

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK SEKTÖRÜNÜN GELİŞİMİ VE BİR
ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK FİRMASI İLE MÜŞTERİSİ ARASINDA
ÖRNEK BİR AĞ SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

AHMET SERHAT ULUDAĞ

Haziran-2006

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK SEKTÖRÜNÜN GELİŞİMİ ve BİR
ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK FİRMASI İLE MÜŞTERİSİ ARASINDA
ÖRNEK BİR AĞ SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Hazırlayan
Ahmet Serhat ULUDAĞ

Danışman:
Doç. Dr. İsmail EROL

BOLU-2006

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE,

Ahmet Serhat ULUDAĞ' a ait, **“Üçüncü Parti Lojistik Sektörünün Gelişimi ve Bir Üçüncü Parti Lojistik Firması İle Müşterisi Arasında Örnek Bir Ağ Sisteminin Geliştirilmesi”** adlı çalışma, jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı)

: Doç. Dr. İsmail EROL

Üye

: Doç. Dr. Ramazan SARI

Üye

: Yrd. Doç. Dr. Mehmet ERYİĞİT

Prof.Dr. Uğur ESER
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ÖZET

ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK SEKTÖRÜNÜN GELİŞİMİ ve BİR ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK FİRMASI İLE MÜŞTERİSİ ARASINDA ÖRNEK BİR AĞ SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Ahmet Serhat ULUDAĞ

Yüksek Lisans Tezi

İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İsmail EROL

Haziran 2006, 141 Sayfa

Bu tez çalışmasında öncelikle; üçüncü parti lojistik (3PL) kavramı detaylı olarak incelenmiş, Türkiye ve Dünya’da 3PL sektörünün gelişimi, ilgili literatür ortaya konarak sergilenmiştir. Bir sonraki aşamada ise, kavramsal boyutları ve gelişimi belli bir çerçevede sunulan 3PL sektörünün karşı karşıya kaldığı karar süreçleri üzerinde durulmuştur. Bu kararlar; stratejik, taktiksel ve operasyonel seviyelerde ortaya konduktan sonra stratejik kararlar kapsamı içinde yer alan tedarik zinciri ağ tasarımı problemi yoğunlaşma alanı olarak belirlenmiştir. Tedarik zinciri ağ tasarımı, sayısal analizlerin kullanımını zorunlu kılan karmaşık problemlerden oluşmaktadır. Bu nedenle, yapmış olduğumuz bu çalışmada, bir 3PL firması ile müşterisi olan bir perakendeci firmanın tedarik zinciri ağ tasarımı problemini konu alan bir örnek olay analizine çözüm üretmek üzere doğrusal programlama tabanlı üç farklı karma tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir. 3 PL firması ile perakendeci firma arasındaki ilişkiyi düzenleyecek tedarik zinciri ağının belirlenmesini gerektiren bu modellerin temel hedefi tedarikçilerden depolara, depolardan mağazalara gönderilecek ürün miktarlarının ve toplam sistem maliyetini en küçükleyecek depo sayısının belirlenmesidir. Geliştirilen modeller CPLEX 8.01 paket programı ile çözülerek, elde edilen sonuçlar hem tablolar hem de maddeler halinde ayrıntılı olarak sunulmuştur. Son olarak, geliştirilen üçüncü model üzerinde

duyarlılık analizi yapılarak, ortaya konulan alternatif çözümler karar vericinin dikkatine sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Lojistik, Üçüncü Parti Lojistik, Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama, Tedarik Zinciri Ağ Tasarımı

ABSTRACT

EVOLUTION OF THIRD PARTY LOGISTICS SECTOR AND DEVELOPING A NETWORK SYSTEM BETWEEN A THIRD PARTY LOGISTICS PROVIDER AND ITS CUSTOMER

Ahmet Serhat ULUDAĞ

Master Thesis

Department of Bussines Administration

Thesis Advisor: Associate Prof. İsmail EROL

June, 2006, 143 pages

In this thesis, first, third party logistics (3 PL) as a concept is analyzed in detail and the development of 3 PL industries in Turkey and other countries is demonstrated by reviewing the related literature. In the second phase, the decision making processes of 3 PL industries whose conceptual aspects and progress have been displayed are emphasized. Once these decisions have been clarified as strategic, tactical and operational level, supply chain network problems included in strategic level decisions have been decided to be our main scope. Supply chain network problems consist of sophisticated problems which require utilizing quantitative models. Therefore, in this thesis, three alternative mixed integer programming models are developed to solve a supply chain network problem based on a case study regarding a 3 PL company and retailer. The models that coordinate supply chain network between a 3 PL company and retailer aim to determine the amount of products delivered to the warehouses and stores from suppliers and warehouses, respectively, and to calculate the number of warehouses that minimize the total system cost. The proposed models are solved using CPLEX 8.01, which is a

commercial software package, and the results obtained are displayed on the tables and explained in details. Finally, alternative solutions derived by a sensitivity analysis are generated and demonstrated to the decision makers.

Key Words: Logistics, Third Party Logistics, Mixed Integer Linear Programing, Supply Chain Network Design

TEŞEKKÜR

Tez süresi boyunca bana büyük emeği geçen, bana rehberlik eden ve beni sabırla dinleyen sevgili tez danışmanım sayın hocam Doç. Dr. İsmail EROL'a, özellikle uygulama aşamasında bütün sorularım karşısında değerli zamanını bana ayıran İşletme Bölümü öğretim üyelerinden sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet ERYİĞİT' e ve yüksek lisans dönemi boyunca bilgi birikimlerini ve yardımlarını hiç esirgemeyen tüm A.İ.B.Ü. İ.İ.B.F. İşletme Bölümü Sayın Hocalarıma, benim bu günlere gelmemi sağlayan ve bana her zaman destek olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
ÖZGEÇMİŞ.....	xiv
I. BÖLÜM: GİRİŞ	1
II. BÖLÜM: TEMEL LOJİSTİK KAVRAMLAR.....	4
2.1 Lojistiğin Tarihsel Gelişimi	5
2.2 Lojistiğin Tanımı.....	7
2.3 Temel Lojistik Faaliyetler	9
2.4 Tedarik Zinciri Yönetiminin Bir Alt Alanı Olarak Lojistik.....	10
2.4.1 Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi	10
III. BÖLÜM : ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK.....	12
3.1 Üçüncü Parti Lojistiğin Tanımı.....	12
3.2 Üçüncü Parti Lojistik Hizmet Sağlayıcıların Sınıflandırılması	15
3.3 Üçüncü Parti Lojistiğin Gelişimi	18
3.4 Üçüncü Parti Lojistik Hizmet Kullanımının Sağladığı Avantajlar	23
3.5 Üçüncü Parti Lojistik Hizmet Kullanımının Yarattığı Dezavantajlar.....	28
IV. BÖLÜM: LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	31
V. BÖLÜM: AĞ TASARIMININ GENEL ÖZELLİKLERİ, DOĞRUSAL PROGRAMLAMA VE KARMA TAMSAYILI PROGRAMLAMANIN AĞ TASARIMINDA KULLANIMI.....	46
5.1 Ağ Tasarımının Genel Özellikleri.....	46
5.2 Ağ Tasarımı Problemine İlişkin Verilerin Toplanması.....	47
5.3 Ağ Tasarımı Problemlerinin Modellenmesi.....	47
5.3.1 Doğrusal Programlama (DP).....	47
5.3.2 Karma Tamsayılı Programlama (KTP)	50
5.3.3 Ağ Tasarımı Probleminde Kullanılabilecek Örnek Bir Model	51
VI. BÖLÜM: BİR ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK FİRMASININ AĞ TASARIMI PROBLEMİ, MODEL ÖNERİLERİ VE ÇÖZÜMLERİ	54
6.1 Bir Üçüncü Parti Lojistik Firmasının Ağ Tasarımı Problemi	54
6.2 Veri Toplama	56
6.3 Üçüncü Parti Lojistik Firmasının Ağ Tasarımı Probleminin Çözümü İçin Geliştirilen Modeller	57
6.3.1 Model 1: Tek Ürün Sevkıyatı ve Mağazaların Tek Depodan Ürün Alması	58
6.3.2 Model 1: Mağazalara Tek Depodan Beş Ürün Grubunun Sevk Edilmesi	60
6.3.3 Model 2: Bir Ürün Sevkıyatı ve Mağazaların Farklı Depolardan Ürün Alabilmesi	62
6.3.4 Model 3: Birden Fazla Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkıyatı.....	64
6.4 Ağ Tasarımı Problemine İlişkin Veriler.....	66

6.5 Ağ Tasarımı Problemine İlişkin Modellerin Çözümleri ve Elde Edilen Sonuçlar.....	68
6.5.1 Model 1: Tek Ürün Sevkıyatı ve Mağazaların Tek Depodan Ürün Alması	68
6.5.1.1 Sonuçlar:	70
6.5.2 Model 2: Bir Ürün Sevkıyatı ve Mağazaların Farklı Depolardan Ürün Alması	72
6.5.2.1 Sonuçlar:	74
6.5.3 Model 3: İki Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkıyatı	75
6.5.3.1 Sonuçlar:	77
6.5.4 Model 3: Üç Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkıyatı.....	78
6.5.4.1 Sonuçlar:	80
6.5.5 Model 3: Dört Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkıyatı Durumu.....	81
6.5.5.1 Sonuçlar:	83
6.5.6 Model 3: Beş Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkıyatı	84
6.5.6.1 Sonuçlar:	87
6.5.7 Tek Depodan Mağazalara Beş Ürün Grubunun Sevkıyatının Yapılması .	88
Bu modelde beş ürün grubunun, mağazalara sadece bir depodan gönderilmesi kuralı esas alınmıştır.	88
6.5.7.1 Sonuçlar:	90
6.6 Duyarlılık Analizi.....	91
6.6.1 Duyarlılık Analizlerinde Kullanılan Veriler	92
6.6.2 Belirlenen Parametrelerde Yapılan Değişikliklerin Model 3'ün Sonuçları Üzerine Etkisi.....	93
6.6.2.1 Mağaza Taleplerindeki % 3'lük Artış	94
6.6.2.2 Mağaza Taleplerindeki % 3'lük Azalış.....	96
6.6.2.3 Depo Kapasitelerinin % 10 Artırılması.....	97
6.6.2.4 Depo Kapasitelerinin % 20 Artırılması.....	99
6.6.2.5 Tedarikçi Kapasitelerinin % 10 Artırılması	101
6.6.2.6 Tedarikçi Kapasitelerinin % 20 Artırılması	102
VII. BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER	105
EKLER.....	116
EK-1: Beş Ürün Grubu İçin Model 3'ün CPLEX 8.01'deki Çözümü	116

