatçı / ihracatçı, toptancı, perakendeci veya distribütör olabilir. Mal sahiplerinden, kendi yerlerinden yeni yerlerine taşınan herkes, birinci parti lojistik sağlayıcısı olarak kabul edilir.

2PL - İkinci parti bir lojistik sağlayıcısı, aslında ulaşım araçlarına sahip olan varlık bazlı bir taşıyıcıdır. Tipik 2PL'ler, kendilerine ait taşıma hatları olan, kiralanabilecek gemileri, uçakları veya kamyon şirketleri olan firmalardır.

3PL - Bir 3PL sağlayıcısı, şirketlere tedarik zinciri yönetimi işlevlerinin tamamı veya bir kısmı için dış kaynaklı veya üçüncü parti lojistik hizmetleri sağlar.

4PL - Bir dördüncü parti lojistik sağlayıcısı, kendi organizasyonunun ve 3PL'ler de dahil olmak üzere diğer organizasyonların kaynaklarını, yeteneklerini ve teknolojisini, tasarlanması, inşa edilmesi ve kapsamlı bir şekilde yürütülmesi için birleştirecek bağımsız, tek başına hesap verebilen, varlık dışı bir entegratördür.

5PL - Bir beşinci parti lojistik sağlayıcısı, 3PL ve diğerlerinin taleplerini, havayolları ve nakliye şirketleri ile daha uygun oranlarda pazarlık yapmak için toplu bir hacme dönüştürür. Varlık tabanlı olmayan tüm disiplinlerde sorunsuz bir şekilde çalışabilir. 5PL'nin değerler sistemi, iş birliğine olan bağlılığı ve tasarrufu sağlamak ve mümkün olan en iyi çözümü en düşük maliyet ile temin etmek için fırsatlar açmak amacıyla daha yüksek bir kaynak kullanımı elde etmektir.



Şekil 2. 5. Üçüncü parti lojistiğın yeri (<https://industryolog.com/pl-ve-2pl/>)

2.2.3. 3PL Hizmet Sağlayıcı Firmaların Sundukları Hizmetler

Üçüncü parti lojistik firmalarının gerçekleştirdiği bazı faaliyetler; satın alma, taşıma (kara, hava, deniz, demiryolu, kombine taşımacılık), gümrük, tahliye, sigorta, depolama, tedarikçi sipariş izleme, stok yönetimi, yedek parça desteği, lojistik bilgi sistemi, talep tahminleri, dağıtım, iade işlemleri, üretime malzeme verme, katma değerli işlemler, rota çizelgesi ve araç optimizasyonu ile taşıma gibi çok çeşitli süreçlerdir. (Göze, 2008)

2.2.4. 3PL Hizmet Sağlayıcı Firmaların Seçimi

Lojistik literatüründe 3PL hizmet sağlayıcısı seçimi ile ilgili olarak farklı yazarlar tarafından önerilen çeşitli prosedürler mevcuttur. Örneğin Sink ve Langley (1997) lojistik hizmet sağlayıcısı seçimi ile ilgili olarak konseptsel bir prosedür ihtiyacını vurgulamışlar ve bu ihtiyacı karşılamak için beş aşamalı bir prosedür önermişlerdir. Bu beş aşama sırasıyla şu şekildedir:

1. Lojistikte dış kaynak kullanımı ihtiyacının belirlenmesi,
2. Potansiyel alternatiflerin belirlenmesi,
3. Bu alternatiflerin değerlendirilmesi ve bir hizmet sağlayıcısının seçilmesi,
4. İlgili lojistik aktivitelerinin seçilen hizmet sağlayıcısı tarafından gerçekleştirilmeye başlanması,
5. Servisin sürekli olarak değerlendirilmesi (Sink ve Langley, 1997).

Sink ve Langley'in yanı sıra Andersson ve Norrman (2002) da lojistik servislerinin satın alınması ile ilgili olarak sekiz aşamadan oluşan bir süreç önermişlerdir. Bu aşamalar sırasıyla:

1. İhtiyaç duyulan servisin tanımlanması ve açıkça belirtilmesi,
2. Satın alınacak olan servis miktarının belirlenmesi,
3. Basitleştirme ve standartlaştırma,
4. Pazar araştırması,
5. Bilgi isteği duyurusu (request for information),
6. Çağrı Önerisi (request for proposal),
7. Pazarlık yapılması,
8. 3PL sağlayıcısı ile sözleşme imzalanması.

Jharkaria ve Shankar (2007) birçok işletmenin 3PL hizmet sağlayıcısı seçiminde Andersson ve Norrman'ın (2002) önerdiği prosedüre benzer metotlar kullandıklarını ancak literatürdeki hiçbir prosedürün lojistikte dış kaynak kullanımı ile ilgili olan bütün faktörleri sistematik bir şekilde ele almadığını belirtmişlerdir. Literatürdeki bu eksikliği gidermek için Jharkaria ve Shankar (2007) iki sayfalı bir yaklaşım önermişlerdir. Birinci sayfa ön seçim safhası, ikinci sayfa ise son seçim safhasını oluşturur.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde 3PL firmalarının seçimi ile ilgili çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Çalışmaların çoğunda çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak seçim yapılmıştır. Bunun haricinde yapay zekâ ve istatistiksel yöntemlerle yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Matematiksel model kullanılarak seçimin yapıldığı çalışmalara ise az rastlanmaktadır. Ayrıca bu yaklaşımların birlikte kullanıldığı hibrit modellerin olduğu çalışmalar da mevcuttur. Bu araştırmalar sonucunda bu çalışmada ise, literatürde ilk kez ulaştırma sektöründe çok modlu uluslararası taşımacılık konusunda uygulama sonuçlarını gösteren bir matematisel model önerilmiştir. Literatürdeki incelenen bu çalışmalar ULAKBIMTR, Science Direct, IEEE, Emerald, Ebsco, Springer, Taylor & Francis ve Business Source Complete veri tabanlarında; üçüncü parti lojistik, lojistik hizmet sağlayıcı, matematiksel model, hedef programlama, çok kriterli karar verme, AHP, TOPSIS, 3PL seçimi anahtar kelimeleri kullanılarak taranmıştır. Bu bağlamda, öne çıkan çalışmalar aşağıdaki paragraflarda anlatılmıştır. İncelenen bu çalışmaların %71'i çok kriterli karar verme yöntemleri, %6'sı matematiksel model, %23'ü de diğer yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca yapılan bu literatür araştırmaları özet şeklinde aşağıda Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Chen vd. (2001), üçüncü parti depolama sözleşmelerini analiz ederek en ideal 3PL depolama faaliyetlerini gerçekleştiren firmayı seçmek için doğrusal programlama modeli önermişlerdir.

Chen vd. (2003), 4PL operasyonlarını iyileştirmek için genetik algoritmalar kullanarak bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntem yardımıyla, taşıma türü seçimi, yol seçimi ve 3PL firma seçimi gibi faaliyetleri gerçekleştirmişlerdir.

Kulak ve Kahraman (2005), en iyi taşıma firmasının seçimi için Bulanık AHP ve bir tasarım yöntemini birlikte kullanmışlardır. Bu makale net değerlerin kullanımındaki zorlukların giderilmesi ile ilgili yardımcı olmaktadır.

Vaidyanathan (2005), bilgi sistemleri için 3PL firmalarının seçimi ile ilgili aşamalı bir çok ölçütlü karar sistemi önermiştir. Bu yöntemde birinci aşamada 3PL firmaları ön eleme sürecinden geçmektedir. İkinci aşamada ise elemeyi geçen bu 3PL firmaları değerlendirilmektedir. Daha sonra bu 3PL firmaları ile görüşülmektedir. Talep edilen durumlara göre ise ilgili işlemlerden sonra en uygun 3PL firması belirlenmektedir.

Zhang vd. (2006), 4PL kapsamında işletmenin bünyesine en uygun 3PL firmasını belirlemek için AHP ve Veri Zarflama Analizi yöntemlerini birlikte kullanan karma bir sistem geliştirmişlerdir.

Kumar vd. (2006), birbiriyle çelişen amaçlar doğrultusunda 3PL firma seçimi için çok amaçlı bir matematiksel programlama modeli geliştirmişlerdir. Önerilen modelin uygulamasını yaparak, modelin etkisini test etmişlerdir.

Ko vd. (2006), 3PL dağıtım ağı problemi için genetik algoritmalar kullanmış ve karma tamsayı programlama yöntemi geliştirmişlerdir. İş süresinin belirsizliği ile simülasyon araçlarıyla beraber depoların kapasite planlamasını değerlendirmişlerdir.

Bottani ve Rizzi (2006), 3PL firma seçiminde kriter ağırlıklarının belirsizliğini ortadan kaldırmak için Bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır.

Qureshi vd. (2007), 3PL firma seçiminde TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca aralıklı veriler (Interval Data) yöntemini de kullanarak farklı bir model geliştirmişlerdir.

Göl vd. (2007), bir otomotiv fabrikasının ihraç ettiği ürünleri için gerekli olan lojistik operasyonların düzenlenmesini ele almış ve 3PL firma seçimi için AHP metodunu kullanmıştır.

Jharkharia ve Shankar (2007), 3PL firma seçimini 2 aşamada yürütmüşlerdir. İlk aşamada bazı firmaların elenmesini sağlayarak ikinci aşamada da belirledikleri kriterlere göre seçim yapmışlardır. Bu kriterler; uzun süreli ilişki, operasyonel performans, finansal durum ve risk yönetimidir.

Zhang vd. (2007), hazır dondurulmuş gıdalar üreten bir işletmenin 3PL firmaları arasından en elverişli lojistik firmasını seçmeyi amaçlamıştır. Bunun için Temel Bileşenler Analizi (Principal Components Analysis) ve Gri İlişkisel Analiz (Grey Relational Analysis) metotlarını beraber kullanarak hibrid bir sistem geliştirmişlerdir.

Araz vd. (2007), 3PL seçiminde, Bulanık GP ve PROMETHEE metotlarını birlikte kullanan bir model geliştirmişlerdir. PROMETHEE yöntemini, firmaların performans ağırlıklarını belirlemek ve uzman görüşlerini dikkate almak amacı ile kullanmışlardır.

Qureshi vd. (2007), dış kaynak kullanım etkenlerini belirlemek için Yorumlayıcı Yapısal Modelleme tekniğini kullanmışlardır. Geliştirilen bu yöntem ile birlikte işletmenin verimliliğini artırmak ve rekabet seviyesini geliştirmek mümkün olabilmektedir.

Qureshi vd. (2007), lojistik firmalarının performanslarının değerlendirilmesi için AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak hibrid bir model sunmuşlardır.

Kasture vd. (2008), en iyi 3PL firmasını seçmek için bulanık AHP modeli geliştirmişlerdir. Bu model, Bulanık Küme Teorisi (The Fuzzy Set Theory) ve AHP yöntemlerini beraber kullanmaktadır. Bu metot, nitel ve nicel kriterlerin değerlendirme sürecine katılmasına imkan sağlamaktadır. Ayrıca bütün kriter ve alt kriterlerin önemlerini saptamak amacı ile Expert Choice programıyla duyarlılık analizi yapılmıştır.

Wang vd. (2008), en uygun 3PL firmasını seçmek için 4 ana kriter ve 16 alt kriterden oluşan hiyerarşik bir yapı oluşturmuşlardır. Bulanık AHP ve GP metotlarının beraber kullanıldığı hibrid bir model sunmuşlardır.

Huo ve Wei (2008), 3PL firmalarının değerlendirilmesi için önerdikleri modelde; AHP, entropi metodu ve ağırlık katsayılarının doğruluğunu ispatlayan gri sistem' den (grey system) oluşan karma bir sistem yer almaktadır.

Efendigil vd. (2008), 3PTL kapsamında en uygun 3PL firmasını seçmek için yapay sinir ağlarına ve bulanık mantığa dayalı iki aşamalı hibrit bir model önermişlerdir. Model sayısal bir örnek kullanılarak teste tabi tutulmuştur.

Tang ve Xie (2008), 4PL için genetik algoritma ve bulanık mantık yöntemlerini kullanarak en uygun 3PL firmasını seçmek için bir model önermişlerdir.

Qureshi vd. (2008), karar vermede yetkili olan kişilerin kullandıkları nicel ve nitel kriterleri anlatan Triangular Fuzzy Numbers yöntemini kullanmış ve bulanık çok ölçütlü karar verme ve TOPSIS metotları ile değerlendirme yapmıştır.

Hamdan ve Rogers (2008), Veri Zarflama Analizi yöntemini kullanarak 3PL işletmelerinin, büyük mağazalardaki lojistik faaliyetlerinin etkinliğini değerlendirmişlerdir.

Liu ve Wang (2009), hibrid bir yaklaşım sunmuşlardır. Bu yöntem üç aşamadan oluşmaktadır. Yöntemin birinci aşamasında bulanık Delphi yöntemi kullanılarak değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları tespit edilmektedir. İkinci aşamada uygun olmayan 3PL sağlayıcıları Bulanık Çıkarım (fuzzy inference) metodu uygulanarak çıkarılmıştır. Üçüncü aşamada ise Bulanık Doğrusal Atama (fuzzy linear assignment) yöntemi ile 3PL seçimi yapılmıştır.

Kannan vd. (2009), hibrid bir model sunarak, Yorumlayıcı Yapısal Modelleme ve Bulanık TOPSIS metotlarını kullanmıştır. Model, akü imalat sanayinde uygulanarak modelin etkinliği test edilmiştir.

Çakır vd. (2009), 3PL firma seçimi için Bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada servis maliyeti, finansal performans, operasyonel performans, firma imajı, uzun süreli ilişki gibi kriterler baz alınarak değerlendirme yapılmıştır.

Chiang ve Tzeng (2009), 3PL firma seçim problemi için Bulanık AHP yönteminin genişletilmesini önermişlerdir. Dinamik ve bulanık için performansı

değerlendirebilmek adına AHP yöntemini çok katmanlı bir yapıya geliştirerek bunun için 3 boyutlu bir matris kullanmışlardır.

Soh (2010), en uygun 3 PL firmasının değerlendirilmesi ve seçilmesi için AHP metodunu önermiştir.

Vijayvargiya ve Dey (2010), en uygun 3PL firmasının seçimi için AHP temeline dayanan bir karar verme modeli sunmuşlardır. Çalışmada değerlendirme yapılırken navlun fiyatları, zamanda esneklik, depolama faaliyetleri, izleme ve takip sistemi gibi birçok kriter baz alınmıştır.

Sun vd. (2010), 3PL seçim endeks sistemini incelemişlerdir. Burada faydalar, fırsatlar, maliyetler ve riskler; 12 alt kritere göre değerlendirilmiştir. Önerilen model sayısal bir örnekle gösterilmiştir.

Govindan vd. (2010), Electre II yöntemini kullanarak 3PTL firmasını seçmeyi amaçlamışlardır. Yöntem pil geri dönüşüm sürecinde uygulanmıştır.

Saen (2010), 3PTL firma seçimi için Veri Zarflama Analizi yöntemini kullanmış ve çoğu değerlendirme faktörünü de ilave ederek yeni bir model önermişlerdir.

Ye ve Liu (2011), öncelikle, firmaları dengeli puan kartı sistemi yöntemi ile değerlendirip, hedef programlama (HP) yöntemini kullanmışlardır. Böylece en uygun 3PL firma seçimini sağlamışlardır.