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1: 2003-2004 Yılları Arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde Kullanılan 3 PL Hizmetler	38
Tablo 2: Ürün Gruplarına Göre Depo Kapasiteleri	66
Tablo 3: Tedarikçilerden Depolara Bir Birim Ürünün Taşıma Maliyeti (YTL) (C_{ij})	67
Tablo 4: Depolardan Mağazalara Bir Birim Ürünün Taşıma Maliyeti (YTL) (d_{js}) ...	67
Tablo 5: Depoların Sabit Maliyetleri	67
Tablo 6: Mağazaların Ürün Gruplarına Göre Talepleri	67
Tablo 7: Ürün Gruplarına Göre Tedarikçi Kapasiteleri	67
Tablo 8: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Miktarları.....	70
Tablo 9: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Toplam Ürün Miktarları	70
Tablo 10: Mağazaların Açılan Depolardan Ürün Alıp Almama Durumu.....	70
Tablo 11: Açılan Depolar.....	70
Tablo 12: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Miktarları.....	73
Tablo 13: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Miktarları (X_{js})	73
Tablo 14: Açılan depolar.....	73
Tablo 15: Tedarikçilerden Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı (U_{ijk})	76
Tablo 16: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden k Ürünü Miktarı (X_{jsk})	76
Tablo 17: Açılan Depolar.....	77
Tablo 18: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı.....	79
Tablo 19: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı	80
Tablo 20: Açılan Depolar.....	80
Tablo 21: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları.....	82
Tablo 22: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları.....	83
Tablo 23: Açılan Depolar.....	83
Tablo 24, 25 ve 26'da sonuçlar tablolaştırılarak sunulmuştur.	86
Tablo 24: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları.....	86
Tablo 25: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı.....	86
Tablo 26: Açılan Depolar.....	87
Tablo 27, 28 ve 29'da sonuçlar tablolaştırılarak sunulmuştur.	89
Tablo 27: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı.....	90
Tablo 28: Mağazaların (s) Açılan Depolardan (j) Ürün Alıp Almama Durumu.....	90
Tablo 29: Açılan Depolar.....	90
Tablo 30: Mağaza Taleplerinde % 3 Oranında Artış	92
Tablo 31: Mağaza Taleplerinde % 3 Oranında Azalış	92
Tablo 32: Depo Kapasitelerinin % 10 Oranında Artması	92
Tablo 33: Depo Kapasitelerinin % 20 Oranında Artması	93
Tablo 34: Depo Kapasitelerinin % 10 Oranında Azalması.....	93
Tablo 35: Depo Kapasitelerinin % 20 Oranında Azalması.....	93
Tablo 36: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı.....	94
Tablo 37: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı	94
Tablo 37: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı (Devamı). ..	95
Tablo 38: Açılan Depolar.....	95
Tablo 39: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı	96
Tablo 40: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı	96
Tablo 41: Açılan Depolar.....	97

Tablo 42: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı.....	98
Tablo 43: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı	98
Tablo 44: Açılan Depolar	98
Tablo 45: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı.....	99
Tablo 46: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı	99
Tablo 47: Açılan Depolar	100
Tablo 48: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı.....	101
Tablo 49: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı	101
Tablo 50: Açılan Depolar	101
Tablo 51: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları.....	102
Tablo 52: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları.....	103
Tablo 53: Açılan Depolar	103

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Lojistiğin Rolü.....	9
Şekil 2: 3 PL Hizmet Sağlayıcılarının Problem Çözme Yeteneği ve 3 PL Sağlayıcının Pozisyonu	16
Kaynak: Susanne Hertz, Monica Alfredson, “Strategic development of third party logistics providers”, <i>Industrial Marketing Management</i> , 32, 2003, p.141.	16
Şekil 3: 3 PL Firmalarının Genel Problem Çözme ve Müşteri Uyumu Yeteneklerine Göre Sınıflandırılması	16
Şekil 4: Tedarik Zinciri Ağ Tasarımı Problemi	55

KISALTMALAR LİSTESİ

3 PL:	Üçüncü Parti Lojistik
4 PL:	Dördüncü Parti Lojistik
CSCMP:	Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri
LODER:	Lojistik Derneği
DP:	Doğrusal Programlama
LSP:	Lojistik Hizmet Sağlayıcı
KTP:	Karma Tamsayılı Programlama
SOLE:	Lojistik Mühendisleri Birliği
TZÜ:	Tam Zamanında Üretim
TZY:	Tedarik Zinciri Yönetimi
Yedi D:	Yedi Doğru

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı:	Ahmet Serhat ULUDAĞ
Sürekli Adresi:	T.C. Abant İzzet Baysal Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü - BOLU
Doğum Yeri ve Yılı:	ANKARA / 27.10.1979
Yabancı Dili:	İngilizce
İlköğretim:	Atatürk İlkokulu / 1990 / ERZURUM
Ortaöğretim:	Gülsüm Sami Kefeli İlköğretim Okulu / 1993 / SAMSUN Namık Kemal Lisesi / 1996 / SAMSUN
Lisans:	Gazi Üniversitesi / 2002 / ANKARA
Yüksek Lisans:	T.C. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü / BOLU
Anabilim Dalı:	İşletme Ana Bilim Dalı
Bilim Dalı:	Üretim Yönetimi ve Pazarlama

I. BÖLÜM: GİRİŞ

Günümüzde müşterilerin kendi beklentilerine göre özelleştirilmiş ürünleri uygun miktarda ve hızda teslim alma arzusu, bunun yanı sıra yerel ve küresel ekonomilerde yaşanan ani dalgalanmaların yaratmış olduğu risklere dayalı gelişmeler, şirketlerin iş yapma biçimlerini sorgulamalarını gerekli kılmıştır. Günümüzün rekabetçi koşullarına ayak uydurmayı ve sonuç olarak müşterilerine daha iyi hizmet sunmayı hedefleyen şirketler yeni yönetim stratejileri geliştirmekte ve yeni çözüm ortakları ile çalışmayı arzu etmektedirler. Bu bağlamda; şirketlerin kendi öz yetkinlikleri dışındaki faaliyetlerine ilişkin maliyet azaltıcı önlemler alma arzuları dış kaynak kullanımını yaygınlaştıran temel etmen olmuştur.

Örneğin, lojistik faaliyetlerini bütünsel bir yapıda yönetmek için gerekli teknoloji, ekipman ve insan kaynağına sahip olmayan pek çok şirket, lojistik süreçlerinin tamamını ya da bir kısmını yürütecek firmalarla birlikte çalışma yoluna gitmişlerdir. Şirketlerin; depolama, etiketleme, stok kontrol, uluslararası nakliye, ambalaj, gümrükleme ve iç dağıtım gibi faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi için bu faaliyetleri aynı çatı altında toplayarak müşterilerin farklı gereksinimlerine en uygun sürelerde, rekabet edebilir maliyetlerle çözüm üretmeyi hedefleyen lojistik şirketleri doğmuştur. Bu bağlamda, tedarik zinciri üzerinde temel lojistik faaliyetlerinden taşıma, dağıtım, stoklama v.b hizmetlerinin sunulmasına Üçüncü Parti Lojistik (3PL), bu hizmetleri sunan firmalara da 3 PL firmaları adı verilmektedir.

3 PL firmaları, müşterilerinin giderek artan beklentilerine cevap vermek amacıyla tedarik zinciri üzerinde yer alan diğer firmalara benzer olarak; stratejik, taktiksel ve operasyonel anlamda kararlar almak zorundadırlar. Bu karar süreçlerinden, stratejik seviyede olanlar uzun dönemde firmaları etkileme özelliğine sahip olup; tesis sayı ve yerlerinin, kapasitelerinin ve tesisler arası ürün akışının belirlenmesi üzerinde yoğunlaşmaktadırlar. 3 PL firmalarının karşı karşıya kalmış oldukları stratejik kararların, müşterilerin beklentilerine cevap verebilecek sonuçları

beraberinde getirmesi, bu karar süreçlerine müşterilerin de katılmasını zorunlu kılmaktadır.

3 PL genel çerçevesi altında, bu tez çalışmasının üç temel hedefi vardır:

1. Üçüncü parti lojistiğin kavramsal altyapısının sergilenmesi ve literatürün incelenmesi.
2. 3 PL sektörünün Türkiye ve Dünyadaki gelişiminin ortaya konması ve saha araştırmalarına dayalı literatürün analiz edilmesi.
3. Bir 3 PL firması ile ortaklık anlaşması yapan ulusal bir perakendecinin, birlikte yürütmeyi planladıkları bir tedarik zinciri ağ tasarımı problemine model önerilerinin geliştirilmesi ve bu modellerin çözülerek yorumlanması.

Araştırmanın üçüncü hedefi olarak ortaya konan tedarik zinciri ağ tasarımı problemleri, özellikleri gereği stratejik kararlar olarak tanımlanmakta ve uzun dönemde firmaları etkilemektedirler. Örnek olay analizine konu olan 3PL firması ile perakendeci firma arasında gerçekleştirilecek tedarik zinciri ağ tasarımının geliştirilmesi süreci hazırlık aşamasındadır ve iki firma bu problemi sezgisel yöntemler dışında bilimsel yaklaşımlara dayalı olarak çözme kararlılıklarını vurgulamışlardır. Bu amaçla, farklı üniversitelerde görev yapan akademisyenlere başvurulmuş ve alternatif model önerilerinin sunulması rica edilmiştir. Bunun üzerine, tez çalışmamızın ana hedeflerinden biri olarak ortaya konan problemin çözümünde kullanılmak üzere karma tamsayılı programlama modelleri geliştirilmiş ve geliştirilen modeller CPLEX 8.1 yazılımı kullanılarak çözülmüştür. Buna ek olarak, problemdeki parametrelerin çözüme olan etkisini ortaya koymak için duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasının, ikinci bölümünde, konunun bir bütünlük içerisinde anlaşılabilmesini sağlamak amacıyla lojistikle ilgili temel bazı kavramlara yer verilecektir. Böylelikle, lojistik ve 3 PL kavramı arasında bir ilişki kurularak kavramın daha iyi anlaşılması mümkün olacaktır.

Üçüncü bölümde, 3 PL kavramı tanımlanacak ve sektörün gelişimi ortaya konacaktır. Bu bölüm kapsamında, 3 PL hizmetlerinin ortaya çıkışı, çeşitleri, hizmet sağlayıcıların türleri, bu hizmetlerin kullanıcılara sağladığı avantajlar ve neden oldukları dezavantajlara değinilecektir.

Dördüncü bölüm, 3 PL hizmet sektörüne yönelik olarak yapılmış kavramsal çalışmaların, alan araştırmalarının ve sayısal tabanlı çalışmaların incelendiği literatür araştırmasını kapsamaktadır. Literatür araştırmasında, 3 PL hizmet kavramını teorik olarak ele alan çalışmaların yanı sıra, çeşitli ülkelerde sektörün incelenmesine yönelik olarak yapılmış alan çalışmalarına ve tedarik zinciri ağ tasarımı geliştirilebilmesi için örnek modeller sunan araştırmalara yer verilecektir.

Beşinci bölüm, bir sonraki bölümde sunulacak olan ağ tasarımı probleminin temelini oluşturacaktır. Bu bölümde, ağ tasarımının genel özelliklerinden, doğrusal ve karma tamsayılı programlamanın temellerinden bahsedilecektir. Buna ek olarak, doğrusal ve karma tamsayılı programlamanın ağ tasarımı problemlerinde kullanımına da değinilecektir.

Altıncı bölüm, bu tez çalışmasının ağırlıklı olarak üzerinde durduğu ağ tasarımı problemini, bu problemin çözümüne yönelik olarak geliştirilmiş modelleri, modellerin çözülmesi sonucunda elde edilen sonuçları ve sonuçların yorumlarını kapsamaktadır. Bu bölümde, ilk olarak ağ tasarımı problemi tanımlanacak ve bu problemin çözümü için geliştirilen karma tamsayılı doğrusal programlama esasına dayalı modeller sergilenecektir. Geliştirilen modellerin CPLEX 8.1 paket programı ile çözülmesiyle elde edilen sonuçlar tablolar halinde sunulacak ve bu tablolar maddeler halinde yorumlanacaktır. Ayrıca bu bölümde duyarlılık analizi gerçekleştirilecektir.

Yedinci ve son bölüm, bu çalışmanın genel bir değerlendirmesinin yapıldığı ve yeni araştırma önerilerinin sunulduğu sonuç ve öneriler kısmını içermektedir.

II. BÖLÜM: TEMEL LOJİSTİK KAVRAMLAR

Köken itibariyle Fransızca olan “lojistik” kelimesi, kavramsal olarak ilk tanımını ve ilk uygulamalarını askeri alanda bulmuştur. Ordunun sefere çıktığı dönemlerde ihtiyaçlarının karşılanması, savaşın kazanılması bakımından hayati önem arz etmekteydi. Her ne kadar, bugünkü kadar karmaşık lojistik faaliyetlerin planlanması ve programlanması söz konusu olmasa da, ordunun ihtiyaçlarının karşılanması için bir planlama ve programlama faaliyetine ihtiyaç duyulmaktaydı; en azından tedarik yollarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu anlamda lojistik; “savaşta veya askeri harekâta, yol, haberleşme, sağlık, yiyecek, içecek ve silah sağlama gibi çok yönlü hizmetleri en akılcı, etkili ve seri biçimde plan ve programa bağlayıp uygulayan hizmetler bütünü”¹ olarak ifade edilebilir.

Askeri alan, sevk ve idare, destek gibi kavramaların geçtiği bir alan ister istemez karşımıza taşıma kavramını çıkarmaktadır. Bunun ise yani taşıma probleminin ilk defa ekonomi alanında incelenmesi, lojistiğin sanılanın aksine çok da yeni bir kavram olmadığını, ortaya çıkışının ekonomi bilimi kadar eski olduğunu göstermektedir. Pek çok iktisatçı taşıma problemleri konusunda çalışmalar yapmış olmasına rağmen Peter F. Drucker’ın 1960 yılında yazmış olduğu makale dikkatleri lojistik konusu üzerine çekmiş ve bu çalışma alana ve alanın gelişimine büyük katkı sağlamıştır. 1960’lardan 1980’lere kadar önemli bir gelişme yaşanmayan lojistik sektöründe;

- Üretim yapısının değişmesi,
- Tüketici istek ve ihtiyaçlarının değişmesi,
- Küreselleşme nedeniyle pazar yapılarında meydana gelen değişimler,
- Yeni pazarların ortaya çıkması,
- Ortaya çıkan yeni pazarlara malların naklinin yarattığı yüksek maliyetler,

¹ Birdoğan Baki, *Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi*, Ankara: Volkan Matbaacılık, 2004, s.1.

- Tüketici istek ve ihtiyaçlarına bağlı olarak gelişen ve değişen ürün çeşidi ve yapısı,
 - Ürün çeşitliliğinin beraberinde getirdiği yeni taşıma sorunları,
 - Akademisyenlerin bu alana olan ilgilerinin artması,
 - Bilişim sektöründe meydana gelen büyük gelişmeler,
- sektörde hızlı bir değişimi de beraberinde getirmiştir.

Kalite, fiyat gibi rekabet araçlarında firmaların hemen hemen aynı düzeyi yakalamaları, lojistik maliyetlerini kıskarak rekabet avantajı sağlamaya zorlamıştır.

Tepe yöneticileri, lojistik faaliyetlerin etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesi suretiyle toplam üretim maliyetlerinde yüzde otuza varan maliyet tasarrufu sağlayabileceklerini fark etmişlerdir. Bu, rekabetin son derece yoğun yaşanmakta olduğu iş hayatında, rekabette bir adım daha öne geçmek isteyen şirketlerin yadsıyamayacakları kadar büyük bir maliyet tasarrufudur.

Lojistik faaliyetlerin toplam üretim maliyetleri üzerindeki büyük etkisinin anlaşılması, şirketlerin bu alana olan ilgisinin artması ve akademisyenlerin de şirketlerin bu ihtiyaçlarına cevap verecek çalışmalar yürütmeye başlamaları lojistiğin öneminin artmasına neden olmuştur.

2.1 Lojistiğin Tarihsel Gelişimi

Lojistik faaliyetlerin daha etkin ve verimli bir şekilde planlanıp yönetilmesi yoluyla sağlanacak maliyet tasarrufu sayesinde lojistiğin artan rekabet ortamında stratejik bir boyut kazanması yeni bir gelişme olmasına karşın, lojistik yeni bir kavram değildir. Buna karşılık son yıllarda, şirketlerin tepe yönetimlerinin, lojistik faaliyetlerin toplam üretim maliyetleri içindeki payının azaltılması yoluyla ciddi anlamda maliyet tasarrufu sağlayabilecekleri gerçeği ortaya çıkmıştır.

Taşımacılık problemlerinin ekonomistler tarafından ele alınması, lojistiğin doğuşunun ekonomi biliminin doğuşuna kadar uzandığının bir kanıtı olarak gösterilebilir. 1850’de Londra’da önemli bir kitap yayımlanmıştır: **“Dionysius Lardner: Railway Economy (Demiryolu Ekonomisi): A Treatise on the New Art of Transportation.”** Bunu takip eden yetmiş beş yıl içerisinde, birçok önde gelen ekonomist lojistik konusunda birçok tanımlayıcı ve analitik yaklaşım ortaya koymuştur. Taussig, Fetter ve Handley bu alanda çalışmalar yapmış ekonomistlerden en tipik olanlardır.²

Geçmişten günümüze lojistik anlayışında yaşanan değişim ve lojistiğin geldiği nokta kronolojik olarak aşağıda sunulmaktadır:

- 1850’de Londra’da Dionysius Lardner: Railway Economy (Demiryolu Ekonomisi): A Treatise on the New Art of Transportation adlı bir kitap yayımlanmıştır. Bu çalışmayı, Taussig, Fetter ve Handley gibi iktisatçıların yaptığı bazı çalışmalar izlemiştir.
- 1956-1965 yılları arasında bütünleşik lojistik kavramı berraklaşmaya başlamıştır.³
- 1962 yılında yazar ve yönetim danışmanı olan Peter F. Drucker’ın Fortune Dergisi’nde yayımlanan makalesi dikkatlerin lojistik konusuna çevrilmesine neden olmuştur. Peter F. Drucker, lojistiğin firma verimliliği açısından üst yönetimin gözünde son sınır taşı olduğunu ifade etmekteydi.⁴
- 1966-1970 yılları arasında lojistik yönetimiyle ilgili çalışmalar bütünleşik sistemi planlamaya ve daha ziyade bir bölümlemeye gitme yolunda gelişmiştir.⁵
- 1971-1979 yılları arasında lojistik sektöründe yaşanan en önemli gelişme, kamu ve özel sektör firmalarında lojistiğin kurumsallaşmasıdır.

² Aktaran; Osman Z. Orhan, *Dünyada ve Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişimi*, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 39, İstanbul, Mega Ajans, 2003, s.9.

³ Baki, *a.g.e.*, s.9.

⁴ Orhan, *a.g.e.*, s.10.

⁵ Baki, *a.g.e.*, s.10.

- 1980’li yılların başında lojistik sektöründe daha hızlı bir gelişme yaşanmaya başlanmıştır. Bu dönemdeki en önemli gelişmeler; taşımada bağlayıcı kuralların azaltılması, bilgi işlem teknolojisine geçiş ve iletişimde ortaya konan yenilikler olarak sıralanabilir.
- 1980 sonrası dönemde bütünleşik lojistik faaliyetler uygulanmaya başlamıştır.
- 1990’lı yıllar firmaların lojistik maliyetleri, lojistik hizmetlerin konsolidasyonu ve dış kaynak kullanımı yoluyla azaltabileceklerini farkına vardıkları dönemler olarak kabul edilmektedir.

2.2 Lojistiğin Tanımı

Literatür, lojistik konusunda yapılmış ortak bir tanımın olmadığını ortaya koymaktadır. Lojistik konusunda farklı tanımlar bulunsa da bu tanımlar temelde aynı çerçevede etrafında lojistiği ele almaktadırlar. Ortaya çıkan farklılıkların ise genelde kavrama bakış açılarından kaynaklandığı söylenebilir. Buna rağmen kavram üzerine ortaya konan tanımlardan bazılarını burada vermek hem kavramın daha iyi anlaşılmasını sağlayacak hem de çalışmamızın genel çerçevesini sunmak adına aydınlatıcı olacaktır.

- Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi’ne (The Council of Supply Chain Management Professionals : CSCMP) göre lojistik; müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için, tüketim noktası ile başlangıç noktası (üretim noktası) arasında malların, hizmetlerin ve bilginin depolanması ve ileriye ve geriye (tersine) doğru malzeme akışını etkili ve verimli bir şekilde planlayan, uygulayan ve kontrol eden tedarik zinciri yönetiminin bir parçasıdır.⁶
- Lojistik Mühendisleri Birliği’nin (Society of Logistics Engineers: SOLE) tanımına göre lojistik; lojistik elemanlarının uygun şekilde göz önünde bulundurulması suretiyle, kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını

⁶ <http://www.cscmp.org/Downloads/Resources/glossary03.pdf> (28.11.2005, Saat: 13.30 itibarıyla)

sağlamak, ürün yaşam çevriminin tüm safhaları boyunca kaynak girdilerinin etkin bir yaklaşımla sisteme etkisini zamanında teminat altına almak için oluşturulan ürün veya sistemin tüm hayatı boyunca kullanılan yönetim destek alanıdır.⁷

- Yedi D'lere (Seven Rights: Yedi Doğru) göre lojistik; doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru durumda, doğru yerde, doğru zamanda, doğru tüketiciye, doğru fiyatla ulaşması demektir.⁸
- Envanter açısından lojistik; hammadde, üretilmekte olan madde ve mamullerin stok kontrolünün ister hareketsiz isterse hareket halinde etkili biçimde sağlanmasıdır.⁹
- Lojistik; malın alındığı noktayla tüketim noktası arasında yer alan hareket, depolama ve ilgili faaliyetlerin yönetilmesidir.¹⁰
- “Lojistik, mamul üretimi için gerekli olan hammadde ve malzemelerin taşınması, depolanması ve stok kontrolü, üretim yerine taşınması, üretimi biten mamullerin depoya taşınması, istiflenmesi ve depolanması ve de satılan mamullerin sevk edilmesi faaliyetlerini kapsamaktadır”.¹¹

Yukarıda verilen tanımların birbirinden farklı olması, her bir tanımın lojistiği farklı bakış açılarıyla ele almasından kaynaklanmaktadır. Tanımların ortak noktası ise; malzemenin kaynağından tüketicisine kadar ulaştırılmasında yapılması gereken tüm faaliyetlerin lojistik kapsamına girdiğidir. Malzeme ya da materyal ise, organizasyonun mallarını yaratması için ayırmış olduğu, somut (işlenmemiş hammadde) ya da soyut (bilgi) olabilen her türlü şeydir.

Şekil 1’de lojistiğin üstlenmiş olduğu rol sergilenmiştir.

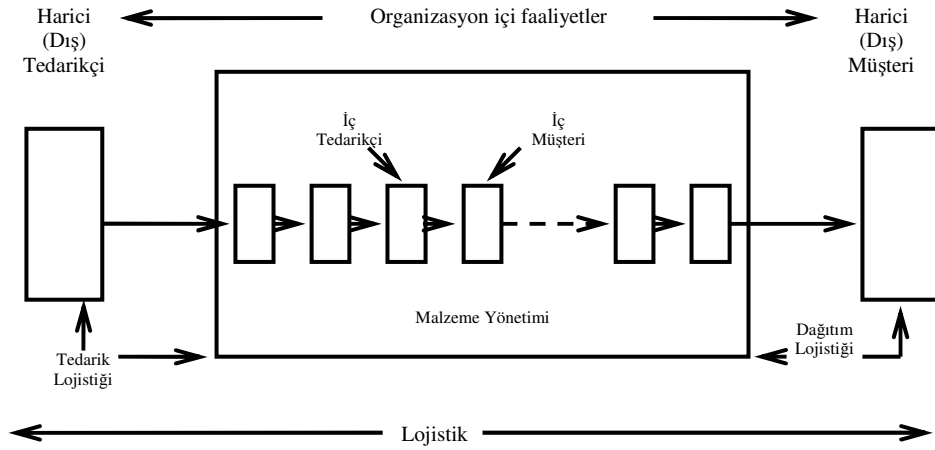
⁷ Baki, *a.g.e.*, s.14. ve <http://www.sole.org>

⁸ Nurettin Doğan, “Dünyadaki Yeni Lojistik Eğilimler ve Türkiye’deki Lojistik Şirketlerinin Durumu”, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, , 1999), s.2.