Xu vd. (2011), müşteri memnuniyetini esas alarak, 3PL firma seçiminde etkili olan seçenekleri 210 adet ankete göre değerlendirmişlerdir. Yazarlar değerlendirmelerinde faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi yöntemleriyle beraber SPSS 15.0 ve AMOS 7.0 programlarından yararlanmışlardır. Değerlendirme sonucunda ise kapasite ve kalite faktörlerinin 3PL seçiminde en önemli iki etken olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Guoyi ve Xiaohua (2011), en etkin 3PL firmasını seçmek ve analiz etmek için hibrit model seçeneğini önermişlerdir. 3PL firmalarının öznel ve nesnel kriterlere göre değerlendirilmesine fırsat tanıyan AHP ve bilgi entropi metodunu beraber kullanılmıştır.

Ravi (2012), işletmenin tersine lojistik faaliyetlerini yerine getirebilmesi için yöneticilere en iyi 3PL firmasını seçmesine yardımcı olmak maksatıyla AHP ve TOPSIS yöntemini beraber kullanan hibrit bir yöntem geliştirmiştir. Teklif edilen yöntemin işlem basamaklarının etkinliğini göstermek için sayısal bir örnekle bir işletmede pratiğini gerçekleştirmiştir.

Li vd. (2012), 3PL firma seçimi için 3PL' nin özelliklerini değerlendirerek veri uyumu için bir metot önermişlerdir. Bulanık kümelere dayalı geniş bir analiz modeli kurulmuştur. Bu modelde gerçek durum değerlendirmesi yaparak, karar süreçlerinde ne kadar etkin olduğunu görmüşlerdir.

Wang vd. (2012), Çin'deki kurumsal 3PL firmalarının değerlendirilmesi için bulanık AHP ve Dengeli Puan Kartı Sistemi metotlarına dayalı karma bir yöntem önermişlerdir. DPK Sistemi, finans, müşteri, dâhili iş süreci, öğrenme ve büyüme ana kriterlerinden oluşan hiyerarşiyi oluşturmada kullanılırken, bilgi belirsizliğini gidermek için ise Bulanık AHP yöntemini kullanılmıştır. Önerilen model sayısal bir örnekle denenmiş, yöntemin çok ölçütlü karar verme sorunlarının çözümünde etkin ve kullanışlı olduğunu göstermişlerdir.

Xiao vd.(2012), 3PTL firma seçim sorununu çözebilmek için AHP ve GP metotlarına dayanan hibrit bir biçim önermişlerdir. En uygun çözüm için etkenlerin ağırlıklarını belirlemede AHP, çok amaçlı problemlerin çözümünde ise GP uygulanmıştır.

Qureshi vd. (2014), 3PL hizmet sağlayıcılarının performans değerlendirmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve bulanık sentetik değerlendirme modelini önermişlerdir. Performans analizi, 3PL hizmet sağlayıcılarının pazardaki rekabetçi konumlarını ortaya çıkarabilir. Ayrıca 3PL hizmet sağlayıcısı olan LOGINET'in bir

örnek çalışması sunulmaktadır. Gelecekteki gelişmeler için detaylı performans analizine dayalı, bir Bulanık Kalite Fonksiyon Yayılımı metodolojisi belirtilmiştir.

Hwang vd. (2015), nitel ve nicel yaklaşımları birleştiren Üçgenleme Yöntemini kullanmışlardır. Grup görüşmelerindeki nitel yaklaşım, karar sisteminin kurulmasına odaklanırken, AHP'nin nicel yaklaşımı 3PL kriter seçiminin en iyilenmesi için kullanılmıştır.

Yayla vd. (2015), 3PL tedarik sağlayıcısına, sistematik bir karar destek aracı sağlamak için hibrid bulanık çok kriterli bir karar verme metodolojisi önermişlerdir. Önerilen değerlendirme metodolojisi birkaç adımdan oluşmaktadır. İlk olarak, 3PL hizmet sağlayıcı değerlendirmesi için stratejik hedef ve alt başlıklar belirlenmiştir. Hiyerarşiyi oluşturduktan sonra, değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarını belirlemek için bulanık AHP uzatma algoritması kullanılır. Daha sonra, bulanık AHP sonuçlarının girdi ağırlıkları olarak kullanılmasıyla, en uygun 3PL hizmet sağlayıcıları seçilir. Son olarak, bir şekerleme şirketindeki gerçek bir durum çalışması yapılarak metodolojinin potansiyel kullanımı sunulmuştur ve burada önerilen hibrid metodolojiyi analiz etmek için bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir.

Raut vd. (2016), verimli ve gerekli bir 3PL'yi seçmek için bir değerlendirme ve seçim yöntemi olarak Veri Zarflama Analizi ve ANP'nin bütünleşik bir yaklaşımını kullanmışlardır. Veri zarflama analizi, en verimli 3PL'leri etkin bir şekilde seçerken, ANP, çeşitli kriterleri ağırlıklandırmada kullanılmaktadır ve bu kriterlere dayanarak performanslarına göre çeşitli alternatifler sunmaktadır. Yazarlar önerilen yöntemi göstermek için gerçek bir endüstriyel uygulama yapmışlardır.

Bianchini (2016), şirket yönetimi tarafından belirlenen 3PL sağlayıcılarının seçim kriterlerinin belirlenmesinden sonra, kriterlerin ağırlıklarını AHP yöntemini kullanarak hesaplamıştır. Son sıralama sonuçlarına ulaşmak için TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Sonuçların güvenilirliğini daha iyi anlamak için ise bir duyarlılık analizi geliştirmiştir.

Aguezzoul ve Pires (2016), ELECTRE I yöntemine dayanan çok kriterli bir karar verme aracı (MCDM) geliştirmiş ve bu sürece uygulamışlardır. Bu araç, kısmi bir sıralama oluşturmaya, 3PL'yi belirleyen bir set seçmeye ve ana parametreleri değiştirerek duyarlılık analizini yapmaya izin vermektedir. Önerilen yöntemin uygulanabilirliğini göstermek için gerçek bir vaka örneği uygulamışlardır.

Singh vd. (2017), bozulabilir gıda maddelerinin lojistiğini yapan firmaların seçimi için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Bunun için literatür taramasına dayanarak 10 kriter seçilmiştir. Bunlardan bazıları; ulaşım ve depolama maliyeti, lojistik altyapı ve depolama tesisleri, müşteri hizmetleri, güvenilirliktir. Bulanık AHP, 3PL seçimi için farklı kriterleri sıralamak için kullanılırken, performansa göre en iyi 3 PL'yi seçmek için de Fuzzy TOPSIS kullanılmıştır.

Osorio ve Rivera (2017), taşımacılık ve depolama hizmetleri için nakliye hizmetleri veren bir şirkette operasyonel riskleri yönetmek için bir metodoloji sunmuşlardır. Önerilen metodoloji, risklerin tanımlanması için bir kontrol listesi önermekte ve önceliklerin belirlenmesi için AHP yöntemini kullanmaktadır. Metodoloji, bir Kolombiyalı 3PL şirketinde uygulanmıştır. Kuruluşun organizasyon üzerinde daha yüksek küresel etkiye sahip olan riskleri en aza indirmek için eylemlerin yönlendirilmesini sağlamıştır.

Çizelge 3. 1. Literatür özet tablosu

No	Araştırmacılar	Yayın Adı	Kullanılan Yöntemler	Değerlendirme Kriterleri (MCDM yöntemleri için) / Amaçlar (Matematiksel modeller için)	Yayın Yılı	Yayın Yeri
1	Kulak ve Kahraman	Fuzzy Multi-Attribute Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process	Bulanık AHP	Taşıma maliyeti, hata oranı, gecikme oranı, esneklik, dokümanite edilebilme	2005	Information Sciences
2	Vaidyanathan	A Framework for Evaluating Third-Party Logistics. Communications of the ACM	Çok Ölçütlü Karar Verme	Bilgi teknolojileri, kalite, maliyet, hizmetler, performans parametreleri, firma imajı	2005	Communications of the Acn
3	Aguezoul, Rabenasolo, Desodt	Multicriteria Decision Aid Tool for Third-Party Logistics Providers' Selection	Electre	Servis ücreti, kalite kontrol, firma kültürü, firma büyüklüğü, zamanında teslimat, sunulan hizmetin alanı, bilgi işlem performansı	2006	International Conference
4	Bottani ve Rizzi	A Fuzzy TOPSIS Methodology to Support Outsourcing of Logistic Services. Supply Chain Management	Bulanık TOPSIS	Hizmet genişliği, tecrübe, servis sınıflandırması, uygunluk, finansal istikrar, hizmet esnekliği, performans, maliyet, fiziksel ihtiyaç ve bilgi, kalite, stratejik tutum, güven ve dürüstlük	2006	Supply Chain Management: An International Journal
5	Jharkharia, Shankar	Selection of Logistics Service Provider: An Analytic Network Process (ANP) Approach	ANP	Uzun süreli, operasyonel performans, finansal durum, risk yönetimi	2007	Omega
6	Qureshi vd.	Selection of Potential 3PL Services Providers Using TOPSIS With Interval Data	TOPSIS ve Aralıklı Veriler (Interval Data)	Kapasite, esneklik, kalite yönetimi, finansal istikrar, uygunluk, itibar, uzun süreli ilişki, denge kapasitesi, ticari değer, servis oranı ve coğrafik ulaşılabilirlik	2007	International Conference

Çizelge 3.1. (Devam) Literatür özet tablosu

7	Göl vd.	Third-Party Logistics Provider Selection: Insights From a Turkish Automotive Company	AHP	Genel firma değerlendirmesi, kapasite, kalite, müşteri ilişkileri, çalışan ilişkileri	2007	Supply Chain Management: An International Journal
8	Jharkharia ve Shankar	Selection of Logistics Service Provider: An Analytic Network Process (ANP) Approach	ANP	Uzun süreli ilişki, operasyonel performans, finansal performans, risk yönetimi	2007	The International Journal of Management Science
9	Kasture vd.	FAHP Sensitivity Analysis for Selection of Third Party Logistics (3PL) Service Providers	AHP ve Bulanık Küme Teorisi (The Fuzzy Set Theory)	Lojistik kapasitesi, lojistik hizmet kalitesi, lojistik bilgi kapasitesi, potansiyel büyüme, esneklik	2008	Icfai Journal of Supply Chain Management
10	Wang vd.	A Method of Third-Party Logistics Providers Selection Aand Transportation Assignments With FAHP and GP	Bulanık AHP ve GP	Kriterler; bilgi teknolojisi ve ekipman, finansal performans, hizmet kalitesi. Amaçlar; maliyetin minimizasyonu, zamanında teslimatın maksimizasyonu, hasarlı teslimatın minimizasyonu	2008	International Conference
11	Huo ve Wei	Grey Multi-Hierarchical Evaluation of Third Party Logistics Providers in the Environment of Supply Chain	AHP, Entropi Yöntemi, Gri Sistem (Grey System)	Hizmet kalitesi, servis ücreti, esneklik, stratejik anlaşmalar, çevresel yönetim	2008	International Conference
12	Çakır, Tozan, Vayvay	A Method for Selecting Third Party Logistic Service Provider Using Fuzzy AHP	Bulanık Topsis	Servis maliyeti, finansal performans, operasyonel performans, 3PL imajı, uzun süreli ilişki	2009	Journal of Naval Science and Engineering

Çizelge 3.1. (Devam) Literatür özet tablosu

13	Perçin	Evaluation of Third-Party Logistics (3PL) Providers By Using a Two-Phase AHP and TOPSIS Methodology	AHP, TOPSIS	Stratejik faktörler, iş faktörleri, risk faktörleri	2009	An International Journal
14	Chiang ve Tzeng	A Third Party Logistics Provider for the Best Selection in Fuzzy Dynamic Decision Environments	Bulanık AHP	Fiyat, teslimat performansı, bilgi teknolojileri, özel siparişlere yanıt verebilme esnekliği	2009	International Journal of Fuzzy Systems
15	Soh	A Decision Model for Evaluating Third-Party Logistics Providers Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process	AHP	Finans, hizmet seviyesi, ilişkiler, yönetim, altyapı	2010	African Journal of Business Management
16	Vijayvargiya ve Dey	An Analytical Approach for Selection of a Logistics Provider	AHP	Maliyet, teslimat, ek hizmetlerin bedeli	2010	Management Decision
17	Barker, Zabinsky	A Multicriteria Decision Making Model for Reverse Logistics Using Analytical Hierarchy Process	AHP	Maliyetler (geri kazanılmış malzeme, test maliyetleri, hurda), iş ilişkileri (mülkiyet bilgisi, müşteri ilişkileri)	2011	Omega
18	Datta, Samantra, Mahapatra	Appraisal and Selection of Third Party Logistics Service Providers in Fuzzy Environment	Fuzzy	Finansal performans, servis düzeyi, müşteri ilişkileri, yönetim, altyapı, kurumsal kültür	2011	An International Journal
19	Guoyi ve Xiaohua	Research on the Third Party Logistics Supplier Selection Evaluation Based on AHP and Entropy	AHP ve Bilgi Entropi	Operasyonel kapasite, hizmet seviyesi, ücret seviyesi, gelişme potansiyeli, yeşil seviye	2011	International Conference

Çizelge 3.1. (Devam) Literatür özet tablosu

20	Erkayman, Gündoğar, Yılmaz	An Integrated Fuzzy Approach for Strategic Alliance Partner Selection in Third-Party Logistics	Fuzzy AHP and TOPSIS	Ücret, genel imaj, müşteri hizmetleri, zamanında teslimat, bilgi teknolojileri, esneklik	2012	The Scientific World Journal
21	Rajesh, Pugazhendhi, Ganesh, Ducq, Koh	Generic Balanced Scorecard Framework for Third Party Logistics Service Provider	Balanced scorecard	Taşıma, tesis yapısı, bilgi ve iletişim, tedarik zinciri	2012	Int. J. Production Economics
22	Çakır ve Perçin	Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü	CRITIC, SAW, TOPSIS, VIKOR, Borda Sayım	Özkaynakların değeri, aktif mal varlıklarının değeri, toplam borçlar, çalışan sayısı, toplam satış tutarı	2013	Ege Akademik Bakış
23	Özbek, Eren	Analitik Ağ Süreci Yaklaşımıyla Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firma Seçimi	ANP	Kalite, uzun süreli ilişki, firma imajı, operasyonel performans	2013	Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi
24	Daim, Udbye, Balasubramanian	Use of Analytic Hierarchy Process (AHP) for Selection of 3PL Providers	AHP	Maliyet, servis, küresel, bilgi teknolojisi, endüstri deneyimi, yerel bulunma	2013	Journal of Manufacturing Technology Management
25	Hwang, Chen	Key Selection Criteria for Third Party Logistics in The IC Manufacturing Industry	AHP	Servis, performans, maliyet, kalite güvence, bilgi teknolojisi, gayri maddi	2013	National Science Council
26	Görener	Depolama Faaliyetleri için Lojistik Servis Sağlayıcı Seçiminde Önemli Değerlendirme Kriterlerinin Bel.	ANP, Delphi	Firma özellikleri, maliyet, firmaya ait depoların öz., esneklik, kalite, ambalajlama faaliyetleri, teknoloji, iletişim olanakları, risk yönetimi	2014	Uluslararası Yön. İktisat ve İşletme Dergisi