⁹ Orhan, *a.g.e.*, s.9.

¹⁰ Baki, *a.g.e.*, s.15.

¹¹ Mustafa Aksu, “İşletmelerin Global Çevre Faktörlerine Uyum Sağlama Sürecinde Lojistik Yönetim”, *Pazarlama Dünyası*, Yıl: 16, Sayı: 2002-02 / 92 Mart – Nisan 2002, s.6.



Şekil 1: Lojistiğin Rolü

Kaynak: Donald Waters, *Logistics An Introduction to Supply Chain Management*, Great Britain: Ashford Colour Pres Ltd, , 2003, p.6.

Burada da görüleceği üzere lojistik sistem, tedarik lojistiği (inbound), dağıtım lojistiği (outbound) ve malzeme yönetimi olmak üzere üç kısma ayrılmaktadır. Tedarik lojistiği, tedarikçilerden depolara ya da fabrikalara olan malzeme akışından sorumluyken, dağıtım lojistiği bitmiş malların depolardan ya da fabrikalardan müşterilere ulaştırılması faaliyetini içermektedir. Malzeme yönetimi ise; malzemelerin depo ya da fabrika içinde başka bir ifade ile organizasyon içindeki akışını organize eden bölümdür.

2.3 Temel Lojistik Faaliyetler

Başlangıçta, sadece taşıma ve depolama hizmetlerini kapsayan lojistik faaliyetler, lojistiğin kapsam ve alanının genişlemesi neticesinde zamanla daha fazla hizmeti kapsayacak şekilde çeşitlenmiştir. Günümüzde lojistik, malzeme nakli ve depolanması dışında; stok yönetimi, paketleme, malzeme elleçleme (taşıma), sipariş işleme (sipariş prosesi), tahmin, üretim planlama, satın alma, müşteri hizmetleri, parça ve hizmet desteği, geri dönen malzemelerin taşınması, atıkların geri kazanılması ve imha edilmesi, fabrikaların ve depoların kuruluş yerlerinin belirlenmesi ve iletişim gibi faaliyetleri kapsayacak şekilde daha geniş bir boyut kazanmıştır.¹²

¹² Bülent Kobu, *Üretim Yönetimi*, 11. Baskı, İstanbul: Avcıol Basım Yayın, , 2003, s.242.

2.4 Tedarik Zinciri Yönetiminin Bir Alt Alanı Olarak Lojistik

İşletmeler tarafından lojistiğin stratejik öneminin fark edilmesi, lojistikten beklentilerin de artmasına neden olmuştur. Lojistiğin geleneksel işlevi farklılaşmış başka bir ifade ile sadece malların taşınması ve depolanması faaliyetleri dışına çıkarak, daha çok katma değer yaratan faaliyetleri ya da hizmetleri kapsar hale gelmiştir. Bu yeni gelişmeler tedarik zinciri kavramının ortaya çıkışıyla yeni bir boyut kazanmıştır.

2.4.1 Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi

Günümüz iş dünyasında, tedarik zincirleri arasındaki rekabetin firmalar arası rekabetin önüne geçmesi, tedarik zincirinin tasarımı ve tedarik zincirinde yer alan her bir faaliyetin iyi yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Lojistik, bu gelişmeler sonucunda, tedarik zincirleri üzerinde yerine getirilmesi gereken faaliyetlerden sadece bir tanesi olma özelliğini taşımaktadır.

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals: CSCMP)'ne göre tedarik zinciri şu şekilde tanımlanmaktadır; 1.Hammaddeyle başlayan, nihai müşterinin kullandığı bitmiş mallarla sonlanan tedarik zinciri pek çok firmayı birbirine bağlayan bir süreçtir. 2. Hammaddelerin son tüketiciye (müşteriye) mamul şeklinde teslimine kadarki lojistik süreçte malzeme ve bilginin yer değiştirmesidir (akışıdır). Bütün tedarikçiler, satıcılar ve müşteriler tedarik zincirinde birbirlerine bağlıdır.¹³

APICS sözlüğünde tedarik zinciri; “tedarikçi ile firma arasındaki, hammaddelerle tamamlanmış ürünlerin son tüketimi arasında yer alan süreçler ve ürün ve hizmetlerin müşterilere sunulması için değer zincirini harekete geçiren firma içi ve dışı fonksiyonlar” şeklinde tanımlanmaktadır. Diğer bazı kaynaklar, tedarik

¹³ <http://www.cscmp.org/Downloads/Resources/glossary03.pdf>, s.96.

zincirini; hammadde evresinden başlayarak son kullanıcıya kadar malların hareketi ile ilgili olan faaliyetlerin tümü şeklinde tanımlamaktadırlar. Bu faaliyetler; kaynak ve tedarik, üretim planlama, sipariş süreci, envanter yönetimi, nakliyat, depolama ve müşteri hizmetlerini içermektedir. Bunlara ek olarak tedarik zinciri, tüm faaliyetlerin gözlenmesi için gereken bilgi sistemlerini de kapsamaktadır.¹⁴

Tedarik zinciri yönetimi ise yine Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals: CSCMP) tarafından şöyle tanımlanmaktadır: Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY); dış kaynak kullanma, satın alma ve tüm lojistik yönetim faaliyetlerinde gerekli tüm planlama ve yönetim faaliyetlerini kapsadığı gibi tedarikçiler, aracılar, 3 PL firmaları ve müşterilerin olabileceği kanal üyeleri ile koordinasyon ve işbirliğini de içermektedir. Firmalar arasında arz ve talebi bütünleştirme işlevini temel alan TZY, ana iş fonksiyonları ve iş süreçleri için temel sorumluluğu üstlenmiş bütünleştirici bir fonksiyon görevi görmektedir.¹⁵

¹⁴ Orhan, *a.g.e.*, s.142.

¹⁵ <http://www.cscmp.org/Downloads/Resources/glossary03.pdf>, s.97.

III. BÖLÜM : ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK

İkinci bölümde konunun anlaşılmasını kolaylaştırmak ve bir bütünlük sağlamak amacıyla lojistik konusu üzerinde durulmuş, lojistikle ilgili bazı temel konular genel hatları itibariyle ele alınmaya çalışılmıştır. Bu bölümde ise, 3 PL kavramsal olarak analiz edilecektir.

Bu bağlamda, tanımı, 3 PL'nin ortaya çıkışı, sektörünün gelişimi, 3 PL hizmetlerin ve sağlayıcılarının sınıflandırılması, 3 PL hizmetlerin kullanımının firmalara sağladığı avantajlar ve dezavantajlar ele alınacaktır.

3.1 Üçüncü Parti Lojistiğin Tanımı

Üçüncü parti lojistik kavramının tanımlanması konusunda otoritelerin henüz bir fikir birliğine varamadıkları görülmektedir. Bu durum tıpkı daha önceki bölümde bazı tanımlarını verdiğimiz lojistik kavramında olduğu gibi, tanım yapan kişilerin kavramı farklı açılardan ele alarak incelemesinden kaynaklanmaktadır.

Üçüncü parti lojistik ile ilgili ortak bir tanımın olmaması ve var olanların da çeşitlilik göstermesi nedeniyle kavramla ilgili olarak daha önce yapılmış olan tanımlara yer verilecektir.

- Üçüncü parti lojistik; dış kaynak kullanımı veya sözleşmeli lojistik olarak da adlandırılan, lojistikte ve tedarik zinciri yönetiminde en yanlış anlaşılan terimlerden biri olmaya devam etmektedir. 3 PL; üretici, toptancı ya da perakendeci bir firmanın, lojistik hizmetler konusunda uzman bir firmaya, kendisine bir ya da birkaç lojistik fonksiyonu sağlaması için izin vermesi düşüncesine dayanmaktadır.¹⁶

¹⁶ Paul R. Murphy JR and Donald F. Wood, *Contemporary Logistics*, Eighth Edition, New Jersey: Pearson Prentice Hall, Pearson Education International Inc., 2004, p.47-79.

- CSCMP tarafından yapılan tanıma göre 3 PL; “firmanın tüm lojistik operasyonlarını ya da bir kısmını uzman bir firmaya devretmesi ya da yaptırmasıdır.”¹⁷
- Lojistik Derneği (LODER) tarafından yapılan bir diğer tanımda ise 3 PL firmaları; “müşterilerinin tedârik zinciri içindeki temel lojistik faaliyetlerinden birkaçını üstlenen, ardışık olarak en az üç farklı faaliyet (örneğin depolama, nakliye ve stok yönetimi) konusunda uzman olan lojistik şirketlerdir”¹⁸ şeklinde tanımlanmaktadır.
- Waters (2003), 3 PL kavramını; “bir firmanın lojistik faaliyetlerini başka firmaları kullanarak yerine getirmesi”¹⁹, olarak tanımlanmaktadır.
- “Üçüncü parti lojistik sağlayıcılar; ticari ortaklar ya da partnerler arasında malı taşıyan taraf gibi hareket eden araçlardır”²⁰.
- “Bir 3 PL sağlayıcısı (tedarikçisi), nakliyecisi gibi hareket eden lojistik faaliyetleri yöneten, kontrol eden ve teslim eden bir tedarikçidir.”²¹
- Bir başka tanımda üçüncü parti lojistik; “çoklu lojistik hizmetlerinin en azından yönetiminin tedariğini içeren ve nakliyecisi gibi hareket eden harici bir firma tarafından yerine getirilen faaliyetler”²², olarak tanımlanmaktadır.
- Yine yukarıdaki tanıma benzer bir şekilde, “3 PL; en azından depolama ve nakliyenin uygulanması ve yönetimini kapsayan, nakliyecisi gibi hareket eden lojistik hizmet sağlayıcısı tarafından yerine getirilen faaliyetlerdir” şeklinde tanımlanmaktadır.²³

¹⁷ <http://www.cscmp.org/Downloads/Resources/glossary03.pdf>, s.101.

¹⁸ <http://www.lojistik.org> - Lojistik Terimler Sözlüğü

¹⁹ Waters, a.g.e., s.90.

²⁰ Michiel R.Leenders ve diğerleri, *Purchasing and Supply Management*, Twelfth Edition, New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. , 2002, p.415.

²¹ Susanne Hertz and Monica Alfredson, “Strategic development of third party logistics providers”, *Industrial Marketing Management*, 32, 2003, p.140.

²² Aktaran, Valentina Carbone and Marilyn A. Stone, “Growth and relational strategies used by the European logistics service providers: Rationale and outcomes”, *Transportation Research*, Part E, 41, 2005, p.496.

²³ Peter van Laarhoven, Magnus Berglund and Melvyn Peters, “Third-party logistics in Europe-five years later”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.30, No.5, 2000, p.426.

- Üçüncü parti lojistik hizmetler; “üretim sürecinde malların hızlı taşınmasını, kısa devir zamanını ve tam zamanında teslimatı mümkün kılan hizmetler”²⁴, olarak tanımlanmaktadır.”
- Yapılmış diğer tanımlara benzer bir şekilde, 3 PL başka bir tanımda; dışarıdan bir firmanın (3 PL sağlayıcı), müşteri firmanın lojistik faaliyetlerinin bir kısmını ya da tümünü yerine getirmesi olarak ifade edilmektedir.²⁵
- Üçüncü parti lojistik geleneksel olarak organizasyon içinde yürütülmekte olan lojistik faaliyetlerin organizasyon dışındaki bir firmaya yaptırılmasıdır.²⁶
- “Bir mal, mamul veya hammaddenin kaynağından alınıp son kullanıcıya bitmiş mamul haline gelinceye kadar kullanılan lojistik faaliyetlerin üçüncü bir başka şirket veya kurum tarafından yapılması işlemine 3 PL denir.”²⁷

Önceki araştırmalarda sunulan tanımlar incelendiğinde 3 PL kavramını; firmanın kendi bünyesinde yapmakta olduğu lojistik faaliyetlerin tümünü ya da bir kısmını maliyet tasarrufu, esas faaliyet konusuna odaklanma gibi bazı nedenlerden dolayı lojistik ve lojistik yönetimi konusunda uzmanlaşmış firma dışındaki bir lojistik sağlayıcıya devretmesi olarak tanımlamak mümkündür.

Herhangi bir 3 PL ilişkisinde üç taraf (parti) söz konusudur. Birinci taraf ya da birinci parti; üretici, toptancı veya perakendeci, ikinci parti; birinci partinin müşterisi, son olarak üçüncü parti ise; birinci parti ve onun müşterisi olan ikinci parti arasında nakliyecisi gibi hareket eden, lojistik faaliyetleri yerine getirirken kendisinin

²⁴ Jieming Zhu, Han Swee Lean and Seah Kiat Ying, “The Third-Party Logistics Services and Globalization of Manufacturing”, *International Planning Studies*, Vol.7, No.1, p.89.

²⁵ Rohit Bhatnagar, Amrik S. Sohal and Robert Millen, “Third party logistics services: a Singapore perspective”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.29, No.9, 1999, p.569.

²⁶ Peter Dapiran ve diğerleri, “Third party logistics services usage by large Australian firms”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.26, No.10, 1996, p.36.; Amrik S.Sohal, Robert Millen ve Simon Moss, “A comparison of the use of third-party logistics services by Australian firms between 1995 and 1999”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.32, No.1, 2002, p.59.

²⁷ Orhan, a.g.e., s.117.

sahip olduğu veya olmadığı kaynakları kullanan aracı konumundaki 3 PL hizmet sağlayıcısıdır.²⁸

3.2 Üçüncü Parti Lojistik Hizmet Sağlayıcıların Sınıflandırılması

Konu ile ilgili bazı çalışmalarda 3 PL hizmet sağlayıcıların sınıflandırılmalarına ilişkin sonuçlara yer verilmektedir. Bu sonuçlar kapsamında 3 PL hizmet sağlayıcıların sınıflandırılmasında kullanılan bazı kriterler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Müşteri ile hizmet sağlayıcı arasında yapılan anlaşmanın türü
- Tasarım, yönetim ve ortaklık ilişkisinin kapsamı
- Kişiselleşme ve tahsis derecesi
- Nakliyecisi ve tedarikçinin bilgi seviyesi
- Malzeme akış özellikleri
- Hizmet sağlayıcıların coğrafi kapsamı
- Tedarikçilerin lojistik hizmetlerin ne kadarlık bir bölümünü dışarıdan temin ettikleri
- Hizmet sağlayıcıların 3 PL işini esas faaliyet konusu olarak mı belirledikleri yoksa esas işlerinin yanında ek bir iş olarak mı yaptıkları.²⁹

Hertz ve Alfredson, yaptıkları çalışmada 3 PL hizmet sağlayıcılarını genel problem çözme ve müşteri uyumu yeteneklerine göre bir sınıflandırmaya tabi tutmuşlardır.³⁰ Şekil 2 ve 3'te, genel problem çözme yeteneği ile müşteri uyumu kriterleri göz önüne alınarak 3 PL sağlayıcıları bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Şekil 2'de, 3 PL Hizmet Sağlayıcılarının Problem Çözme Yeteneği ve Üçüncü Parti Lojistik Sağlayıcının Pozisyonu, iki kriter dahilinde düşükten yükseğe doğru giden bir eksenle dört gruba ayrılarak sınıflandırılmıştır.

²⁸ Baki, *a.g.e.*, s.93.; Hertz and Alfredson, *a.g.m.*, p.140.

²⁹ Hertz and Alfredson, *a.g.m.*, p.140.

³⁰ Hertz and Alfredson, *a.g.m.*, p.140-143.

		Müşteri Uyumlaştırma Yeteneği		
		Düşük	Yüksek	
Genel Problem Çözme Yeteneği	Yüksek	Tamamlayıcılar	1	2
	TPL Firmaları			
	Düşük		3	4
		Standart Nakliye Firmaları	Geleneksel Depolama Firmaları	

Şekil 2: 3 PL Hizmet Sağlayıcılarının Problem Çözme Yeteneği ve 3 PL Sağlayıcının Pozisyonu

Kaynak: Susanne Hertz, Monica Alfredson, “Strategic development of third party logistics providers”, *Industrial Marketing Management*, 32, 2003, p.141.

		Nispeten Yüksek	Yüksek
		Yüksek	Nispeten Yüksek
Genel Problem Çözme Yeteneği	Yüksek	Hizmet Geliştirici Örnek: İleri derecede katma değer yaratan hizmetler	Müşteri Geliştirici Örnek: TPL firmaları her bir müşteri için ileri derecede müşteri çözümleri geliştirir. Daha çok danışmanlık rolü üstlenirler
	Nispeten Yüksek	Standart Üçüncü Parti Lojistik Sağlayıcı Örnek: Depolama, dağıtım, paketleme gibi standart lojistik hizmetleri sunarlar.	Müşteri Uyumlaştırıcı Örnek: Müşteri firmanın bir parçası gibidir. Her müşteri için adanmış çözümler gerektirir.

Şekil 3: 3 PL Firmalarının Genel Problem Çözme ve Müşteri Uyumu Yeteneklerine Göre Sınıflandırılması

Kaynak: Susanne Hertz and Monica Alfredson, “Strategic development of third party logistics providers”, *Industrial Marketing Management*, 32, 2003, p.141.

Bunlardan ilki hem genel problem çözme yeteneği hem de müşteri adaptasyon yeteneği düşük olan standart nakliye firmalarıdır. İkinci grupta ise genel problem çözme yetenekleri yüksek müşteri uyum yetenekleri düşük olan tamamlayıcı (bütünleştirici) firmalar yer almaktadır. Üçüncü grupta, genel problem çözme yetenekleri düşük müşteri uyum yeteneği yüksek olan geleneksel depolama firmalarına yer verilirken, son grupta ise; hem genel problem çözme yetenekleri hem de müşteri uyumu yetenekleri yüksek olan 3 PL firmaları yer almaktadır.

Şekil 3'te, hem müşteri uyumu ve hem de genel problem çözme yeteneği bakımından yüksek olarak gösterilen 3 PL hizmet sağlayıcılar kendi içinde dört grupta sınıflandırılarak gösterilmektedir.

Hertz ve Alfredson, tarafından yapılan bu çalışmada, standart 3 PL sağlayıcılar, hizmet geliştiriciler, müşteri uyumlaştırıcıları ve müşteri geliştiriciler aşağıdaki gibi açıklamaktadır:

- Standart 3 PL sağlayıcılar; depolama, dağıtım, toplama* ve paketleme* gibi standart 3 PL hizmetleri sunan firmalar olarak nitelendirilebilir. Bu firmalar, söz konusu hizmetleri genelde esas işlerine ek olarak yani yan iş olarak sunarlar.
- Hizmet geliştirici olarak 3 PL sağlayıcılar; ileri derecede katma değer yaratan hizmetler sunan firmalar olarak tanımlanmaktadır. Bu farklı müşteriler için farklılaştırılmış hizmetlerin, müşteriye özel paketleme, cross-docking*, özel güvenlik sistemleri, izleme* ve kaydetme, sunulmasını gerektirir.

* Toplama: Malzemelerin müşteri talebi doğrultusunda gönderilmek üzere bulunduğu depodaki lokasyonlardan toplanması işlemidir (www.lojistik.org).

* Paketleme: Malzemenin uygun miktar, güvenlik vbg koşullara göre ambalajlanmasıdır. Talebe Göre Paketleme: Müşteri siparişlerine göre ürünlerin paketlenmesine yönelik katma değerli bir hizmettir (www.lojistik.org).

* Cross-docking: Tedârikçiden temin edilen malların depoya alınmadan tasnif edilerek müşterilerin gereksinimlerine göre sevk edilmesi işlemidir. (www.lojistik.org).

* İzleme: Yük, araç ve kap hareketlerinin, bir merkezden izlenerek kaydedilmesidir. (www.lojistik.org).

- Müşteri uyumlaştırıcı; müşterinin mevcut faaliyetlerini üstlenen ve verimliliği geliştiren fakat hizmetleri büyük ölçüde geliştirmeyen 3 PL hizmet sağlayıcısı olarak tarif edilmektedir. Bu tip bir hizmet sağlayıcı, müşterisinin lojistik faaliyetlerinin tümünü üstlenir ve birkaç müşteri ile ilişki içindedir.
- Müşteri geliştirici; 3 PL hizmet sağlayıcıların en ileri ve en zor şeklidir. Tüm faaliyetlerin yerine getirilmesinde, müşteri ile yüksek seviyede bütünleşmeyi gerektirir. Müşteri sayısı sınırlı ve mevcut müşterilerle olan ilişkinin kapsamı geniştir. Bu tip hizmet sağlayıcılar, riski ve ödülleri müşterisiyle paylaşırlar. Müşteri adaptasyoncusu Dördüncü Parti Lojistik'e (4 PL^{*}) çağrışım yapmaktadır.³²

3.3 Üçüncü Parti Lojistiğin Gelişimi

Hertz ve Alfredsson' un "Strategic development of third party logistics providers" başlıklı çalışmalarında sektörün geçirmekte olduğu değişim üç evrede ele alınmış ve her bir evrenin daha iyi anlaşılabilmesi için bazı 3 PL firmaları incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre:³³

Birinci dalga, 1980'li yılları kapsayan geleneksel nakliye firmalarının lojistik ihtiyaçları karşıladığı dönemdir. İkinci dalga, 1990'ların başlarından itibaren TNT, DHL, FedEx gibi firmaların alana girdikleri dönemdir. Üçüncü yani günümüzdeki dalga ise, Anderson Danışmanlık, GE Capital ve Manugistics gibi finansal ve bilgi teknolojileri yönetimi firmalarının danışman firmalar olarak alana girmekte oldukları dönemlerdir.

* 4 PL: Müşterilerine kapsamlı tedarik zinciri çözümleri sunmak için kendi organizasyonunun kaynaklarını, yeteneklerini ve teknolojisini, üçüncü parti lojistik şirketiyle bir araya getiren ve tüm zincirin tasarımı ve yönetimini üstlenen şirketlerdir. (Birdoğan Baki, *a.g.e.*, sayfa 105)

³² Hertz and Alfredson, a.g.m., p.141-142.

³³ Hertz and Alfredson, a.g.m., p.140.