Çizelge 3.1. (Devam) Literatür özet tablosu

27	Sharma, Kumar	Optimal Selection of Third-Party Logistics Service Providers Using Quality Function Deployment And Taguchi Loss Function	Combining quality function deployment (QFD), and Taguchi loss function (TLF)	Ücret, endüstri deneyimi, zamanında teslimat, mal varlığı, kapasite kullanımı, lojistik bilgi sistemi, teknik entegrasyon, optimizasyon kapasitesi, finansal büyüme oranı, müşteri etkisi, uluslar arası kapsam, özel gereksinimleri karşılama yeteneği, cevap verme yeteneği, yönetim kadronun seviyesi, genel imaj	2014	An International Journal
28	Altan ve Aydın	Bulanık Dematel ve Bulanık Topsis Yöntemleri ile Üçüncü Parti Lojistik Firma Seçimi için Bütünleşik Bir Model Yaklaşımı	Bulanık Dematel Ve Bulanık Topsis	Maliyet, finansal performans, işletme performansı, 3PL'nin saygınlığı, uzun dönem ilişkiler	2015	Süleyman Demirel Üniversitesi İkt. ve İdari Bil. Fakültesi Dergisi
29	Domingues, Reis, Macario	A Comprehensive Framework For Measuring Performance in a Thirdparty Logistics Provider	*	Kapasite, günde katedilen mesafe, km başına ciro, teslimat sıklığı, teslimat başına kar, zamanında teslimat, doğruluk, araç yükleme kapasitesi	2015	Transportation Research Procedia
30	Yayla vd.	A Hybrid Data Analytic Methodology for 3PL Ransportation Provider Evaluation Using Fuzzy Multi-Criteria Decision Making	Bulanık AHP	Sürdürülebilir ilişki, hizmet kalitesi, sürekli gelişim	2015	International Journal of Production Research
31	Gürcan, Yazıcı, Beyca, Arslan, Eldemir	Third Party Logistics (3PL) Provider Selection with AHP Application	AHP	Uygunluk, uzun süreli ilişki, finansal durum, firma imajı	2016	Procedia - Social and Behavioral Sciences

Çizelge 3.1. (Devam) Literatür özet tablosu

32	Govindan, Khodaverdi, Vafadarnikjoo	A Grey DEMATEL Approach to Develop Third-Party Logistics Provider Selection Criteria	Grey Dematel	Servis kalitesi, zamanında teslimat, operasyonda esneklik, servis maliyeti, müşteri hizmetleri, lojistik bilgi sistemi, finansal denge, imaj, coğrafi konum, teknik kapasite, performans geçmişi, insan kaynakları politikaları	2016	Industrial Management & Data Systems
33	Raut vd.	Sustainable Evaluation and Selection of Potential Third-Party Logistics (3PL) Providers an Integrated MCDM Approach	Veri Zarflama Analizi ve ANP	Taşıma ücreti, filo kapasitesi, araç şekli ve kalite, sürücü etkisi, performans, araçların zamanında taşınması	2016	An International Journal
34	Bianchini	3PL Provider Selection by AHP and TOPSIS Methodology	AHP ve TOPSIS	Maliyet, hizmet seviyesi, profesyonellik, coğrafik konum, tecrübe, yenilik kapasitesi ve müşterilerle işbirliği	2016	An International Journal
35	Aguezoul ve Pires	3PL Performance Evaluation and Selection: A MCDM Method	ELECTRE I	Hizmet, lokasyon, bilgi sistemleri, kalite	2016	Supply Chain Forum: An International Journal
36	Rahman, Ahsan, Yang, Odgers	An Investigation into Critical Challenges for Multinational Third-Party Logistics Providers Operating in China	AHP	Finans (fiyat baskısı, yüksek ulaşım maliyeti, finansal denge), bilgi teknolojisi (kapasite, güvelik, uyumluluk, güvenilirlik), insan kaynakları (uzman eksikliği, kültürel farklılıklar, yetersiz eğitim ve öğretim), altyapı ile ilişkili zorluklar (lojistik hizmetlerinde yenilik, devlet düzenlemeleri, az gelişmiş lojistik, altyapı, bağlantı)	2017	Journal of Business Research Science Direct

Çizelge 3.1. (Devam) Literatür özet tablosu

37	Güzel, Tüzemen, Yaprak	Firmaların 3PL Hizmet Sağlayıcılarını Seçerken Kullandıkları Kriterler Üzerine Bir Çalışma Erzurum İhracatçıları Örneği	*	Finans (lojistik maliyetleri, finansal istikrar), hizmet seviyesi (güvenilirlik ve zamanlama, hizmetin kalitesi, esneklik ve cevap verme yeterliliği), ilişkiler (uygunluk, güven ve adalet, fayda ve risk paylaşımı), yönetim (performans yönetimi, güvenlik, bilinirlik ve deneyim), altyapı	2017	Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi
38	Singh vd.	Third Party Logistics (3PL) Selection for Cold Chain Management	Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS	Taşıma ve depolama mal., lojistik altyapı ve depolama yet., müşteri hizmetleri, ağ yön., malzeme yük. kapasitesi, kalite kontrol, otomatik süreçler, yenilik ve etkinlik, bilgi tekn., esneklik	2017	Annals of Operations Research
39	Kumar vd.	A Multi-Objective 3PL Allocation Problem for Fish Distribution	Çok amaçlı matematiksel programlama modeli	Maliyetin minimizasyonu, geç teslimatın minimizasyonu, hizmet verememenin minimizasyonu	2006	International Journal of Physical Distribution & Logistics
40	Ko vd.	A Hybrid Optimization/Simulation Approach for a Distribution Network Design of 3PLS	Genetik algoritmalar ve karışık tamsayı programlama	Maliyetin minimizasyonu	2006	Computers & Industrial Engineering

Çizelge 3.1. (Devam) Literatür özet tablosu

41	Araz vd.	An Integrated Multicriteria Decision-Making Methodology for Outsourcing Management	Bulanık GP ve PROMETHEE	Kriterler; finans, yönetim, kalite, teslimat / amaçlar; promethee değerlerinin maksimizasyonu, kabul edilen siparişlerin maksimizasyonu, zamanında teslimatların maksimizasyonu, maliyetin minimizasyonu	2007	In Operations Research and Outsourcing
42	Chen vd.	Directed Graph Optimization Model and Its Solving Method Based on Genetic Algorithm in Fourth Party Logistics	Genetik algoritmalar	*	2003	International Conference
43	Tang ve Xie	A Holistic Selecting Third-Party Logistics Providers in Fourth-Party Logistics	Genetik Algoritma ve Bulanık Mantık	*	2008	International Conference
44	Hamdan ve Rogers	Evaluating The Efficiency of 3PL Logistics Operations	Veri Zarflama Analizi	*	2008	International Journal of Production Economics
45	Liu ve Wang	An İntegrated Fuzzy Approach For Provider Evaluation and Selection in Third-Party Logistics	Delphi, Bulanık Çıkarım ve Bulanık Doğrusal Atama	*	2009	Expert Systems with Applications
46	Xu vd.	Empirical Study on Selection and Evaluation Of TPL Based on CS	Doğrulayıcı Faktör Analizleri	*	2011	International Conference

Çizelge 3.1. (Devam) Literatür özet tablosu

47	Li vd.	A 3PL Supplier Selection Model Based on Fuzzy Sets	Bulanık Küme Teorisi	*	2012	Computers and Operations Research
----	--------	--	----------------------	---	------	-----------------------------------

*Bu çalışmalarda herhangi bir yöntem kullanılmamış, kriterler arasında değerlendirmeler yapılmıştır.

4. KULLANILAN YÖNTEMLER

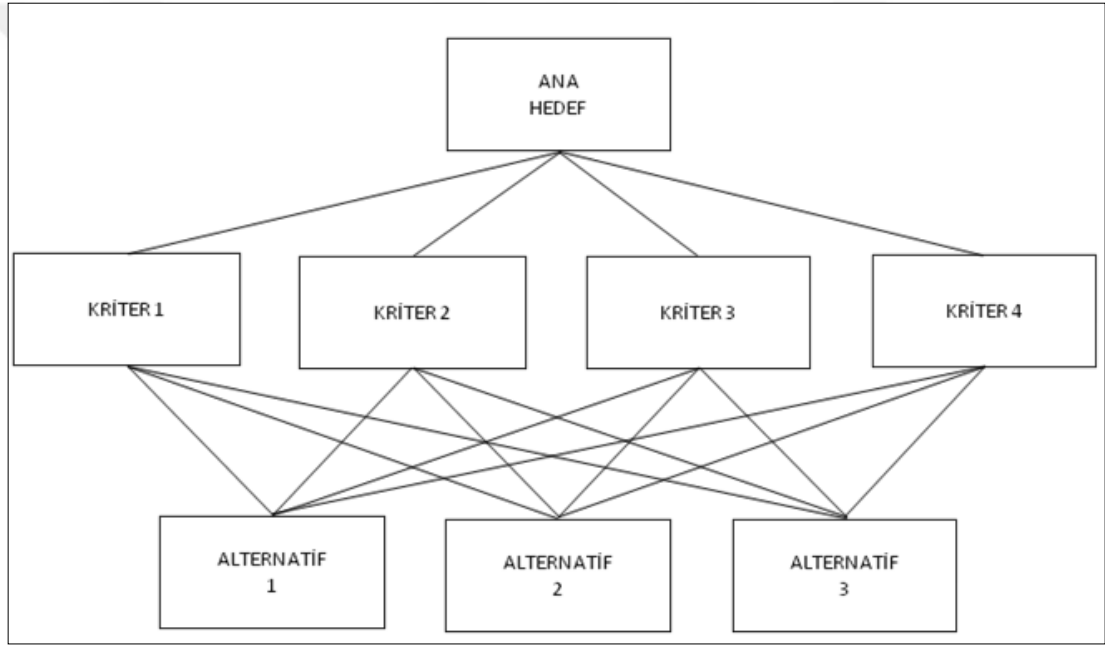
3PL hizmet sağlayıcı seçiminde literatürde ağırlıklı olarak çok kriterli karar verme metodlarına odaklanılmıştır. Bu yöntemlerin arasında ise AHP ve TOPSIS biraz daha ön plana çıkmaktadır. AHP yönteminin ön plana çıkmasının en önemli sebeplerinden birisi kullanım kolaylığıdır ve ikili karşılaştırmaları kullanarak ağırlık kriterlerine izin vermektedir. Çok kriterli karar verme teknikleri genellikle çakışan hedefleri ele almaktadır. Gerçek hayatta sistem performansı en üst düzeye çıkarılmaya çalışılırken, maliyetler de minimize edilmeye çalışılır. Ayrıca bu yöntemlerin daha geniş yönleri kullanılarak daha doğru ve kesin çözümler elde edilebilmektedir. TOPSIS yöntemi çok fazla girdi parametresine ihtiyaç duymamaktadır. Bu sebeple de anlaşılabilirliği çok kolaydır. Hedef programlama ise karar verme problemlerinde en sık kullanılan yöntemlerden birisidir. Hedef programlama sayesinde birden fazla amaç belirlenebilir. Belirlenen bu amaçların her birine ağırlık verilerek önemine göre sonuç alınabilmektedir. Ayrıca birbiri ile çelişen birçok amacın aynı anda kullanılmasına da imkân sağlamaktadır. Hedef programlama modelinin avantajlarından birisi de büyük ölçekli problemleri çözebilme kapasitesine sahip olmasıdır. Hedef programlama literatürde sıklıkla kullanılmaktadır ve AHP, TOPSIS gibi çok kriterli karar verme teknikleri ile birleştirilerek, uygun ağırlığa göre atama yapılarak zayıf yönlerinden birisinin kaldırılması sağlanır. (Özcan vd.)

4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

AHP ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılan, 1994'te ise Saaty tarafından geliştirilen ve çok kriterli karar problemlerinin çözümünde etkili olan yöntemdir (Saaty ve Vargas, 2001). AHP tekniği birçok nicel ve nitel kriterlere sahip karmaşık problemleri çözmek için geliştirilmiştir. AHP tekniğinin uygulamadaki kullanımını oldukça fazladır (Esen, 2008). Pazarlama, bilgi teknolojileri seçimi, finans, insan kaynakları, nükleer teknoloji, satın alma, satış, matematik, üretim, çevre bilimleri gibi çok fazla uygulaması vardır.

Analitik hiyerarşi süreci, birden fazla kriterin ve kriterlerin önem düzeylerinin farklı olduğu karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Bu yöntemde ana ve alt kriterler alternatiflere göre ikili karşılaştırmaları yapılarak ağırlıkları belirlenir. Her bir alternatif için puan değeri hesaplanarak, en yüksek olana göre alternatiflerin sırası belirlenir.

AHP tekniğinde öncelikle hiyerarşik yapı oluşturulmalıdır. Hiyerarşik yapı ana ve üst kriterler ile karar alternatiflerinden oluşmaktadır. AHP problemlerinde hiyerarşik yapı genellikle Şekil 4.1'deki gibi gösterilir (Esen, 2008).



Şekil 4. 1. AHP problemlerinde hiyerarşik yapı

Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra her bir seviyede, o seviyede yer alan bütün elemanların ikili karşılaştırmaları yapılır ve öncelik değerleri hesaplanır. Değerlendirmeler iki yapı arasında, hangisinin daha önemli olduğunu ortaya koymaktadır ve önemin derecesi bu şekilde belirlenir. Önem derecesi sayısal verilerle gösterilir. Bu değerlerin belirlenmesinde bir ölçek kullanılmalıdır. AHP

yöntemi için Saaty tarafından geliştirilmiş olan göreceli ölçek Çizelge 4.1’de gösterilmektedir. (Kaplan, 2010)

Çizelge 4. 1. AHP yönteminde alternatifler için ikili karşılaştırma cetveli

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	İki Faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunuyor.
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine orta derecede tercih ettiriyor.
5	Kuvvetli düzeyde önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettiriyor.
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülüyor.
9	Aşırı düzeyde önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenirliliğe sahip.
2,4,6,8	Ortalama değerleri	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler.

Karar verici kriterler ve alternatifler arasında ikili karşılaştırma yaparken Çizelge 4.1’den yararlanır. Burada önemli olan nokta bir diğer bir elemandan 5 puanlık daha önemli ise, bunun matematiksel olarak tersi kabul edilmelidir. Böylece hiyerarşinin herhangi bir seviyesi “n” adet elemana sahipse, o seviye için n’in ikili kombinasyonu kadar $(n(n-1)/2)$ karşılaştırma yapmak gerekecektir. Saaty, ikili karşılatırmalar için anket çalışması yaparak uzman kişilerin görüşlerini almayı önermiştir. Buradaki uzman kişi mutlaka konunun uzmanı olmasalar bile en azından konuyu bilen, konuya aşina olan kişiler olmalıdır. (Kaplan, 2010)

AHP yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

- **Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması**

Hiyerarşi kavramı da farklı seviye ve grupları oluşturabilen elemanlara dayanan ve bu elemanların birbirleriyle olan etkileşimlerine göre düzenlenmesi ve sıralanması şeklinde tanımlanabilir. Hiyerarşideki amaç, bütün seviyelerdeki elemanların birbirleri ile olan etkileşimlerini bütünü ile göstermektir.

- **Adım 2: Önceliklerin Belirlenmesi**

Hiyerarşik yapı belirlendikten sonra hiyerarşide yer alan bütün elemanlar birbiri ile karşılaştırılarak ağırlıkların hesaplanması gerekmektedir. Önceliklendirme; bir grup soru-cevap işlemi sonucunda her seviyede oluşturulan ikili karşılaştırmaların genel amaca olan yakınlığının belirlenmesidir. Karşılaştırma işleminde standart ölçekler kullanılır. Bunun nedeni, ölçüm skalalarında kullanılan rakamların yorumlanmasındaki karmaşıklığı gidermektir. Bu soruna yönelik olarak Analitik Hiyerarşi Sürecinde tüm ölçümler Thomas L. Saaty tarafından ortaya atılan, "1 - 9 ölçeği" olarak da adlandırılan temel ölçeğe göre yapılmaktadır.

- **Adım 3: İkili Karşılaştırma Matrisi Oluşturulması**

AHP, bir problemin hiyerarşik olarak gösterimini sağlayarak verilecek kararda etkili olabilecek tüm elemanları incelemeyi sağlar. Bu işlemi yaparken iki elemanı ele alıp, onları birbiri arasında karşılaştırmak ve bunu yaparken de diğer elemanların etkisini düşünmemek gerekir.

Karşılaştırma matrisinde, söz konusu kriter için satırlar sütunlarla karşılaştırılarak "satırdaki eleman sütundaki elemana göre ne kadar daha önemli?" sorusunun cevabı her bir hücre için verilir.

- **Adım 4: Normalleştirme ve Görelî Önem Ağırlıklarının Hesaplanması**

Bunun için ikinci bir matris oluşturulur. Normalleştirme işlemi yapılarak elde edilen yeni matrisin ortalamaları hesaplanır. Bulunan aritmetik ortalama değerleri yeni

matrisin görelî önem ağırlığıdır. Bu önem ağırlıkları elemanların kendi aralarındaki önem derecelerini ortaya koymaktadır.

- **Adım 5: Tutarlılık Oranının Hesaplanması**

Tutarlılık, ikili karşılaştırmalar sonucunda ortaya çıkan önceliklerin birbirleri ile olan mantıksal ve/veya matematiksel ilişkisidir. Verilen kararların güvenilirliği, karşılaştırmalar matrisi kurulurken yapılan değerlendirmelerin tutarlılığı ilgilidir.

- **Adım 6: Nihai Sıranın Belirlenmesi**

Analitik Hiyerarşi Sürecinin bu aşaması; asıl amaca göre alternatiflerle ilgili sıralamanın belirlenmesidir. Karar verici bu adımdaki işlemlerden elde edilen hesaplamalardan alternatiflerin sıralanmasına ve önceliklerine bakarak en iyi alternatifi belirleyebilir.

4.2. TOPSIS

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi Yoon ve Hwang tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir (Shyjith vd., 2008). Bu çok kriterli karar verme tekniği, kararda yer alan noktaların ideal çözüme yakınlığı prensibine dayanmaktadır. TOPSIS yöntemi 6 temel adımdan oluşmaktadır ve bu adımlar aşağıda özetlenmiştir (Supçiller ve Çapraz, 2011).

TOPSIS yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

- **Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması**

Bu matriste karşılaştırmak istenen alternatifler satırlarda yer almaktadır. Değerlendirme kriterleri ise sütunlarda yer alır. Karar matrisi (4.1)'deki gibi gösterilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

A_{ij} matrisinde m alternatif sayısını, n değerlendirme kriteri sayısını verir.

- **Adım 2: Standart Karar Matrisinin Oluşturulması**

A matrisinde yer alan elemanlar aşağıdaki formül (4.2) kullanılarak normalize edilmiştir. Bu işlem ile hesaplanan sonuçlar Standart Karar Matrisini (R) oluşturmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (4.2)$$

R matrisi formül (4.3)'deki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

- **Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması**

İlk olarak değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir. Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_i değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur (Supçiller ve Çapraz, 2011). V matrisi formül (4.4)'te gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & \cdots & w_n r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

- **Adım 4: İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması**

İdeal çözüm setinin oluşturulması için, V matrisinin sütun değerlerinin eğer ilgili değerlendirme kriteri maximizasyon yönlü ise en büyüğü, minimizasyon yönlü ise en küçüğü seçilir. Daha sonra formül (4.5) ile ideal çözüm seti bulunur.

$$A^+ = \{(\max v_{ij} \mid j \in J), (\min v_{ij} \mid j \in J^-), \} \quad (4.5)$$

Negatif ideal çözüm setinin oluşturulması ise, V matrisindeki sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme kriteri maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek bulunur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formül (4.6)'da gösterilmiştir.

$$A^- = \{(\min v_{ij} \mid j \in J), (\max v_{ij} \mid j \in J^-), \} \quad (4.6)$$

Her iki formülde de J fayda (maksimizasyon) değerini, J^- ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir (Supçiller ve Çapraz, 2011). Hem ideal hem de negatif ideal çözüm seti, değerlendirme kriteri sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

- **Adım 5: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması**

Alternatiflerin birbirlerine göre uzaklıkları Euclidian Uzaklık Yaklaşımı kullanılarak hesaplanır. Buradan ortaya çıkan veriler alternatiflere ait sapma değerleri İdeal Ayırım (S+) ve Negatif İdeal Ayırım (S-) ölçüsü olarak nitelendirilmektedir. İdeal ve Negatif Ayırım Ölçüsünün hesaplanması formül (4.7) ve formül (4.8) ile yapılmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (4.7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (4.8)$$

Burada hesaplanacak Si+ ve Si- sayısı alternatif sayısı kadar olacaktır.

- **Adım 6: İdeal Çözüme Göre Yakınlığın Hesaplanması**

Alternatiflerin ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^+) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. deal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması formül (4.9)'da gösterilmiştir.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (4.9)$$

Yukarıda gösterilen Ci+ değeri $0 \leq C_i^+ \leq 1$ aralığında değer alır ve Ci+=1 ilgili alternatifin ideal çözüme, Ci+=0 ise ilgili alternatifin negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir. Alternatiflerin tercih edilmesi gereken sırası en büyük Ci+ değerinden başlayarak yapılmaktadır.

4.3. Hedef Programlama

Hedef programlama en çok kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir. Doğrusal programlamaya benzemekle birlikte daha fonksiyonel bir yapıya sahiptir. Hedef programlama aynı zamanda birden fazla ve farklı amaçtaki hedefleri baz alabilir. Böylece belirlenen kısıtlar çerçevesinde bu hedeflere ulaşılmaya çalışılır (Levin vd. 1989). Diğer bir ifadeyle doğrusal programlamanın amaç fonksiyonu tek boyutlu iken Hedef Programlama çoklu hedeflere ulaşmada kullanılabilen bir tekniktir (Öztürk 2007).

4.3.1. Hedef Programlamanın Kavramları

Hedef programlamada kullanılan kavramlar aşağıdaki gibidir.

Amaç: Mevcut problemde ulaşılmak istenen hedefdir. Amaç fonksiyonu ise bir hedef doğrultusunda belirlenen amaçlardan oluşacak sapmaları minimize eden fonksiyona denir. (Uludağ, 2010)

Hedef: Amaca ulaşmada istenen seviyede belirtilmiş ifadelerdir. (Uludağ, 2010)

Karar değişkenleri: Karar mekanizması tarafından değeri bulunmak istenen bilinmeyen değişkenleri tanımlayan isimdir (Özcan, 2006).

Sapma Değişkenleri: Hedeflenen ile gerçekleşen arasındaki fark sapma değişkenini oluşturmaktadır. Sapma değişkeni, hedef kısıtındaki sağ taraf sabitinden değişen miktarı gösterir ve sapmanın sıfır olması hedefin tam gerçekleştirildiğini göstermektedir. (Uludağ, 2010)

Sistem kısıtları: Problemin gerçeğinde sahip olduğu kısıtlardır. Bu kısıtlar, eldeki belirli sayıda olan kaynakları göstermektedir (Özcan, 2006).

Hedef Kısıtları: Karar vericinin ulaşmayı amaçladığı hedeflerdir. Sistem kısıtlayıcılarına göre daha esnektirler. Hedef kısıtları, karar vericinin istekleri, eldeki kaynaklar ve karar değişkenleri üzerine konulan kısıtlamalar üzerine belirlenmektedir. (Uludağ, 2010)

Başarı Fonksiyonları: GP modelinde her bir amaç için belirlenen hedeften oluşacak sapmaları minimize eden fonksiyonlara verilen addır. (Uludağ, 2010)

4.3.2. Hedef Programlamada Formülasyon

Hedef programlamada amaç fonksiyonunun maksimize veya minimize yapılmaz, bunun yerine hedefler arasındaki sapmalar en küçüklenmeye çalışılır. Sapmalar pozitif ve negatif yönde iki şekilde gösterilebilir. Amaç fonksiyonu ise yalnızca bu sapmalardan oluşturularak minimize edilmeye çalışılır.

HP'nin genel gösterimi ise aşağıdaki gibidir (Özcan, 2006):

Min Z

s.t.

$$Ax + n - p = M$$

$$Bx = b$$

$$x \geq 0, n \geq 0, p \geq 0$$

Z: amaç fonksiyonu

A: hedef kısıtlarının teknolojik katsayılarının $m \times n$ boyutlu matrisi

B: diğer kısıtların $p \times n$ boyutlu matrisi

M: ulaşılması gereken hedeflerin $m \times 1$ boyutlu vektörü

b: kaynakların $p \times 1$ boyutlu vektörü (sağ taraf sabitleri)

p: m hedefinin $m \times 1$ boyutlu pozitif sapma vektörü

n: m hedefinin $m \times 1$ boyutlu negatif sapma vektörü

x: karar değişkenlerinin $n \times 1$ boyutlu vektörü

Pozitif ve negatif sapmanın aynı anda oluşamayacağından dolayı, sapan değişkenlerin en az bir tanesinin ya da ikisinin sifıra eşit olması gerekmektedir. İstenmeyen sapan değişkenlerin oluşturulmasından sonra hedef programlamanın formülasyonu yapılır. Sonuçta amaç teke indirilir ve bu tek amaç minimize edilmeye çalışılır.

4.3.3. Hedef Programlamada Ağırlıklandırma Yöntemi

Ağırlıklı hedef programlamada amaçlanan, hedeflere önem derecelerine göre ağırlıklar verilerek tek bir amaç fonksiyonu üzerinden gösterilmesidir. n hedefli bir hedef programlama modelinin ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak ortaya çıkarılmış örnek amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } Z = W_1 G_1 + W_2 G_2 + \dots + W_n G_n$$

Burada W_i , $i=1,2,\dots,n$, her bir hedefe karar vericinin verdiği önemi gösteren pozitif ağırlıklardır. W_i değerleri çoğunlukla öznel yöntemlerle belirlenmektedir (Taha, 1987).

Hedef programlamada hedef ağırlıklarının belirlenmesi için birkaç yöntem vardır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir.

- ❖ Derecelendirme
- ❖ Oranlama
- ❖ Çift Karşılaştırma

Bu çalışmada ise hedef ağırlıklarının belirlenmesi için uygulama basitliği, literatürde sık kullanımı ve etkin sonuçlar vermesi sebebiyle oranlama yöntemi kullanılmıştır.

Oranlama Yöntemi: Karar verici tarafından her bir amaç için sayısal bir değer belirlenir. Bu değer genellikle 0 ile 10 veya 100 gibi sürekli bir değer aralığında yer alır. Birden fazla amaç aynı değerleri alabilir. 0 değeri amacın karar verici için önem taşımadığını, en yüksek değer ise çok önemli olduğunu ifade eder. Yöntemin formülasyonu ve değişkenleri aşağıdaki gibidir.

$$w_{lj} = \rho_{lj} / \sum_{l=1}^m \rho_{lj}$$
$$w_l = \frac{\sum_{j=1}^n w_{lj}}{\sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^m w_{lj}}$$

w_{lj} = j karar vericisinin l amacı için verdiği değerın hesapsal ağırlık değeri

ρ_{lj} = j karar vericisinin l amacı için verdiği değer

n = karar verici sayısı

m = amaç sayısı

5. UYGULAMA

Bu çalışmada Argesim Makina Gıda San. Tic. Ltd. Şti. adında bir dış ticaret firmasının birlikte çalıştığı 3PL hizmet sağlayıcılarının öncelik değerleri AHP ve TOPSIS kombinasyonu ile hesaplanmıştır. Daha sonra en uygun 3PL hizmet sağlayıcısının seçilmesi için belirlenen bu öncelik değerlerinin kullanıldığı, işletmenin kısıtları ve amaçları doğrultusunda çok amaçlı hedef programlama kullanılarak yazılan bir matematiksel model önerilmiştir. Model işletmenin son 1 yıllık gerçek verileri kullanılarak mevcut 10 siparişi için IBM ILOG CPLEX optimizasyon yazılımının 12.6.2 versiyonunda çözümlenerek sipariş bazında en uygun 3PL hizmet sağlayıcısının seçilmesi sağlanmıştır.

5.1. Firma Tanıtımı

İşletme 2012 yılında bir dış ticaret firması olarak kurulmuştur. Test ekipmanları sektöründe yer alan bu firma satışını yaptığı boru tapalarının hepsini ihraç etmektedir. 2017 yılında yaklaşık 2 milyon TL ciro yapmıştır. 2018 yılında bu rakamın 6 milyon TL'yi bulması planlanmaktadır. 3PL hizmet sağlayıcılarının yıllık maliyeti ise yaklaşık 300 bin TL civarında olarak, cironun %15 ini oluşturmaktadır ve en büyük ikinci maliyet kalemidir. Firmada toplamda 6 olmak üzere 3 Makine Mühendisi, 2 Endüstri Mühendisi ve 1 Elektrik Mühendisi çalışmaktadır. Çalışmada kullanılan veriler ise Lojistik ve Finans Departmanındaki personellerden temin edilmiştir.

Boru tapalarının imalatı Denizli'de bir firmaya fason olarak yaptırılmaktadır. Türkiye'de bu ürünleri üreten ise sadece 2 firma yer almaktadır. Ayrıca imalatçı firma ürünlere işletmenin kendi markasını basmaktadır.

İhraç edilen bu boru tapaları kauçuktan yapılan silindirik yapıda bir üründür. Belirli çaplarda ve belirli şişirme basınçlarına dayanmaktadırlar. Bu ürünler alt yapı firmalarında, belediyelerde, kanalizasyon firmalarında, kanal temizleme ekipmanı

satan firmalarda cazibeli boru hatlarının temizlenmesi, hatların test edilmesi veya tıkaması amacı ile kullanılmaktadır. Demir borularda vana bu ihtiyacı karşılamaktadır. Fakat beton ve plastik borularda genellikle vana yoktur. Bu sebeple hattı tıkamak için vana kullanılamayan borularda bu ürün kullanılmaktadır. Genellikle beton boruların imalatı tamamlandıktan ya da sahada borular yerleştirildikten sonra kaçak olup olmadığının test edilmesi amacı ile kullanılmaktadır.

İşletmenin pazarını büyük ölçüde Orta Doğu ve Kuzey Amerika ülkeleri oluşturmaktadır. Fakat dünyanın dört bir yanına da ihracat gerçekleştirilebilmektedir. İhracat yapılan ülkeler arasında; Suudi Arabistan, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri, Kuveyt, Filistin, Bahreyn, Yemen, Umman, Mısır, Fas, İsrail, Irak, Yeni Zelanda, İsveç, Sri Lanka, Endonezya, Amerika Birleşik Devletleri, Uruguay, Avustralya, Tayland, Yunanistan gibi ülkeler yer almaktadır.