Üçüncü parti lojistik sektörünün içinde bulunduğu bu değişimin daha iyi anlaşılabilmesi için her bir dalgaya örnek teşkil edecek bazı firmaları incelemekte fayda vardır. Bunlar; geleneksel ve standart nakliye firmaları kökenli, 3 PL sektörüne 1980'lere denk gelen birinci dalgada giren, ASG ve Transfargo firmalarıdır. Bir diğer firma, daha sonraki dönemde sektöre giriş yapan DHL' dir. Yakın geçmişte sektöre giriş yapan ve büyük bir imalat firmasının parçası olan Cat Logistics ise sektörün geçirmekte olduğu değişimin son evresi için seçilmiş olan son örnek firmadır.

ASG, uzun süredir var olan, İsveç'te demiryolu, karayolu, denizyolu ve havayolu gibi farklı nakliye tipleri kullanan baskın ulusal ve uluslar arası nakliye firmalarından biridir. Firma zamanla değişerek ve geleneksel nakliye firmasından farklı müşteriler için yeni tip hizmetler sunan bir yapıya bürünmüştür. 1970'lerin başında ASG ağırlıklı olarak depolama üzerine yoğunlaşmıştır. Çoğu durumda ASG, belli müşterileri için depo tahsis etme politikasını benimsemiştir. Bir süre sonra, üçüncü parti lojistik ASG içinde ayrı bir bölüm olarak hizmet verirken, birkaç yıl önce ayrı bir firma haline gelmiştir. Üçüncü parti lojistik gelişmeye devam ederken, firma; şarap, viski, şarküteri, ilaç, otomotiv yedek parça endüstrisi gibi farklı sektörlerde faaliyet göstermeye başlamıştır. Bu işler içinde, sektörler ve müşteriler için özel bilgiler geliştirilmiştir. ASG'nin 3 PL kısmı farklı iş alanlarında kendini geliştirirken özellikle otomotiv yedek parça endüstrisine yoğunlaşmıştır.

Hertz ve Alfredson, çalışmalarında, 3 PL sektörünün gelişiminde birinci dalga olarak ifade ettikleri dönemin daha iyi anlaşılabilmesi için ASG örneğinin yanı sıra Transfargo örneğini de sunmuşlardır.

Transfargo, depolama faaliyetlerine yoğunlaşan orta ölçekli bir firmadır. Firma nakliye hizmetlerini çoğunlukla diğer firmalardan satın almaktadır. Kuzey Avrupa ülkelerinde sınırlı bir nakliye ağına sahip olan firmanın müşterilerini bilgisayar firmaları oluşturmaktadır. Bu firmalar için bilgisayar yedek parçaları ve bununla ilişkili hizmetler önem arz eder hale gelmiştir. Bu müşterilerden en önemlisi olan HP bilgisayar firması, uzun bir karar sürecinin ardından Kuzey Avrupa pazarında yedek parça hizmetleri için **Transfargo** ile çalışmaya karar vermiştir.

Tarnsfargo için HP ile çalışmanın bir dönüm noktası olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Zira, HP gibi büyük ölçekli bir firma ile çalışıyor olmak Transfargo'ya hem spesifik bilgiler elde etme konusunda hem de deneyim kazanmasında yardımcı olmuştur. HP'nin bağımsız hizmet teknisyenleri, **Transfargo** ile nasıl daha verimli çalışılabileceği ve nasıl daha iyi hizmet sunulabileceği konularında çalışmışlardır.

Transfargo, teslimat kadar, bilgisayarların konfigürasyon ve montajına ihtiyaç duyan bazı yeni bilgi teknolojisi firmaları ile ilişkiler kurmuştur. Bilgi teknolojisine ihtiyaç duyan firmaların tüm lojistik faaliyetlerini **Transfargo**'ya devretmeleriyle birlikte; firma tam anlamıyla bir 3 PL hizmet sağlayıcısı haline gelmiştir.

Söz konusu çalışmada, ikinci dalga olarak adlandırılan dönem için DHL örneği verilmektedir.

Dünya çapında bir bütünleştirici (toplayıcı) olan DHL, hızlı taşımacılık firması olarak işe başlamış ve halen ağırlıklı olarak hızlı taşımacılık hizmetlerinde faaliyet göstermektedir. DHL, 48 saat içinde dünyanın herhangi bir yerine hizmet götürebilme konusunda sektördeki önde gelen küresel oyuncularından biridir. Firma, geniş bir ağa sahip olup, kendi uçakları ile hava yolu taşımacılığını kullanarak kaliteli ve hızlı hizmet sunmaktadır. Bu yüzden, geleneksel lojistik firmalarına göre taşımacılık maliyetleri fazladır ve kapasite kullanımına odaklanmıştır.

DHL'nin küresel ağı, ortaklarının ve şubelerinin bileşiminden oluşmaktadır. Lojistik gelişmenin çok daha güçlü bir şekilde müşteri ihtiyaçlarına dayalı olduğu belli lojistik merkezlere sahip olan firma, bünyesindeki birbiriyle bağlantılı sekiz hızlı taşımacılık merkezi ile 3 PL hizmetleri yürütmektedir.

Hertz ve Alfredsson, üçüncü dalga olarak ifade ettikleri dönem için çalışmalarında son olarak Cat Lojistik firmasını örnek olarak sunmaktadırlar.

Cat Lojistik, 1987 yılında uluslararası büyük bir firma olan **Caterpillar** için yedek parça hizmetleri sunmaya başlayan bir lojistik firmasıdır. **Cat Lojistik**, ağırlıklı olarak, müşterilerine lojistik çözümler sunmakta ve depolama sistemleri konusunda hizmetler vermektedir. Firma, nakliye sistemlerine sahip olmadığı gibi bu sistemleri yönetmemekte, bunun yerine nakliye firmaları ile yakın ilişki içinde çalışmaktadır.

Küresel bütünleşik çözümlerde uzmanlaşan ve dünya çapında bir hizmet ağına sahip olup **Cat Lojistik’ in** müşterileri genellikle dayanıklı mallar endüstrisinde faaliyet göstermektedirler. Pek çok uluslararası imalat firması, Avrupa’da 3 PL ihtiyaçları için **Cat Lojistik’ i** kullanarak merkezi depo sistemleri oluşturmuşlardır. Otomotiv, elektronik ve endüstriyel ürünlerde uzmanlaşan firma, müşterileri için geniş depolama alanları, tedarik zincirinin yeniden tasarımı ve geliştirilmesi vb. alanlarda lojistik faaliyetleri sunabilecek yeterlilikte olan bir lojistik hizmet sağlayıcı haline gelmiştir. Cat Lojistik müşterilerine; envanter, depolama, üretim yönetimi gibi hizmetlerin yanı sıra bilgi teknolojileri hakkında sahip olduğu teknik bilgileri de kullanarak geniş bir lojistik hizmet yelpazesi sunmaktadır. Buna ek olarak Cat lojistik, nakliye faaliyetini kendisi üstlenmemekte, fakat uzman nakliye firmaları ile özel anlaşmalar yapmaktadır. Bu nedenle Cat Lojistik, kendisini diğer nakliye firmaları ile kolaylıkla ilişki kurabilen bir lojistik sağlayıcı, başka bir ifade ile 3 PL tedarikçisi olarak konumlandırarak bir lojistik firmasından daha ileride görmektedir.

3 PL sektörünün ya da biraz daha dar bir ifade ile sektördeki firmaların geçirmiş oldukları veya halen geçirmekte oldukları aşamaların daha kolay anlaşılması için verilen örnekler şunu göstermektedir: Geleneksel anlamdaki lojistik firmalarla başlayan değişim ve gelişim süreci bu firmaların zamanla müşterilerine sundukları hizmetlerin kapsamını ve hizmet sundukları coğrafi alanları genişletmeleri ile bir başka evreye girmiştir. Son olarak; finansman, bilgi teknolojileri, yönetim gibi alanlarda uzmanlaşmış danışman firmaların sektöre

girmeye başlamaları ile 3 PL sektörü ya da firmaları günümüzde de halen devam etmekte olan bir başka safhayı yaşamaktadır.

ABD’de, 3 PL hizmetlerine yapılan yıllık harcama 70 milyar dolar ile ABD ekonomisinin yüzde onluk kısmını oluşturmaktadır. Buna ek olarak, ABD’de 3 PL hizmet kullanıcılarının 2000 yılında 3 PL hizmetlere tahsis ettikleri fonlar toplam bütçelerinin yüzde yirmilik kısmını oluştururken, 2005 yılında 3 PL hizmet kullanıcılarının toplam bütçelerinin üçte biri oranında bir fonu bu hizmetlerin kullanımına ayıracakları tahmin edilmektedir.³⁴

Avrupa Birliği’nin getirmiş olduğu yeni kurallar Avrupa Birliği taşımacılık sektöründe rekabetin artmasına neden olmuştur. Bu taşımacılık sektöründe pazar paylarının paylaşımında rekabetin biraz daha yoğunlaşmasıyla sonuçlanmıştır. Küçük ve orta büyüklükteki taşıyıcılar, büyük ölçekli ve yabancı taşıyıcılarla rekabet edebilmek için, aralarında stratejik işbirlikleri kurmaya ve üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı olma yolunda bir değişikliğe doğru yönelmişlerdir.³⁵

Avrupa, Amerika ve Türkiye’de 3 PL sektöründeki gelişmelerin benzer aşamalardan geçtiğini, tek farkın ülkemizde 3 PL hizmet kullanımının henüz ilk dönemlerini yaşamakta olduğunu ifade edebiliriz.³⁶

Bugün Avrupa ve Amerika’da üretici firmalar; esas faaliyet konularına odaklanmak, finansal risklerden kaçınmak ve müşterilerine katma değer yaratan daha kaliteli hizmetler sunabilmek için lojistik faaliyetlerinin çoğunu 3 PL sağlayıcılara devretmektedirler. Bununla birlikte, ülkemizde halen üretici firmaların büyük bir çoğunluğu işlerini kendilerinin yapabileceği kanısıyla 3 PL hizmet sağlayıcılardan

³⁴ Murphy JR and Wood, *a.g.e.*, p.47-79.

³⁵ Günther Zapfel and Michael Wasner, “Planning and optimization of hub-and-spoke transportation Networks of cooperative third-party logistics providers”, *International Journal of Production Economics*, Vol.78, 2002, p.207.

³⁶ E. Aktaş and F. Ülengin, “Outsourcing logistics activities in Turkey”, *The Journal of Enterprise Information Management*, Vol.18, No.3, 2005, p.328.

yeterince faydalanmamaktadırlar. Bu durum, ülkemizde 3 PL sektörünün henüz başlangıç aşamasında olduğunu göstermektedir.³⁷

3.4 Üçüncü Parti Lojistik Hizmet Kullanımının Sağladığı Avantajlar

Firmalar, 1980'lerin sonlarından bu yana, lojistik hizmetlerin dış kaynak kullanımı yoluyla temin edilmesinin rekabet avantajı ve dağıtım maliyetlerini azaltmada stratejik bir silah olduğunun farkına varmaya başlamışlardır.³⁸

Günümüzde firmalar, çeşitli nedenlerden dolayı ihtiyaç duydukları lojistik hizmetleri dış kaynak kullandıran firmalardan temin etme yoluna giderek artan bir şekilde başvurmaktadırlar.

Geleneksel lojistik anlayışında firmalar, ihtiyaç duydukları lojistik hizmetleri kendi bünyelerinde gerçekleştirirken, değişen ve gelişen koşullar firmaları dış kaynak kullanımına ve söz konusu lojistik hizmetleri 3 PL hizmet sağlayıcıları vasıtasıyla temin etmeye zorlamıştır.

Küreselleşme, ülkeler arasındaki sınırları kaldırmakla kalmamış, aynı zamanda bölgesel boyuttaki ticaretin daha küresel bir kimliğe bürünmesine de neden olmuştur. Ticaretin küresel bir boyut kazanması, firmalar için yeni pazarları ve yeni müşterileri beraberinde getirmiştir. Yeni pazarlardaki müşterilere ulaşmak başka bir ifade ile bu müşterilere yönelik hizmet vermek, firmaların yeni yatırımlar yapmasını ve sahip oldukları yeteneklere yeni birtakım yetenekler eklemelerini gerektirir hale gelmiştir.

Lojistik sektöründe, söz konusu yatırımların özellikle de alt yapı ve sabit varlık yatırımlarının büyük miktarlarda sermayeyi gerektirmesi, artan bilgi teknolojileri kullanımının uzman kişilerin mevcudiyetini gerektirmesi, ortaya çıkan

³⁷gös.yer.

³⁸ Frank Y. Chen, S.H. Hum and J. Sum, "Analysis of third-party warehousing contracts with commitments", *European Journal of Operational Research*, Vol.131., 2001, p.603.

yeni pazarlar hakkında firmaların yeteri kadar bilgiye sahip olmaması, bu yeni pazarların firma için beraberinde yüksek riskler barındırması, firmaları tüm bu ve benzeri konularda uzman, herhangi bir firmanın tek başına üstesinden gelemeyeceği sorunları aşabilecek yeterliliğe sahip olan lojistik hizmet sağlayıcıları kullanmaya yöneltmiştir.

Bunlara ek olarak, firmaları dış kaynak kullanmaya iten nedenler; firmanın esas faaliyet konusuna odaklanma isteği, maliyet tasarrufu, tedarik zinciri ilişkilerinin geliştirilmesi, firmanın yeniden yapılandırılması, firmaların sözleşmeli lojistiği kullanmadaki başarıları, küreselleşme, hizmetlerin ve faaliyetlerin geliştirilmesi olarak sıralanabilir.³⁹

Firmaların karşılaştıkları tüm bu sorunlar ve dış kaynak kullanmanın sağlayabileceği avantajlar, firmaları dış kaynak kullanımına yöneltmiş, bu yönelim ise lojistik sektöründe dış kaynak kullandıran hizmet sağlayıcıların, 3 PL hizmet sağlayıcıların gelişmesin eneden olmuştur.

Hertz ve Alfredsson, 3 PL hizmetlerin firmalara sağladığı avantajları;

- Ölçek ve alan ekonomilerinin gelişimi,
- Pazarlık gücü,
- Hizmetlerin çeşidi,
- Daha hızlı öğrenme,
- Çeşitli konularda bilgi,
- Yeni sistemlerin hızlı adaptasyonu ya da uygulanması,
- Tedarik zincirinin yeniden yapılandırılması,
- Yatırım yapılması gereken kısımların azalması,
- Etkili faaliyetler,
- Sorunsuz bir üretim,

³⁹ Sanjay Jharkharia and Ravi Shankar, "Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach", *The International Journal of Management Science*, Article in Press, 2005.

şeklinde ifade etmektedirler.⁴⁰

Zhu, Lean ve Ying, 3 PL hizmetlerin kullanımının, üretim sürecinde güvenilir teslimat, daha kısa çevrim süresi ve malların daha hızlı taşınmasını mümkün kıldığını ifade etmektedirler⁴¹.

Dapiran, Millen ve Sohal, firmaların 3 PL hizmetlerden faydalanmalarının başlıca nedenlerini; bu hizmetlerin sağladığı maliyet tasarrufu, gelişmiş uzmanlık deneyimi ve söz konusu hizmetleri kullanan firmaların ihtiyaç duydukları sermaye gereksinimindeki azalma olarak ifade etmektedirler. Araştırmacılar, çalışmalarında; 3 PL hizmetlerin kullanıcı firmaların organizasyon yapılarına etkilerini de incelemişler ve bu hizmetlerin maliyetler, sistem performansı ve müşteri memnuniyeti üzerinde güçlü olumlu bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca 3 PL hizmet kullanımının, faaliyetleri dengelediğini ve kontrol ettiğini bu sayede, uyum ve esnekliğin sağlandığını ifade etmektedirler. 3 PL hizmetlerin kullanımının, firmaların çalışanları üzerinde genel olarak olumlu bir etkiye sahip olduğu da araştırmadan elde edilen sonuçlardan biridir.⁴²

Lieb ve Randall ise, 3 PL hizmetlerin firmalara sağladığı faydaları; maliyetlerdeki düşüş, firmaların esas faaliyet konularına odaklanabilme imkanı, yüksek derecedeki esneklik, gelişmiş operasyonel etkinlik, hizmet sağlayıcı firmaların ileri seviyedeki uzmanlıkları, pazar hakkındaki bilgileri, verilere kolay ulaşabilmeleri ve gelişmiş müşteri hizmetleri sunabilmeleri olarak ifade etmektedirler. Lieb ve Randall buna ek olarak 3 PL hizmetlerin, kullanıcı firmaların katlandıkları maliyetler üzerinde genel olarak çok olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca; söz konusu hizmetlerin müşteri memnuniyeti, firma içi sistem performansı, hizmetlerin ve sistemlerin geliştirilmesi faaliyetleri üzerinde

⁴⁰ Hertz and Alfredson, a.g.m., p.140.; Baki, a.g.e., s.101.

⁴¹ Zhu, Lean and Ying, a.g.m., p.89.

⁴² Dapiran ve diğerleri, a.g.m., p.42.

olumlu bir etkiye sahip olduğunu, fakat aynı olumlu etkinin kullanıcı firmanın işgücü morali üzerinde izlenemediğini de belirtmektedirler.⁴³

Sohail ve Al-Abdali, 3 PL hizmetlerin firmalara sağladığı faydaları, kullanıcıların belirtmiş oldukları önem sırasına göre; maliyetlerin azalması, ileri seviyede uzmanlaşma, sermaye yayılımındaki düşüş, gelişmiş müşteri hizmetleri ve firmanın insan kaynaklarının daha etkili kullanımı olarak sıralamaktadırlar. Araştırmacılar, 3 PL hizmet kullanımının müşteri memnuniyeti, sistem performansı ve çalışanların morali üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu da vurgulamaktadırlar.⁴⁴

Bhatnagar vd. tarafından yapılan diğer bir çalışmada, firmaların 3 PL hizmetlere yönelmelerinin nedenleri ise şu şekilde sıralanmaktadır.

- Firmaların esas faaliyet konusuna odaklanma ihtiyacı,
- Daha iyi taşımacılık çözümleri,
- Maliyet tasarrufu ve gelişmiş hizmetler,
- Daha karmaşık yapıdaki teknolojilerin elde edilmesi,
- Pek çok firmayı aşar nitelikteki bilgisayar sistemlerine ve teknolojik uzmanlığı duyulan ihtiyaç ya da bu bilgisayar sistemlerine ve teknolojik uzmanlığa olan gereksinimin artması,
- Daha profesyonel ve daha donanımlı lojistik hizmetlere olan ihtiyaç,
- Firmanın sahip olduğu kaynaklarla ilgili kısıtlamalar,
- Sermaye yatırımında azalma,
- Stokların azaltılması,
- Kişiselleştirilmiş ya da özelleştirilmiş hizmetlerin temin edilmesi,
- Pazarlara nüfuz etmek,
- Uluslararası taşımacılıkta daha aktif rol alabilmek,

⁴³ Robert C. Lieb and H. Randall, "Use of third-party logistics services by large US manufacturers in 1997 and comparisons with previous years", *Transport Reviews*, Vol.19, No.2, 1999, p.110.

⁴⁴ Mohammed Sadiq Sohail, Obaid Saad Al-Abdali, "The usage of third party logistics in Saudi Arabia", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.35, No.9, 2005, p.647-648.

- Rekabet avantajı sağlamak.⁴⁵

Aktaş ve Ülengin, tarafından Türkiye’deki dış kaynak kullanımının belirlenmesi için yapılmış çalışmada 3 PL hizmetlerin; firmaların dahili departmanlarının elde edemeyecekleri bir güç sağladığını ifade etmektedirler. Bu güç, firmalara daha yüksek bir esneklik imkanı yaratırken yeni malların, yeni teknolojilerin ve karmaşık sistemlerin parçalarının elde edilmesinde büyük bir kolaylık sağlamaktadır. 3 PL hizmetler, aynı zamanda maliyetlerin azaltılarak firmanın net değerinin yükselmesini de sağlamaktadır. Bununla beraber 3 PL hizmetlerin kullanımı; firmanın sermaye yatırım ihtiyacını azaltırken, firmaya finansal risklerden kaçınma imkânı da verir⁴⁶.

3 PL hizmetlerin firmalara sağladığı faydalar, daha önceki kısımlarda Sohal vd. ve Laarhoven vd. tarafından belirtildiği şekilde, firmaları 3 PL hizmetlere iten sebeplere benzeyen; söz konusu hizmetlerin maliyetlerde yaratacağı düşüş, hizmet gelişimine imkân sağlaması, stratejik esneklik, esas faaliyet konusuna odaklanabilme olanağı tanınması ve uygulamadaki değişiklikler olarak ifade edilmektedir.⁴⁷

Son olarak Sohail&Sohal ise, 3 PL hizmetlerin firmalar tarafından tercih edilmesinin altında yatan nedenleri; zaman, maliyet tasarrufu sağlaması, müşteri hizmetlerinin gelişimine imkan tanınması, firmanın insan kaynaklarının daha etkin kullanımı, daha iyi teslimat, daha hızlı ve güvenilir hizmetler ve harici firmalardan bilgi sistemleri teknolojilerinin elde edilmesi olarak dile getiriyorlar.⁴⁸

Görüldüğü üzere çalışmaların hemen hemen tümünde yazarların 3 PL hizmetlerinin, firmalara sağladığı faydalar konusunda ortak bir görüşü sahip oldukları görülmektedir. Firmaları, 3 PL hizmetleri kullanmaya yöneltten başlıca nedenler; maliyet, zaman tasarrufu, firmaların esas faaliyet konularına

⁴⁵ Bhatnagar, Sohal and Millen, a.g.m., pp.573-575.

⁴⁶ Aktaş ve Ülengin, a.g.m., p.317.

⁴⁷ Laarhoven, Berglund and Peters, a.g.m.; Sohal, Millen and Moss, a.g.m., p.59.

⁴⁸ M.S.Sohail and A.S.Sohal, “The use of third party logistics services: a Malaysian Perspective”, *Technovation*, Vol.23, 2003, pp.405-406.

odaklanabilmeleri, sermaye yatırımlarındaki düşüş, ileri teknolojik sistemlere ulaşmada sağlanan kolaylık, daha gelişmiş müşteri hizmetleri, bilgi teknolojilerinin daha etkin kullanımı, firmanın sahip olduğu insan kaynaklarının daha etkin kullanımı, söz konusu hizmetlerin kullanımının firmaya sağladığı esneklik, risklerin ve belirsizliklerin ortadan kalkması şeklinde ifade edilebilir.

3.5 Üçüncü Parti Lojistik Hizmet Kullanımının Yarattığı Dezavantajlar

Literatürde 3 PL hizmetler konusunda yapılmış çalışmalar incelendiğinde, üçüncü parti lojistik hizmetlerin neden olduğu dezavantajlar ya da firmaların söz konusu hizmetleri kullanıp kullanmama kararını verme aşamasında yaşamış oldukları endişeler genelde birkaç başlık altında toplanmaktadır: 3 PL hizmet sağlayıcının sergileyeceği düşük performans, yetersiz bilgi, kullanıcı firmanın çalışanlarının dış kaynak yoluyla temin edilen bu hizmetleri benimseyip benimsemeyecekleri, hizmet sağlayıcıya karşı duyulan güven, tek bir hizmet sağlayıcıya bağımlı olma ve işlerin kontrolünün kaybedilmesi⁴⁹.