İşletme sipariş bazlı çalışmaktadır. Müşteri tarafından onaylanan siparişlerin ödemesinin gelmesinin akabinde üretime başlama talimatı verilmektedir. Üretim tamamlandıktan sonra ise 3PL hizmet sağlayıcılarından teklif alınarak bir firmaya karar verilmekte ve o firma ile teslimat gerçekleştirilmektedir.

5.1.1. Firmanın Gönderilerinde Kullanılan Teslim Şekilleri

Her siparişin müşteri tarafından belirlenen bir teslim şekli mevcuttur. İşletme, müşteriye istediği teslim şekillerinde fiyatlar vermektedir ve müşteri bunlardan birini seçmektedir. İşletmenin çalıştığı teslim şekilleri aşağıdaki gibidir:

- DDP: Sipariş müşterinin istediği adrese firma tarafından teslim edilir. Taşıma ve her iki ülkedeki gümrük masrafları da işletme tarafından karşılanır.
- DAP: Sipariş müşterinin istediği adrese firma tarafından teslim edilir. Taşıma ve sadece Türkiye'deki gümrük masrafları işletme tarafından karşılanır.

- FCA: Sadece ürünlerin müşterinin Türkiye’de istediği adrese taşınma masrafını içeren teslim şeklidir. İşletme FCA taşıma türünde genellikle müşteriye ürünleri fabrikada teslim etmekte ve bir taşıma maliyetine katlanmamaktadır.
- CIP - CIF: Sipariş müşterinin bulunduğu ülkenin limanına firma tarafından teslim edilir. Müşteri ürünleri buradaki limandan teslim alır. Taşıma ve sadece Türkiye’deki gümrük masrafları işletme tarafından karşılanır.

5.1.2. Firmanın Gönderilerinde Kullanılan Taşıma Şekilleri

Taşıma şekli; işletme için express, hava, deniz ve karayolu alternatiflerinden oluşmaktadır. Burada express taşıma şekli en avantajlı olandır. Çünkü hem maliyeti az hem de gümrükleme işlemleri çok hızlı gerçekleşmektedir. Bu taşıma şeklinin kısıtları ise siparişin brüt ağırlığının (paketlendikten sonraki nihai ağırlığı) 150 kg’ın ve satış değerinin de 7.500,00 Eur’nun altında olmasıdır.

Eğer siparişin brüt ağırlığı 150 kg ve 400 kg arasında ise taşıma şekli hava yolu olmaktadır. Ağırlık 400 kg ve 600 kg arasında olduğunda ise deniz yolu ile daha fazla olduğunda da kara yolu ile taşınmaktadır. Bu 3 taşıma şekli için siparişin satış değeri ile ilgili herhangi bir kısıt bulunmamaktadır.

Ayrıca express taşıma şeklini sadece DHL ve UPS firmaları gerçekleştirebilmektedir. Hava, deniz ve kara taşıma şekillerini ise tüm firmalar gerçekleştirebilmektedir. Sonuçta siparişin hangi teslim şekline göre iletileceğine ise müşteri karar vermektedir.

5.2. Problemin Tanımı

İşletme ihracatını yaptığı ürünlerin, teslim şekline uygun olacak şekilde, fabrikadan alınıp müşteriye ulaştırılması işini 3PL hizmet sağlayıcılarına yaptırmaktadır. Her bir

sipariş için ayrı ayrı bu firmalardan teklif alınmaktadır. Gelen teklifler doğrultusunda, işletmenin kısıtları da baz alınarak en uygun fiyatı veren firma ile anlaşılmaktadır.

Üretimi tamamlanmak üzere olan siparişin imalatçı tarafından tahmini paket bilgisi gönderilmektedir. Burada ürün çeşitliliğini niteleyen kavram siparişin ağırlığıdır. Yani maliyetler sipariş ağırlığı doğrultusunda değişmektedir. Gelen bu bilgiye istinaden 3PL hizmet sağlayıcılarının her birinden teklif talep edilmektedir.

Teklif fiyatını belirleyen siparişe ilgili unsurlar; siparişin kaç paketten oluştuğu, her bir paketin en, boy, yükseklik bilgileri ile birlikte toplam ağırlığı, hacimsel ağırlığı ve paketlerin istiflenebilir olup olmadığı ile ilgili bilgilerden oluşmaktadır. Probleme siparişin cinsini belirleyen siparişin ağırlığı olarak ele alınacak ve çeşitliliği siparişin büyüklüğü ortaya koyacaktır.

Sonuçta ise fiyat talebinde bulunurken 3PL hizmet sağlayıcılarına aşağıdaki bilgiler verilmektedir.

1. Teslim şekli; müşteri tarafından belirlenmektedir.
2. Toplama adresi; imalatın yapıldığı fabrikadır. Her sipariş için aynı adres kullanılır.
3. Teslimat adresi; müşteri tarafından bildirilen, siparişin nereye teslim edilmesi gerektiğini belirten adrestir.
4. Siparişte yer alan ürünlerin GTİP kodu; işletmenin ihracatını gerçekleştirdiği bütün ürünler için GTİP kod aynıdır.
5. Paket detayı; siparişe ilgili ölçüleri içeren bilgidir.
6. Siparişin toplam satış değeri; işletmenin ilgili sipariş için toplam satış faturası tutarıdır.
7. Taşıma şekli; express, hava, deniz ve karayolu alternatiflerinden oluşmaktadır. Siparişe uygun olan taşıma şekli seçilmektedir.

3PL hizmet sağlayıcılarından bu bilgilere istinaden tahmini fiyatlar ve taşıma planı alınmaktadır (Örneğin; eğer taşıma hava yolu ile gerçekleşecekse firma uçuş planını

da iletir). Bu işlemin yapılmasının sebebi, taşıma alternatiflerini önceden belirleyebilmek ve siparişe uygun planı seçebilmektir. Daha sonra imalatçıdan nihai paket detayı gelir. Nihai paket bilgisine göre 3PL hizmet sağlayıcılarından son fiyat alınır. Uygun fiyatı veren firma ile anlaşılarak teslimat gerçekleştirilir.

Ayrıca lojistik firmaları ile son zamanlarda yaşanan bazı problemlerden dolayı işletme bu kararı verirken bazı kısıtlara uymak istemektedir. Uymak istenilen bu kısıtlar için firmadaki Lojistik Departmanındaki personeller bütün 3PL hizmet sağlayıcıları ile görüşmeler gerçekleştirerek değerlendirmede bulunmuş ve aşağıdaki oranları belirlemişlerdir.

- Zamanında teslimat oranı $\geq 0,5$ (teslimatın zamanında gerçekleşmesi)
- Teklif – fatura tutarlılık oranı $\geq 0,4$ (lojistik firmasının verdiği teklif ile sevkiyat gerçekleştikten sonra gelen fatura tutarının aynı veya yakın olması)
- Problem yaşanan teslimat oranı $\leq 0,35$ (teslimatta hizmet sağlayıcıdan kaynaklı yaşanan problemler)

Bu kısıtlar için her firmanın oranı belirlenmiştir. Oran belirlenirken de son 1 yıl içinde o firma ile çalışılan işler baz alınmıştır. Örneğin zamanında teslimat oranı için, firma ile 1 yıl içinde 30 iş yapılmış ve zamanında teslimat gerçekleştirilen iş sayısı 15 ise oran 0,5 olarak belirlenmiştir. Uzman personeller bu şekilde kısıtlar belirleyerek yaşanan problemleri azaltmayı hedeflemektedirler.

3PL hizmet sağlayıcılarının son 1 yıl için; zamanında teslimat, teklif – fatura tutarlılık ve problem yaşanan teslimat oranları aşağıda Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 1. 3PL hizmet sağlayıcılarının performans oranları

3PL Hizmet Sağlayıcıları	Birlikte Çalışılan İş Sayısı	Zamanında Teslimat Oranı	Teklif - Fatura Tutarlılık Oranı	Problem Yaşanan Teslimat Oranı
DHL	30	0,6	0,66	0,16
Bolte	18	0,55	0,61	0,33
DSV	19	0,47	0,57	0,42
UPS	5	0,8	0,5	0,2
TNT	3	0,33	0,33	0,33
TOPLAM (İşletme)	75	0,56	0,6	0,28

Ele alınan problemdeki sistem kısıtları özet şeklinde aşağıda sunulmuştur:

1. Paket ağırlığı 150 kg'ın altında olduğu durumda taşıma şekli sadece Express olmalı.
2. Sipariş değeri 7500 Euro'nun altında olduğu durumda taşıma şekli sadece Express olmalı.
3. Paket ağırlığı 151 - 400 kg arasında olduğu durumda taşıma şekli hava yolu olmalı.
4. Paket ağırlığı 401 - 600 kg arasında olduğu durumda taşıma şekli deniz yolu olmalı.
5. Paket ağırlığı 600 kg'dan fazla olduğu durumda taşıma şekli kara olmalı.
6. Taşıma şekli Express olursa taşımayı sadece 1 veya 4 numaralı firmalar gerçekleştirebilir.
7. Her iş yalnızca bir firmaya atanabilir.

Problemin çözümü ile eş zamanlı olarak optimize edilecek amaç fonksiyon tanımları (hedefler) ise aşağıdaki gibidir:

1. Maliyetin minimizasyonu
2. Zamanında teslimat oranının maksimizasyonu

3. Teklif fatura tutarlılık oranının maksimizasyonu
4. Problemlı teslimat oranının maksimizasyonu
5. Firmaların öncelik değeriinin maksimizasyonu

İşletme, sipariş onaylandıktan sonra çalıştığı bütün 3PL hizmet sağlayıcılarından sipariş detaylarına göre fiyat istemektedir. Çalışılan bu 3PL hizmet sağlayıcıları aşağıdaki gibidir:

- DHL
- Bolte
- DSV
- UPS
- TNT

3PL hizmet sağlayıcılarının değerlendirilmesi aşamasında kullanılan kriterler için literatürdeki çalışmalar incelenmiştir. Literatürde bu konuda kullanılan bazı kriterler aşağıdaki gibidir:

- Uzun süreli ilişki
- Firma imajı
- Finansal durum
- Operasyonel performans
- Kalite
- Risk yönetimi
- Altyapı yeterliliği
- Bilgi teknolojisi
- Esneklik
- Deneyim
- Zamanında teslimat

Ayrıca Dünya Bankası tarafından yayımlanan 160 ülkenin lojistik performans endeksinin yer aldığı LPI adında bir rapor mevcuttur. Bu raporda performansların değerlendirilmesi için kullanılan kriterler de aşağıdaki gibidir:

- Gümrük işlemlerinin verimliliği
- Ticaret ve taşımacılık ile ilgili altyapının kalitesi
- Rekabetçi fiyatlarla sevkiyat gönderebilme kolaylığı
- Lojistik hizmetlerin yeterliliği ve kalitesi
- Sevkiyatların izleme ve takip edilebilirliği
- Alıcıya zamanında ulaşan sevkiyatların sıklığı

İşletmenin yapısına göre değerlendirmede literatürden ve LPI'da bulunan bu kriterlerden bazıları kullanılmıştır. Bazı kriterleri ise işletme bünyesinde yer alan Lojistik Departmanındaki uzmanlar belirlemiştir.

AHP ve TOPSIS kombinasyonu ile 3PL hizmet sağlayıcıların öncelik değerleri hesaplanırken kullanılan bu kriterler aşağıdaki gibidir:

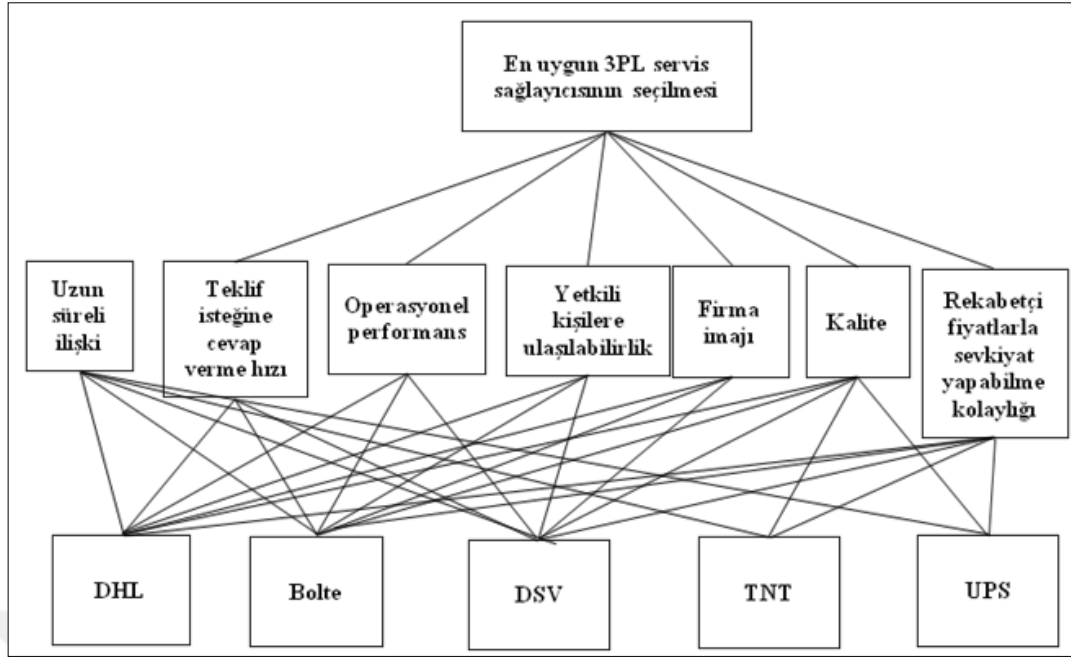
- 1. Teklif isteğine cevap verme hızı:** Siparişler onaylandıktan sonra 3PL hizmet sağlayıcılarından teklif talebinde bulunmaktadır. Bazı 3PL hizmet sağlayıcıları bu teklif taleplerine geç cevap verebilmektedir. Planlamada aksaklık yaşanmaması adına değerlendirmede bu kriter de dikkate alınmıştır.
- 2. Operasyonel performans:** İşletme için müşterilere siparişlerin zamanında ulaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu da 3PL hizmet sağlayıcılarının operasyonel performansları ile ilgilidir. Firma bu konuda ne kadar iyi ise, teslimatta yaşanan sıkıntılar da o kadar azalmaktadır.
- 3. Yetkili kişilere ulaşılabilirlik:** Bazı sevkiyatlarda gümrükte veya taşıma esnasında problemler ortaya çıkabilmektedir. Bu gibi durumlarda problemi daha hızlı çözebilmek ancak yetkili kişilerle mümkün olmaktadır. Bu sebeple işletmedeki uzman personeller değerlendirmede bu kriteri de baz almak istemişlerdir.

4. **Firma imajı:** Bu kriterde firmanın pazara ne kadar hakim olduğu, benzer ürünlerdeki tecrübesinin fazlalığı gibi bilgiler dikkate alınmıştır.
5. **Kalite:** Burada 3PL hizmet sağlayıcısının yönetimindeki etkinliği ve genel olarak performansları dikkate alınmış, buna göre bir değerlendirme yapılmıştır.
6. **Rekabetçi fiyatlarla sevkiyat yapabilme kolaylığı:** Onaylanan her sipariş için çalışılan bütün 3PL hizmet sağlayıcılarından fiyat istenmektedir. Buradaki en önemli unsurlardan birisi ise bu firmaların uygun fiyatlarla geri dönüş yapmasıdır.
7. **Uzun süreli ilişki:** Bu kriterde ise 3PL hizmet sağlayıcısı ile işletme arasındaki iletişim ve firmanın işletmeye sevkiyat hakkında aktardığı bilgiler dikkate alınmıştır. Burada sevkiyatların takibi ve izlenebilirliği de en önemli unsurlardan biridir.

5.3. 3PL Hizmet sağlayıcılarının Önceliklendirilmesi

- **AHP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi**

Adım 1: İşletme için oluşturulan hiyerarşik yapı aşağıdaki Şekil 5.1' de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. İşletmenin hiyerarşik yapısı

Adım 2: Hiyerarşide belirlenen her bir kriter, Saaty tarafından önerilen önem derecesi skalasına göre karşılaştırılmıştır.

Adım 3: İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi aşağıda Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 2. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Kriterler	Teklif isteğine cevap verme hızı	Operasyonel Performans	Yetkili kişilere ulaşılabilirlik	Firma İmajı	Kalite	Rekabetçi fiyatlarla sevkiyat yapabilme kolaylığı	Uzun süreli ilişki
Teklif isteğine cevap verme hızı	1,0000	0,1667	2,0000	0,3333	0,2500	0,1429	0,5000
Operasyonel Performans	6,0000	1,0000	7,0000	4,0000	3,0000	0,5000	5,0000
Yetkili kişilere ulaşılabilirlik	0,5000	0,1429	1,0000	0,2500	0,2000	0,1250	0,3333
Firma İmajı	3,0000	0,2500	4,0000	1,0000	0,5000	0,2000	2,0000
Kalite	4,0000	0,3333	5,0000	2,0000	1,0000	0,2500	3,0000
Rekabetçi fiyatlarla sevkiyat yapabilme kolaylığı	7,0000	2,0000	8,0000	5,0000	4,0000	1,0000	6,0000
Uzun süreli ilişki	2,0000	0,2000	3,0000	0,5000	0,3333	0,1667	1,0000

Adım 4: Kriterlerin özvektörleri hesaplanmıştır.

Çizelge 5. 3. Kriterlerin normalizasyon ve özvektör değerleri

Normalizasyon							Özvektör
0,0426	0,0407	0,0667	0,0255	0,0269	0,0599	0,0280	0,0415
0,2553	0,2443	0,2333	0,3057	0,3232	0,2097	0,2804	0,2646
0,0213	0,0349	0,0333	0,0191	0,0215	0,0524	0,0187	0,0288
0,1277	0,0611	0,1333	0,0764	0,0539	0,0839	0,1122	0,0926
0,1702	0,0814	0,1667	0,1529	0,1077	0,1048	0,1682	0,1360
0,2979	0,4887	0,2667	0,3822	0,4309	0,4194	0,3364	0,3746
0,0851	0,0489	0,1000	0,0382	0,0359	0,0699	0,0561	0,0620

Adım 5: Kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir.

Çizelge 5. 4. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Kriterler	Ağırlıklar
Teklif isteğine cevap verme hızı	0,0415
Operasyonel Performans	0,2646
Yetkili kişilere ulaşılabilirlik	0,0288
Firma İmajı	0,0926
Kalite	0,1360
Rekabetçi fiyatlarla sevkiyat yapabilme kolaylığı	0,3746
Uzun süreli ilişki	0,0620

AHP yöntemi ile belirlenen bu kriter ağırlıkları TOPSIS yönteminde 3PL hizmet sağlayıcıların önceliklendirilmesi için kullanılacaktır.

- TOPSIS yöntemi ile öncelik değerlerinin belirlenmesi

Adım 1: Karar matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan karar matrisi Çizelge 5.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5. 5. Karar Matrisi

Alternatifler	Kriterler							
	D_{ij}	Teklif isteğine cevap verme hızı	Operasyonel performans	Yetkili kişilere ulaşılabilirlik	Firma imajı	Kalite	Rekabetçi fiyatlarla sevkiyat yapabilme kolaylığı	Uzun süreli ilişki
DHL		7	3	5	8	9	10	8
Bolte		3	7	6	4	5	8	3
DSV		5	5	3	1	4	9	2
UPS		9	10	8	6	7	6	5
TNT		6	9	1	2	6	4	4

Adım 2: Standart karar matrisi oluşturulmuştur ve Çizelge 5.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 6. Standart karar matrisi

Normalizasyon (Standart Karar Matrisi)	D _{ij}	1	2	3	4	5	6	7
	1	0,4950	0,1846	0,4303	0,7273	0,6255	0,5803	0,7365
	2	0,2121	0,4308	0,5164	0,3636	0,3475	0,4642	0,2762
	3	0,3536	0,3077	0,2582	0,0909	0,2780	0,5222	0,1841
	4	0,6364	0,6155	0,6885	0,5455	0,4865	0,3482	0,4603
	5	0,4243	0,5539	0,0861	0,1818	0,4170	0,2321	0,3682

Adım 3: Ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulmuş ve Çizelge 5.7’de gösterilmiştir. Burada kriter ağırlıkları için AHP yönteminden elde edilen sonuçlar kullanılmıştır.

Çizelge 5. 7. Ağırlıklı standart karar matrisi

Ağırlıklı Standart Karar Matrisi	D _{ij}	1	2	3	4	5	6	7
	1	2,0527	4,8848	1,2374	6,7365	8,5072	21,7353	4,5667
	2	0,8797	11,3979	1,4849	3,3683	4,7262	17,3883	1,7125
	3	1,4662	8,1413	0,7424	0,8421	3,7810	19,5618	1,1417
	4	2,6392	16,2826	1,9798	5,0524	6,6167	13,0412	2,8542
	5	1,7595	14,6544	0,2475	1,6841	5,6714	8,6941	2,2834

Adım 4: İdeal ve negatif ideal çözümler oluşturulmuş ve Çizelge 5.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 8. İdeal ve negatif ideal çözümler

İdeal çözüm	2,6392	16,2826	1,9798	6,7365	8,5072	21,7353	4,5667
Negatif ideal çözüm	0,8797	4,8848	0,2475	0,8421	3,7810	8,6941	1,1417

Adım 5: Ayrım kriterleri hesaplanmıştır ve Çizelge 5.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 9. Ayrım kriterlerinin hesaplanması

Ayrım Kriterlerinin Hesaplanması			
S_1^+	11,4371	S_1^-	15,5320
S_2^+	8,9379	S_2^-	11,2756
S_3^+	11,9468	S_3^-	11,3710
S_4^+	9,2158	S_4^-	13,5501
S_5^+	14,6725	S_5^-	10,0899

Adım 6: İdeal çözüme göre yakınlık hesaplanmış ve Çizelge 5.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 10. İdeal çözüme göre yakınlığın hesaplanması

İdeal Çözüme Göre Yakınlığın Hesaplanması (C _i)	3PL Hizmet sağlayıcısı
0,5759	DHL
0,5578	Bolte
0,4877	DSV
0,5952	UPS
0,4075	TNT

Son olarak TOPSIS yöntemi ile 3PL hizmet sağlayıcılarının öncelik değerleri bulunmuştur. Burada en yüksek değere sahip olan firma en çok seçilmesi gereken firmadır. Yani yüksek değere sahip olan firmalar seçildiği takdirde kriterlere göre en iyi performans gösteren firmanın seçimi sağlanmış olacaktır.

5.4. Önerilen Matematiksel Model

Uygulamanın bu bölümünde, AHP ve TOPSIS ile elde edilen öncelik değerleri de dahil edilerek çok amaçlı ağırlıklı hedef programlama modeli önerilmiştir.

5.4.1. Oranlama Yöntemi İle Hedef Ağırlıklarının Hesaplanması

Firmadaki uzman personeller karar verici olarak ele alınmış ve her bir hedef için önem derecelerine göre 1-10 skalası aralığında değer vermişlerdir. Daha sonra yukarıda anlatıldığı gibi ağırlıklar oranlama yöntemine göre hesaplanmıştır.

Hesaplanan bu ağırlıklar aşağıda Çizelge 5.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 11. Karar vericilerin amaçlar için verdikleri önem skalaları

Amaçlar	Karar vericiler									
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
Maliyet minimizasyonu	10	9	10	8	7	9	10	8	7	9
Zamanında teslimat oranının maksimizasyonu	7	8	8	6	8	8	7	6	6	6
Teklif-fatura tutarlılık oranının maksimizasyonu	2	4	3	4	3	4	6	5	4	7
Problemlili teslimat oranının minimizasyonu	6	5	7	5	6	7	5	5	8	5
Öncelik değerlerinin maksimizasyonu	5	6	6	7	5	6	4	6	7	7
Toplam	30	32	34	30	29	34	32	30	32	34

Çizelge 5. 12. Amaçların oranlama yöntemi ile belirlenen ağırlıkları

Amaçlar	Ağırlıklar										W
	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	W ₆	W ₇	W ₈	W ₉	W ₁₀	
Maliyet minimizasyonu	0,33	0,28	0,29	0,27	0,24	0,26	0,31	0,27	0,22	0,26	0,27
Zamanında teslimat oranının maksimizasyonu	0,23	0,25	0,24	0,20	0,28	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18	0,22
Teklif-faturlar tutarlılık oranının maksimizasyonu	0,07	0,13	0,09	0,13	0,10	0,12	0,19	0,17	0,13	0,21	0,13
Problemler teslimat oranının minimizasyonu	0,20	0,16	0,21	0,17	0,21	0,21	0,16	0,17	0,25	0,15	0,19
Öncelik değerlerinin maksimizasyonu	0,17	0,19	0,18	0,23	0,17	0,18	0,13	0,20	0,22	0,21	0,19

5.4.2. Problemin Çözümü İçin Veri Setinin Belirlenmesi

Problemin çözümü için işletmenin mevcuttaki 10 adet siparişi ele alınmıştır. Yani işletmenin 10 siparişinin her biri için hangi 3PL hizmet sağlayıcısının seçilmesi gerektiği ağırlıklı hedef programlama ile bulunacaktır.

Bu 10 iş için ilgili veriler aşağıda Çizelge 5.13’de gösterilmiştir. Çizelge 5.14’te ise her bir sipariş için 3PL hizmet sağlayıcı ve taşıma şekli kombinasyonunda oluşan değişken maliyetler verilmiştir. Çizelge 5.14’te bazı değerlerin yüksek olmasının sebebi, bazı firmaların bazı taşıma şekillerini altyapı yetersizliğinden dolayı gerçekleştirilemeyip dışarıdan tedarik etmek zorunda kalmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 5. 13. Her bir işin ağırlığını ve satış değerini gösteren sipariş detayları

Veriler					
İş No	Kap Adedi	Siparişin Ağırlığı (kg)	Siparişin Satış Değeri (Euro)	Teslim Yeri (Ülke / Şehir)	Talep Edilen Teslim Şekli
1	7	66	7.000	Birleşik Arap Emirlikleri / Abu Dhabi	DAP
2	9	398	16.000	Katar / Doha	DAP
3	3	90,73	6.850	İsrail / Tel Aviv	FCA
4	4	287,14	7.850	Suudi Arabistan / Rabigh	DDP
5	4	116	5.700	Birleşik Arap Emirlikleri / Abu Dhabi	DAP
6	6	93,18	6.500	Bahreyn / Manama	DAP
7	2	61,8	8.050	Tayland / Bangkok	CIP
8	1	388	12.750	Suudi Arabistan / Al Khobar	DDP
9	2	85	5.350	Amerika Birleşik Devletleri / Shelby	DDP
10	2	52	9.250	Endonezya / Jakarta	CIP

Burada, örneğin 1 numaralı iş için sipariş 7 adet kaptan oluşmaktadır ve siparişin ağırlığı 66 kg'dır. Siparişin satış değeri 7.000,00 Euro'dur. Sipariş Birleşik Arap Emirlikleri ülkesinde Abu Dhabi şehrine DAP teslim şekli ile ulaştırılacaktır.

Çizelge 5. 14. 3PL hizmet sağlayıcıların verdikleri değişken maliyetler

Firmalar	Taşıma Şekilleri	Siparişler									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DHL	Express	430	10.068	250	10.161	720	755	9.350	9.002	167	10.168
	Havayolu	10.202	9.148	10.599	9.790	10.602	9.209	10.442	9.357	9.798	9.895
	Denizyolu	10.691	9.917	9.553	10.467	9.591	10.780	10.094	9.549	9.305	9.981
	Karayolu	10.646	9.936	9.224	10.763	9.214	10.663	10.327	9.752	9.042	10.450
BOLTE	Express	9.011	9.937	10.864	10.053	10.121	9.841	10.830	9.849	9.110	10.701
	Havayolu	9.909	1.775	10.096	1.650	10.757	10.172	1.100	1.320	10.791	250
	Denizyolu	10.226	10.943	10.753	9.562	10.501	9.079	10.636	9.176	9.537	9.801
	Karayolu	9.936	9.850	9.337	9.394	10.182	10.807	9.145	9.198	10.433	9.274
DSV	Express	10.481	9.534	10.525	10.227	9.512	10.447	10.738	10.002	10.460	10.066
	Havayolu	9.656	2.000	10.698	1.500	10.052	10.663	1.210	1.000	10.469	385
	Denizyolu	10.447	9.793	10.278	9.937	10.126	9.962	10.418	10.966	9.656	10.559
	Karayolu	10.131	9.999	9.781	10.326	9.962	10.336	9.591	9.669	10.103	9.003
UPS	Express	500	10.675	350	10.114	850	880	9.669	10.219	103	10.552
	Havayolu	10.111	10.328	9.308	9.411	9.859	9.428	10.090	10.081	10.751	9.942
	Denizyolu	9.775	10.314	9.847	10.178	9.997	9.925	10.532	9.371	10.946	10.169
	Karayolu	9.318	10.109	9.914	10.352	9.351	9.895	9.056	9.441	10.966	9.292
TNT	Express	10.583	10.307	10.325	10.958	10.457	9.985	10.562	10.352	10.100	10.266
	Havayolu	9.763	1.900	10.740	1.750	9.962	10.322	1.300	1.250	10.896	300
	Denizyolu	9.667	9.704	10.751	10.977	9.412	9.886	9.273	10.539	9.774	10.993
	Karayolu	9.789	10.391	10.516	9.142	9.360	9.422	10.809	9.469	9.897	9.735

5.4.3. Matematiksel Model

Problemin tanımında anlatılan sistem kısıtları ve belirlenen 5 hedef doğrultusunda önerilen matematiksel model bütün haliyle aşağıda sunulmuştur.

Notasyonlar:

$k_i = i$. siparişin ağırlığı (kg) $i=1, 2, \dots, 10$

$q_i = i$. siparişin satış değeri (€) $i=1, 2, \dots, 10$

$c_{ijk} = i$. siparişe j . firmanın k . taşıma şekli için verdiği fiyat

$i= 1, 2, \dots, 10; j= 1,2, \dots, 5; k= 1, 2, 3, 4$

$z_j = j$. firmanın zamanında teslimat oranı $j= 1,2, \dots, 5$

$t_j = j$. firmanın teklif – fatura tutarlılık oranı $j= 1,2, \dots, 5$

$p_j = j$. firmanın problem yaşanan teslimat oranı $j= 1,2, \dots, 5$

$a_j = j$. firmanın öncelik değerleri $j= 1,2, \dots, 5$

$W_l = l$. hedefin oranlama yöntemi ile bulunan ağırlıkları $l= 1, 2, \dots, 5$

$d_l^- = l$. hedef değerinin altında kalım düzeyi $l= 1, 2, \dots, 5$

$d_l^+ = l$. hedef değerinin aşılma düzeyi $l= 1, 2, \dots, 5$

$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & i.\text{siparişi } j.\text{ firmanın } k.\text{ taşıma şekli ile gerçekleştirmesi durumu} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases} \quad i= 1, 2, \dots, 10; j= 1,2, \dots, 5; k= 1, 2, 3, 4$

Amaç Fonksiyonu:

Amaç fonksiyonunda hedeflenenler aşağıda ifade edildiği gibidir. Her bir hedef için oranlama yöntemi ile bulunan ağırlıkları da amaçların yanında yer almaktadır.

1. Maliyetin minimizasyonu ($W_1 = 0,27$)
2. Zamanında teslimat oranının maksimizasyonu ($W_2 = 0,22$)
3. Teklif fatura tutarlılık oranının maksimizasyonu ($W_3 = 0,13$)
4. Problemlili teslimat oranının minimizasyonu ($W_4 = 0,19$)
5. Firmaların öncelik değerlerinin maksimizasyonu ($W_5 = 0,19$)

$$\text{Min } Z = W_1 * d_1^+ + W_2 * d_2^- + W_3 * d_3^- + W_4 * d_4^+ + W_5 * d_5^-$$

Kısıtlar:

1. Paket ağırlığı 150 kg'ın, sipariş değeri 7500 Euro'nun altında olduğu durumda taşıma şekli sadece Express olmalı.

$$\forall i=1, 2, \dots, 10 \quad k_i \sum_{j=1}^5 x_{ij1} \leq 150 \quad (5.1)$$

$$\forall i=1, 2, \dots, 10 \quad q_i \sum_{j=1}^5 x_{ij1} \leq 7500 \quad (5.2)$$

2. Paket ağırlığı 151 - 400 kg arasında olduğu durumda taşıma şekli hava yolu olmalı.

$$\forall i=1, 2, \dots, 10 \quad k_i \sum_{j=1}^5 x_{ij2} \geq 151 \quad (5.3)$$

$$\forall i=1, 2, \dots, 10 \quad k_i \sum_{j=1}^5 x_{ij2} \leq 400 \quad (5.4)$$

3. Paket ağırlığı 401 - 600 kg arasında olduğu durumda taşıma şekli deniz yolu olmalı.

$$\forall i=1, 2, \dots, 10 \quad k_i \sum_{j=1}^5 x_{ij3} \geq 401 \quad (5.5)$$

$$\forall i=1, 2, \dots, 10 \quad k_i \sum_{j=1}^5 x_{ij3} \leq 600 \quad (5.6)$$

4. Paket ağırlığı 600 kg'dan fazla olduğu durumda taşıma şekli kara olmalı.

$$\forall i=1, 2, \dots, 10 \quad k_i \sum_{j=1}^5 x_{ij4} \geq 601 \quad (5.7)$$

5. Taşıma şekli Express olursa taşımayı sadece 1 veya 4 numaralı firmalar gerçekleştirebilir.

$$\forall i=1, 2, \dots, 10 \quad x_{i11} + x_{i41} = 1 \quad (5.8)$$

6. Her iş yalnızca bir firmaya atanabilir.

$$\forall i=1, 2, \dots, 10 \quad \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^4 x_{ijk} = 1 \quad (5.9)$$

7. Maliyetin mimizasyon edilmesi hedef kısıtı

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^4 c_{ijk} * x_{ijk} + d_1^- - d_1^+ = 8000 \quad (5.10)$$

8. Zamanında teslimat oranının maksimizasyon edilmesi hedef kısıtı

$$\sum_{j=1}^5 z_j \sum_{i=1}^{10} \sum_{k=1}^4 x_{ijk} + d_2^- - d_2^+ = 5 \quad (5.11)$$

9. Teklif – fatura tutarlılık oranının maksimizasyon edilmesi hedef kısıtı

$$\sum_{j=1}^5 t_j \sum_{i=1}^{10} \sum_{k=1}^4 x_{ijk} + d_3^- - d_3^+ = 4 \quad (5.12)$$

10. Problemlı teslimat oranının mimizasyon edilmesi hedef kısıtı

$$\sum_{j=1}^5 p_j \sum_{i=1}^{10} \sum_{k=1}^4 x_{ijk} + d_4^- - d_4^+ = 3,5 \quad (5.13)$$

11. Öncelik değerlerinin maksimizasyon edilmesi hedef kısıtı

$$\sum_{j=1}^5 a_j \sum_{i=1}^{10} \sum_{k=1}^4 x_{ijk} + d_5^- - d_5^+ = 1 \quad (5.14)$$

$$12. d_j^+, d_j^- \geq 0 \quad (5.15)$$

$$x_{ijk} = 0 \text{ yada } 1 \quad (5.16)$$

5.4.4. Matematiksel Modelin Çözümü

Önerilen model, firmanın son bir yıllık verileri kullanılarak, mevcut 10 adet siparişı için IBM ILOG CPLEX optimizasyon yazılımının 12.6.2 versiyonunda 5 amaç, 210 karar değişkeni ve 14 kısıt grubu altında 1 dakikanın altında çözümlenerek her bir siparişı için en uygun 3PL hizmet sağlayıcısı belirlenmiştir. Modelin çözümü neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda Çizelge 5.15 ve 5.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 15. Modelin çözüm sonuçları

Sipariş Numarası	Belirlenen 3PL Hizmet sağlayıcısı	Belirlenen Taşıma Şekli
1	UPS	Express
2	Bolte	Hava
3	UPS	Express
4	Bolte	Hava
5	UPS	Express
6	UPS	Express
7	Bolte	Kara
8	Bolte	Hava
9	UPS	Express
10	Bolte	Kara

Amaç Fonksiyonu Değeri	1,81
-------------------------------	------

Çizelge 5. 16. Amaç fonksiyonunda kullanılan sapma değişkenleri

Sapma Değişkenleri	Değer
d_1^+	0
d_2^-	5
d_3^-	4
d_4^+	0
d_5^-	1

Burada hangi siparişi hangi firmanın hangi taşıma şekli ile gerçekleştirdiği yer almaktadır. Örneğin, 1 numaralı siparişi UPS firması Express taşıma şekli ile gerçekleştirmiştir. Çıkan amaç fonksiyonu değerinin ve sapma değişkenlerinin

küçüklüğü ise modelin sonucunun tutarlı olduğunu göstermektedir. Burada maliyetin minimize edilmesi ve problem yaşanan teslimat oranının minimize edilmesi amaçlarında sapma değişkeninin 0 çıkması, amaçların tam olarak gerçekleştirildiğini göstermektedir. Zamanında teslimat oranı maksimize edilirken 5 birimlik, teklif – fatura tutarlılık oranı maksimize edilirken 4 birimlik ve öncelik değerleri maksimize edilirken 1 birimlik bir sapma oluşmuştur.

Model, 3 farklı senaryoda çalıştırılarak, senaryolar için elde edilen sonuçlar aşağıda Çizelge 5.17’de gösterilmiştir. Buradaki ana çözüm ilk çözülen ağırlıklı hedef programlama modelinin çözümleridir.

Çizelge 5. 17. Senaryo çözümleri

Senaryo / Çözüm	Amaç Fonksiyon Değeri	Atama Sırası (Hizmet Sağlayıcı)	Atama Sırası (Taşıma Şekli)	Tutarlılık
Ana Çözüm	1,81	2-4-2-2-4-4-2-4-2-4	4-1-2-4-1-1-2-1-2-1	Tutarlı
Senaryo 1	2	2-4-2-2-4-4-2-4-2-4	4-1-2-4-1-1-2-1-2-1	Tutarlı
Senaryo 2	3,5	2-4-2-2-4-4-1-4-2-4	4-1-2-4-1-1-1-1-2-1	Tutarlı
Senaryo 3	2,07	2-4-2-2-4-4-2-4-2-4	4-1-2-4-1-1-2-1-2-1	Tutarlı

- Senaryo 1: Amaçların eşit ağırlıklı olarak ele alınıp modelin çözüldüğü senaryodur.
- Senaryo 2: Bu senaryoda ise subjektif değer yargıları dikkate alınarak, firmadaki uzman personeller tarafından bir amaç sırası belirlenmiş ve bu amaçlar belirli sırada çözümlenerek bir sonuç elde edilmiştir. Birinci sırada maliyetin minimize edilmesi, 2. sırada problemlili teslimat oranının minimize edilmesi, 3. sırada zamanında zamanında teslimat oranının maksimize edilmesi, 4. sırada teklif – fatura tutarlılık oranının maksimize edilmesi ve 5.

sırada hizmet sağlayıcıların öncelik değerlerinin maksimize edilmesi amaçlanmıştır.

- Senaryo 3: Hizmet sağlayıcıların öncelik değerlerinin maksimize edilmesi amaçlar arasından çıkarılarak model 4 amaç fonksiyonu için, amaç ağırlıkları diğer 4 taneye dağıtılarak çözülmüştür.

Bu senaryolar sonucunda ortaya çıkan atama değerlerinin, firmadaki uzman personeller tarafından kontrolü sağlanarak işletme gerçekleri ile tutarlılığı doğrulanmıştır. Amaç fonksiyonundaki farklı sonuçlar değerlendirildiğinde ve uzman personellerin görüşleri dikkate alındığında ise en iyi sonucu veren senaryonun, en düşük amaç fonksiyonu değerine sahip olan ve en analitik sonucu ortaya koyan, ağırlıklı hedef programlama ile çözülen model olduğu görülmektedir.

Bu doğrultuda ağırlıklı hedef programlama modelinin çözümünden elde edilen sonuca göre, ele alınan 10 sipariş için taşıma işlemleri programda atanan firmalara, atanan taşıma şekilleri ile yaptırılmıştır. Bu doğrultuda işletmenin belirlediği performans göstergelerinde Çizelge 5.18’te gösterildiği gibi, zamanında teslimat oranında %7, teklif – fatura tutarlılık oranında %33, problem yaşanan teslimat oranında ise %29’luk bir iyileştirme sağlanmıştır. Her bir performans için belirlenen ağırlıklar iyileştirme oranları ile çarpılarak sonuçta %21’lik bir iyileştirme gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 5. 18. Çözüm sonucu iyileştirme oranları

Performans göstergeleri	Zamanında teslimat oranı	Teklif - fatura tutarlılık oranı	Problem yaşanan teslimat oranı
Çalışma öncesi işletme verileri	56%	60%	28%
Modelin çözülmesi sonucu ortaya çıkan veriler	60%	80%	20%
İyileştirme oranları	7%	33%	29%
Performans ağırlıkları	0,41	0,24	0,35
Toplam iyileştirme	21%		

6. SONUÇ

İşletmeler için lojistik en önemli maliyet unsurlarından birisidir ve 3PL hizmet sağlayıcının seçim kararı sırasında pek çok önemli karar kriteri bulunmaktadır. Dolayısıyla bu kararı verirken kullanılacak yöntem ve algoritmaları doğru seçmek büyük önem arz etmektedir. İşletmeler açısından 3PL hizmet sağlayıcılarının seçiminin ne kadar önemli olduğu ayrıca Bölüm 1’de de ifade edilmiştir. Bütün bu önem faktörleri baz alındığında literatürde ilk kez ulaştırma sektöründe çok modlu uluslar arası taşımacılık konusunda uygulama sonuçlarını gösteren bir model önerilerek, ele alınan firmanın siparişleri bazında en uygun 3PL hizmet sağlayıcısının seçilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak, AHP yönteminin bütün kriterlerin ana amaca olan katkısının ayrı ayrı değerlendirilmesi avantajı ve TOPSIS yönteminin alternatifler arasında en iyi seçimin yapılmasına imkan sağlaması düşünülerek, 3PL hizmet sağlayıcılarının önem derecelerini belirlemek amacı ile AHP TOPSIS kombinasyonundan yararlanılmıştır. Bu öncelik değerlerinin ve firmanın performans kriterlerinin maksimizasyonunu ve maliyetin minimizasyonunu amaçlayan bir, çok amaçlı ağırlıklı hedef programlama modeli önerilerek, firmanın Bölüm 5.4.4’te gösterilen gerçek verileri kullanılarak mevcut 10 siparişi için model IBM ILOG CPLEX optimizasyon yazılımının 12.6.2 versiyonunda çözülerek, sipariş bazında en uygun 3PL hizmet sağlayıcıları seçilmiştir. Ayrıca model farklı senaryolarda çözülerek çıkan sonuçlar incelenmiştir. Bölüm 5.4.4’te de anlatıldığı gibi, farklı senaryolardan elde edilen sonuçlar ile ağırlıklı hedef programlamadan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, daha analitik sonuçlar vermesi sebebiyle ağırlıklı hedef programlama modeli kullanılmıştır. Modelin ağırlıklı hedef programlama ile çözümü sonucunda, amaç fonksiyonu değerinin 1,81 bulunması ve sapma değişkenlerinin çok küçük değerler alması modelin tutarlılığını da açıkça ortaya koymaktadır.

Matematiksel modelin sonucuna göre, ele alınan bu 10 sipariş için taşıma işlemleri programda atanan firmalara, atanan taşıma şekilleri ile yaptırılmıştır. Bu doğrultuda işletmenin belirlediği performans göstergelerinde Bölüm 5.4.4’te de gösterildiği gibi, zamanında teslimat oranında %7, teklif – fatura tutarlılık oranında %33, problem yaşanan teslimat oranında ise %29’luk bir iyileştirme sağlanmıştır. Burada çalışma

öncesi işletme verileri için firmanın son 1 yıllık siparişleri ele alınmıştır. Model ise Bölüm 5.4.4'te de verilen firmanın mevcut 10 siparişinin verileri kullanılarak çalıştırılmıştır ve bu sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu performans göstergelerinin ağırlıkları için Bölüm 5.4.1'de oranlama yöntemi ile hesaplanmış olan zamanında teslimat oranının önem ağırlığı için 0,41; teklif – fatura tutarlılık oranının önem ağırlığı için 0,24; problem yaşanan teslimat oranının önem ağırlığı için ise 0,35 baz alınmıştır. Bu önem dereceleri her bir performans göstergesinin iyileştirme oranları ile çarpılarak toplamda %21'lik bir iyileştirme sağlandığı firmadaki uzman personellerin doğrulaması ile birlikte tespit edilmiştir.

Ele alınan problemin sonucunda maliyet kalemi ile ilgili bir iyileştirme yorumu yapılamamasının sebebi, her siparişte sipariş ağırlığına bağlı olarak 3PL hizmet sağlayıcıların verdiği fiyatın değişkenlik göstermesidir. Yani siparişin ağırlığı arttığında maliyet artacak, azaldığında ise aynı şekilde maliyet yine azalacaktır. Maliyet ile ilgili yorum yapabilmek için aynı ağırlıkta ve hacimde olan siparişler için atama yapılmalıdır. Ancak işletmenin reel durumu için, sipariş bazlı satış gerçekleştiğinden ve her siparişin kendine özgü ağırlığı ve hacmi olması sebebiyle maliyet ile ilgili bir iyileştirme oranı verilememektedir.

Bölüm 5.4.4'te çözüm sonucu iyileştirme oranlarında da görüldüğü üzere problemin çözümünde optimal sonuç elde edilmiştir. Amaç fonksiyonu değeri ise 1,81 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar ve elde edilen küçük değerdeki sapma değişkenleri kullanılan yöntemlerin etkinliğini ortaya koymaktadır. Firma için elde edilen dikkat çekici bu bulgular, kurulan modelin tutarlılığını göstermekle birlikte, iyileştirmeler dikkate alındığında 3PL hizmet sağlayıcı seçiminde literatüre katkı sağlandığı görülmektedir. Ele alınan bu problem için firma sipariş bazlı satış stratejisi geliştirdiği için, siparişler bölünememekte ve her bir müşteriye siparişi doğrultusunda gönderim yapılmaktadır. Ancak problemin ihtivası genişletilerek ileriki çalışmalar düşünüldüğünde, literatürdeki eksikliği de gidermek ve daha analitik sonuçların (tedarikçi ve beraberinde atanacak sipariş miktarının belirlenmesi gibi) elde edilmesini sağlamak amacıyla; tamsayı çalışabilmesi, çok amaçlı problemlere adapte olabilmesi, öncelik değerlerini belirleyebiliyor olması ve AHP ile

TOPSIS'ten gelen subjektifliği kırabiliyor olması sebebiyle problemin Kısıt Programlama ile çözümlü önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Aguezzoul, A., Pires, S., 3PL performance evaluation and selection: A MCDM method. Supply Chain Forum: An International Journal. 17 (2): 87-94, 2016.
- Alp, S., Doğrusal hedef programlama yönteminin otobüsle kent içi toplu taşıma sisteminde kullanılması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 7 (13): 73-91, 2008.
- Altan, Ş., Aydın, E.K., Bulanık dematel ve bulanık topsis yöntemleri ile üçüncü parti lojistik firma seçimi için bütünlük bir model yaklaşımı. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 20 (3): 99-119, 2015.
- Andersson, D., Norrman, A., Procurement of logistics services a minutes work or a multi-year project. European Journal of Purchasing & Supply Management. 8 (1): 3-14, 2002.
- Araz, C., Ozfirat, P.M., Ozkarahan, I., An integrated multicriteria decision-making methodology for outsourcing management. Computers & Operations Research. 34 (12): 3738-3756, 2007.
- Barker, T.J., Zabinsky, Z.B., A multicriteria decision making model for reverse logistics using analytical hierarchy process. Omega the International Journal of Management Science. 39 (5): 558-573, 2011.
- Bianchini, A., 3PL provider selection by ahp and topsis methodology. An International Journal. 25 (1): 235-252, 2016.
- Bottani, E., Rizzi, A., A fuzzy topsis methodology to support outsourcing of logistic services. Supply Chain Management: An International Journal. 11 (4): 294-308, 2006.

- Chen, F.Y., Hum, S.H. ve Sun, J., Analysis of third-party warehousing contracts with commitments. *European Journal of Operational Research*. 131 (3): 603-610, 2001.
- Chen, J., Wang, S., Li, X. ve Liu, W., Directed graph optimization model and its solving method based on genetic algorithm in fourth party logistics. *IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics*. 2 (2): 1961–1966, 2003.
- Chiang, Z., Tzeng, G.H., A third party logistics provider for the best selection in fuzzy dynamic decision environments. *International Journal of Fuzzy Systems*. 11 (1): 1-9, 2009.
- Çakır, E., Tozan, H., Vayvay, O., A method for selecting third party logistic service provider using fuzzy ahp. *Journal of Naval Science and Engineering*. 5 (3): 38-54, 2009.
- Çakır, S., Perçin, S., Çok kriterli karar verme teknikleriyle lojistik firmalarında performans ölçümü. *Ege Akademik Bakış*. 13 (4): 449-459, 2013.
- Daim, T.U., Udbye, A., Balasubramanian, A., Use of analytic hierarchy process (AHP) for selection of 3PL providers. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 24 (1): 28-51, 2012.
- Datta, S., Samantra, C., Mahapatra, S.S., Mandal, G., Majumdar, G., Appraisalment and selection of third party logistics service providers in fuzzy environment. *Benchmarking: An International Journal*. 20 (4): 537-548, 2011.
- Domingues, M.L., Reis, V., Macario, R., A comprehensive framework for measuring performance in a thirdparty logistics provider. *Transportation Research Procedia*. 10 (1): 662-672, 2015.
- Dündar, A.O., Zerenler, M., Bir Un fabrikasında hedef programlama uygulaması. *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. 11 (21): 73-94, 2011.

- Dündar, S., Ders seçiminde analitik hiyerarşi proses uygulaması. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 13 (2): 217-226, 2008.
- Eren, T., Gür, S., Online Alışveriş Siteleri İçin AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile 3PL firma seçimi. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 10 (2): 819- 834, 2017.
- Erkayman, B., Gündoğar, E., Yılmaz, A., An integrated fuzzy approach for strategic alliance partner selection in third-party logistics. The Scientific World Journal. 2012 (1): 1-6, 2012.
- Govindan, K., Grigore, M.C. ve Kannan, D., Ranking of third party logistics provider using fuzzy electre II. Computers and Industrial Engineering (CIE) 40th International Conference on, Temmuz 2010, Awaji-Japonya, s. 1-5, 2010.
- Govindan, K., Khodaverdi, R., Vafadarnikjoo, A., A grey DEMATEL approach to develop third-party logistics provider selection criteria. Industrial Management & Data Systems. 116 (4): 690-722, 2015.
- Göl, H., Çatay, B., Third-party logistics provider selection: insights from a Turkish automotive company. Supply Chain Management: An International Journal, 12 (6): 379-384, 2007.
- Görener, A., Depolama faaliyetleri için lojistik servis sağlayıcı seçiminde önemli değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi. 10 (22): 173-192, 2014.
- Guoyi, X., Xiaohua, C., Research on the third party logistics supplier selection evaluation based on AHP and entropy. Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (MEC), International Conference, Ağustos 2011, Jilin-Çin, s. 788-792, 2011.
- Gül, H., Dış Kaynak kullanma nedenleri ve taşıdığı riskler: İmalat sanayiinde bir uygulama. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi. 4 (1): 157-184, 2005.

- Gülen, K.G., Lojistik hizmetlerde dış kaynak kullanımının yaygınlaşması ve tedarikçi işletmelerde gelişim stratejileri. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 4 (8): 29-48, 2005.
- Gürcan, Ö.F., Yazıcı, İ., Beyca, Ö.F., Arslan, Ç.Y., Eldemir, F., Third party logistics (3PL) provider selection with AHP application. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 235 (1): 226 – 234, 2016.
- Güzel, D., Tüzemen, A., Yaprak, B., Firmaların 3PL (Üçüncü parti lojistik) hizmet sağlayıcılarını seçerken kullandıkları kriterler üzerine bir çalışma: Erzurum ihracatçıları örneği. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 31 (3): 775-792, 2017.
- Hamdan, A., Rogers, K.J., Evaluating the efficiency of 3PL logistics operations. International Journal of Production Economics, 113 (1): 235–244, 2008.
- Hertz, S., Alfredsson, M., Strategic development of third party logistics providers. Industrial Marketing Management. 32 (2): 139-149, 2003.
- Huo, H., Wei, Z., Grey multi-hierarchical evaluation of third party logistics providers in the environment of supply chain. IEEE, Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 4th International Conference, Ekim 2008, Dalian-Çin, s. 1-4, 2008.
- Hwang, B., Chen, T., Lin, J., 3PL selection criteria in integrated circuit manufacturing industry in Taiwan. Supply Chain Management: An International Journal. 21 (1): 103-124, 2016.
- Ignizio, J., P., Goal Programming and Extension, Lexington Books, Toronto, 126-148 (1976).

- Jharkharia, S., Shankar, R., Selection of logistics service provider: an analytic network process (ANP) approach. *Omega The International Journal of Management Science*. 35 (3): 274-289, 2007.
- Kasture, S.S., Qureshi, M.N., Kumar, P., Gupta, I., FAHP sensitivity analysis for selection of third party logistics (3PL) service providers. *The Icfai University Journal of Supply Chain Management*, 5 (4): 41-60, 2008.
- Ko, H.J., Ko, C.S., Kim, T., A hybrid optimization/simulation approach for a distribution network design of 3PLs. *Computers and Industrial Engineering*. 50 (4): 440–449, 2006.
- Kulak, O., Kahraman, C., Fuzzy multi-attribute selection among transportation companies using axiomatic design and analytic hierarchy process. *Information Sciences*. 170 (2): 191-210, 2005.
- Kumar, M., Vrat, P., Shankar, R., A multi-objective 3PL allocation problem for fish distribution. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 36 (9): 702-715, 2006.
- Kuruüzüm, A., Atsan, N., Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*. 1 (1): 83-105, 2001.
- Li, F., Li, L., Jin, C., Wang, R., Wang, H., Yang, L., A 3PL supplier selection model based on fuzzy sets. *Computers & Operations Research*. 39 (8): 1879-1884, 2012.
- Lieb, R.C., Randall, H.L., A comparison of the use of third-party logistics services by large american manufacturers. *Journal of Business Logistics*. 17 (1): 305-320, 1996.
- Liu, H.T., Wang W.K., An integrated fuzzy approach for provider evaluation and selection in third-party logistics. *Expert Systems with Applications*, 36 (3): 4387–4398, 2009.

- Orsoni, A., Bandinelli, R., Simulation-based DSS for the systematic assessment of outsourcing strategies. *International Journal of Simulation*, 6 (7- 8): 1–9, 2005.
- Osorio, J.C., Manotas, D.F., Rivera, L., Prioritization of operational risks for third party logistics suppliers - 3PL. *Informacion Tecnologica*. 28 (4): 135-144, 2017.
- Özbek, A. Üçüncü parti lojistik firma seçiminin çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile belirlenmesi. Doktora Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 2012.
- Özbek, A., Eren, T., Analitik ağ süreci yaklaşımıyla üçüncü parti lojistik (3PL) firma seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 27 (1): 95-113, 2013.
- Özbek, A., Eren, T., Üçüncü parti lojistik firma seçiminde kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemleri: literatür araştırması. *Journal of Engineering and Natural Sciences*. 31 (1): 178-202, 2013.
- Özcan, E., Ünlüsoy, S., Eren, T., A combined goal programming – AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 78 (2017): 1410–1423, 2017.
- Özder, E.H., Tedarikçi seçiminde analitik ağ süreci ve hedef programlama tekniklerinin entegrasyonu: örnek olay çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 2015.
- Perçin, S., Evaluation of third-party logistics (3PL) providers by using a two-phase AHP and TOPSIS methodology. *Benchmarking: An International Journal*. 16 (5): 588-604, 2009.
- Qureshi, M.N., Kumar, D., Kumar, P., Selection of potential 3PL services providers using TOPSIS with Interval data. *Industrial Engineering and Engineering Management*, IEEE International Conference, Aralık 2007, Singapur-Singapur, s. 1512-1516, 2007.

- Rajesh, R., Pugazhendhi, S., Ganesh, K., Ducq, Y., Koh, S.C.L., Generic balanced scorecard framework for third party logistics service provider. *Int. J. of Production Economics*. 140 (1): 269-282, 2012.
- Raut, R., Kharat, M., Kamble, S., Kumar, C.S., Sustainable evaluation and selection of potential third-party logistics (3PL) providers an integrated MCDM approach. *Benchmarking: An International Journal*. 25 (1): 76-97, 2016.
- Ravi, V., Selection of third-party reverse logistics providers for end-of-life computers using TOPSIS-AHP based approach. *International Journal of Logistics Systems and Management*. 11 (1): 24-37, 2012.
- Razzaque, M.A., Sheng C.C., Outsourcing of logistics functions: a literature survey. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 28 (2): 89-107, 1998.
- Saat, M., Çok amaçlı karar vermede bir yaklaşım: analitik hiyerarşi yöntemi. *G.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi*. 2 (2000), 149-162, 2000.
- Sharma, S.K., Kumar, V., Optimal selection of third-party logistics service providers using quality function deployment and taguchi loss function. *Benchmarking: An International Journal*. 22 (7): 1281-1300, 2014.
- Shyjith, K., Ilangkumaran, M., Kumanan, S., Multi-criteria decision-making approach to evaluate optimum maintenance strategy in textile industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 14 (4): 375-386, 2008.
- Singh, R, K., Gunasekaran, A., Kumar, P., Third party logistics (3PL) selection for cold chain management: a fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS approach. *Annals of Operations Research*. 267 (1-2): 531-553, 2017.
- Sink, H.L., Langley, C.J., A managerial framework for the acquisition of third party logistics services. *Journal of Business Logistic*. 18 (2): 163-189, 1997.

- Soh S.H., A Decision model for evaluating third-party logistics providers using fuzzy analytic hierarchy process. *African Journal of Business Management*. 4 (3): 339-349, 2010.
- Tafti, M.H.A., Risks Factors associated with offshore it outsourcing. *Industrial Management & Data Systems*. 105 (5): 549-560, 2006.
- Tang, Q., Xie, F., A holistic selecting third-party logistics providers in fourth-party logistics. *Proceedings of the Seventh International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Kunming, Temmuz 2008, Kunming-Çin*, s. 1653-1668, 2008.
- Vijayvargiya, A., Dey, A.K., An analytical approach for selection of a logistics provider. *Management Decision*. 48 (3): 403 – 418, 2010.
- Wang, D., Guo, W., Chen, K..A., Method of third-party logistics providers selection and transportation assignments with FAHP and GP. *IEEE Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 4th International Conference, Ekim 2008, Dalian-Çin*, s. 1-4, 2008.
- Xu W., Zhao S., Lu L., Empirical study on selection and evaluation of TPL based on CS. *IEEE, International Conference on Uncertainty Reasoning and Knowledge Engineering, Ağustos 2011, Bali-Endonezya*, s. 56-59, 2011.
- Yayla, A.Y., Öztekin, A., Gümüş, A.T., Gunasekaran, A.A., Hybrid data analytic methodology for 3PL ransportation provider evaluation using fuzzy multi-criteria decision making. *International Journal of Production Research*. 53 (20): 6097-6113, 2015.
- Ye, B., Liu, Y., Research on selection of third party logistics enterprise based on goal programming. *E-Business and E-Government (ICEE), Mayıs 2011, Shanghai-Çin*, s. 77-780, 2011.

Yıldız, M.S., Turan, İ., Lojistik dış kaynak kullanımı ve lojistik hizmet sağlayıcılarının rolü: türkiye çelik boru üretim işletmelerinde bir araştırma. *Business and Economics Research Journal*. 6 (1): 79-105, 2015.

Zhang, H., Li, X., Liu, W., An AHP/DEA methodology for 3PL vendor selection in 4PL. *Computer Supported Cooperative Work in Design II 2005. Lecture Notes in Computer Science*. 3865, 646-655, 2006.

Zhang, J., Nault, B.R., Tu, Y., A dynamic pricing strategy for a 3PL provider with heterogeneous customers. *Int. J. Production Economics*. 169: 31-43, 2015.

Zhou, J., Li, B., Wang Y., Research on the third party supplier of reverse logistics selection under low-carbon economic society. *Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (MEC), International Conference, Ağustos 2011, Jilin-Çin*, s. 2547 – 2550, 2011.