Bhatnagar, Sohal ve Millen, 3 PL hizmet kullanımının neden olduğu dezavantajları; “kullanıcı firmanın politikalarının ve gereksinimlerinin hizmet sağlayıcı tarafından doğru anlaşılamaması, hizmet sağlayıcı firmanın kullanıcı firmanın faaliyetlerini yanlış anlaması, bilgi sistemlerinin uyumsuzluğu ve hizmet sağlayıcı firmaya karşı duyulan güvensizlik”⁵⁰, olarak ifade ediyorlar.

Sohal, Millen ve Moss, “hizmet performansının ölçülmesi, kullanıcı firmanın politikaların ve gereksinimlerinin 3 PL hizmet sağlayıcı tarafından anlaşılması, kullanıcı firma ve hizmet sağlayıcı arasında entegre bilgi sistemlerinin gerekliliği, dış kaynak kullanımının maliyeti, kullanıcı firmayı kontrolü kaybetme endişesi, firma içi kabiliyetlerin yitirilmesi, lojistikte stratejik planlama

⁴⁹ Laarhoven, Berglund and Peters, a.g.m., p.436.

⁵⁰ Bhatnagar, Sohal and Millen, a.g.m., p.583-584.

yeteneklerinin kaybedilmesi ve var olan işçi ve sendika anlaşmaları”⁵¹ gibi başlıklar altında sıraladıkları etkenleri 3 PL hizmetleri kullanmada karşılaşılan zorluklar ya da karar aşamasında yöneticilerin duydukları endişeler olarak dile getirmektedirler.

Sohail ve Al-Abdali, 3 PL hizmet kullanıcılarının dış kaynak kullanımı veya 3 PL hizmetlerden yararlanma konusundaki endişelerini; hizmet sağlayıcının yetenekleri konusundaki belirsizlik, dış kaynak kullanım maliyetinin yüksek, lojistik faaliyetlerle ilgili olarak doğrudan kontrolün kaybedilmesi ve hizmet sağlayıcı firmaya (sözleşmeli lojistik firma veya 3 PL sağlayıcı) duyulan güven, şeklinde sıralamaktadırlar. Bunlara ek olarak aynı çalışmada, 3 PL hizmetleri kullanma kararı verirken karşılaşılan diğer güçlükler; kullanıcı firmanın gereksinimlerinin ve politikalarının hizmet sağlayıcı tarafından anlaşılabilmesi, söz konusu hizmetlerden faydalanan firma çalışanlarının değişikliklere karşı gösterdikleri direnç ve taraflar arasında yaşanan sistem uyumsuzlukları,⁵² olarak ifade edilmektedir.

Lieb&Randall ve Lieb&Bentz çalışmalarında, 3 PL hizmetlerin uygulanmasında karşılaşılan sorunları; “bilgi sistemlerinin entegrasyonu ve iletişimde yaşanan sorunlar, taraflar arasındaki ortaklık ilişkisinin yetersiz olması, kullanıcı firmanın çalışanlarının değişikliğe karşı gösterdikleri direnç ve tarafların birbirlerine karşı sorumluluklarını açık şekilde gösterecek sözleşmelerin eksikliği”⁵³, olarak belirtmektedirler.

Lieb ve Kendrick, 3 PL hizmetlerin uygulanmasında karşılaşılan sorunları, lojistik hizmet sağlayıcı firmaların CEO’larının bakış açılarıyla ele almışlar; “düşük karlılık, kaliteli çalışanlar bulma ve tutma becerisi, müşterilere verilen sözlerin yerine getirilmesinde karşılaşılan güçlükler, teknoloji yatırımlarının yüksek maliyeti

⁵¹ Sohal, Millen and Moss, a.g.m., p.64-65.

⁵² Sohail and Al-Abdali, a.g.m., p.643.

⁵³ Robert C. Lieb and Hugh L. Randall, “1997 CEO Perspectives on the Current Status and Future Prospects of the Third Party Logistics Industry in the United States”, *Transportation Journal*, Vol: 38, Issue:3, March 22, 1999, p.36.; Robert Lieb and Brooks A. Bentz, “The Use of Third-Party Logistics Services by Large American Manufactures: The 2004 Survey”, *Transportation Journal*, Spring 2005, p.14.

ve düşük getirisi, uzun satış süreci ve devam eden fiyatlandırma baskıları”⁵⁴, olarak gündeme getirmişlerdir.

Üçüncü parti lojistik hizmetlerden faydalanacak olan firmalar açısından hem karar verme aşamasında hem de uygulama aşamasında karşılaşılan sorunlar ya da karar vericiler için kaygı uyandıran noktalar genel olarak birbirine benzemektedir. Kullanıcı firmaların en sık karşılaştıkları sorunlar; dış kaynak kullanımının ya da 3 PL hizmet kullanımının maliyetinin yüksek olması, hizmet sağlayıcı ile müşteri firma arasında bütünleşik sistemlerin oluşturulmasında yaşanan güçlükler, sistemlerin birbirine uyumu konusundaki sorunlar, kullanıcı firma çalışanlarının 3 PL hizmet kullanımına karşı göstermiş oldukları direnç olarak ifade edilebilir. Bunlara, 3 PL hizmet sağlayıcının müşterisinin gereksinimlerini ve politikalarını iyi anlayamaması, lojistik hizmet sağlayıcının sunduğu hizmetlerin kalitesi hakkındaki belirsizlikler ve taraflar arasında yapılan sözleşmelerin belirsizlikleri ortadan kaldırarak kadar net olmaması gibi olumsuzluklar da eklenebilir.

⁵⁴ Robert C. Lieb and Stephen Kendrick, “The Year 2002 Survey: CEO Perspectives on the Current Status and Future Prospects of the Third-Party Logistics Industry in the United States”, *Transportation Journal*, Vol.42, 2003, pp.12-13.

IV. BÖLÜM: LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde 3 PL sektörü ve lojistik sistem tasarımı konularında literatürde yer alan çalışmalar; kavramsal çalışmalar, alan araştırmaları ve matematiksel çalışmalar olarak sınıflandırmaya tabi tutularak irdelenmeye çalışılacaktır.

Bu bağlamda ilk olarak 3 PL hizmetlerle ilgili kavramsal çalışmalara yer verilecektir.

4.1 Üçüncü Parti Lojistik Hizmetlerle İlgili Kavramsal Çalışmalar

Çalışmamızın üçüncü bölümünde; 3 PL hizmetlerine ilişkin tanımlar, 3 PL sektörünün gelişim süreci, hizmet sağlayıcıların sınıflandırılması, 3 PL kullanımının avantajları ve dezavantajları sergilendiğinden bu bölümde tekrarlanmayacaktır. İlgili okuyucular üçüncü bölümde, sözü edilen konular ve yapılan araştırmaları inceleyebilirler.

4.2 Üçüncü Parti Lojistik Hizmetlerle İlgili Alan Araştırmaları

Bu bölümde çeşitli ülkelerde 3 PL sektörünün durumunu analiz etmeye yönelik olarak yapılmış alan araştırmalarına ve bu çalışmalardan elde edilmiş bulgulara yer verilecektir:

Carbone ve Stone, yaptıkları çalışmada, Avrupalı lojistik hizmet sağlayıcıların ve nakliyecilerin gelişimini ve büyümelerini ele almışlardır. Araştırmacılar, çalışmalarında 3 PL hizmet sektöründe yaşanan dikey ve yatay lojistik ittifakları, şirket birleşmelerini ve ele geçirmeleri hem kavramsal olarak açıklama yoluna gitmişler hem de Avrupa'da yirmi lider 3 PL hizmet sağlayıcıyı şirket birleşmeleri, ele geçirmeler, dikey ve yatay ittifaklar açısından ele alarak incelemişlerdir.

Dikey lojistik ittifaklar, göndericiler (malın taşınmasını isteyen taraf) ile üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcılar arasındaki uzun dönemli resmi ya da gayri resmi ilişkileri kapsar. Bu ilişkide taraflar, kendilerini uzun dönemli ortaklar olarak görürler ve lojistik faaliyetlerin tümünü ya da önemli bir bölümünü karşılıklı olarak yerine getirirler. Üçüncü parti lojistik sektöründe karşılaşılan bir başka oluşum ise, hizmet sağlayıcıların kendi aralarında yaptıkları anlaşmalar yoluyla meydana gelen yatay ittifaklardır.

Carbone ve Stone, çalışmalarının ikinci bölümünde 3 PL hizmet sektöründe yaşanan şirket birleşmelerine, ele geçirmelere de değinmişlerdir. 1999-2001 yılları arasında Avrupa lojistik ve taşımacılık sektöründe birleşme ya da şirket ele geçirmeleri incelendiğinde; nakliyeciler firmaların; 11'i nakliyeciler, 5'i hızlı taşıma operatörü ve 10'u lojistik uzmanı olmak üzere toplam 26 lojistik hizmet sağlayıcı firmayı, hızlı taşıma operatörlerinin; 4'ü yine hızlı taşıma operatörü ve 1'i lojistik uzman olmak üzere 5 lojistik hizmet sağlayıcı firmayı, lojistik uzman firmaların; 3'ü nakliye, 2'si hızlı taşıma operatörü ve 19'u lojistik uzmanı olan 24 hizmet sağlayıcı firmayı, posta ofislerinin; 1'i nakliyeciler, 2'si hızlı taşıma ve 15'i lojistik uzmanı olan 18 hizmet sağlayıcı firmayı birleşme ya da ele geçirme yoluyla kontrolleri altına almışlardır.⁵⁵

Bhatnagar vd. tarafından Singapur'da 3 PL hizmetlerin bugünkü ve gelecekteki durumuna ışık tutmak amacıyla yapılan çalışmada 200 şirket hedef kitle olarak seçilmiş, gönderilen anketlerden 126'sı geri dönerek çalışmaya temel oluşturmuştur.

Çalışma esas olarak; 3 PL lojistik hizmetleri kullanan firmaların yaygınlığını, kullanılan özel sözleşmeli hizmetleri, dış kaynak kullanma kararını etkileyen faktörleri, firmaların son seçimini etkileyen faktörleri, performans ölçüm kriterlerini, 3 PL hizmetleri kullanan firmaların elde ettiği avantajları, karşılaşılan güçlükleri, 3 PL hizmetlerin kullanımının lojistik maliyetlere, müşteri ve firma

⁵⁵ Carbone and Stone, a.g.m., pp.495-510.

alışanlarının memnuniyetine etkilerini ve 3 PL hizmetlerin mevcut kullanıcılarının gelecekteki planlarını belirleme gibi konulara odaklanmıştır.

Araştırma, 3 PL hizmet kullanıcılarının, söz konusu hizmetlerin kullanımının organizasyonlarda olumlu etkiler yaptığını ortaya koymuştur. Maliyet tasarrufu ve hizmet kalitesinin geliştirilmesi bu hizmetlerin kullanımının başlıca faydaları olarak gösterilirken; kullanıcı firmanın politikalarının ve gereksinimlerinin hizmet sağlayıcı tarafından doğru anlaşılabilmesi, hizmet sağlayıcı firmanın kullanıcı firmanın faaliyetlerini yanlış anlaması, bilgi sistemlerinin uyumsuzluğu ve hizmet sağlayıcı firmaya karşı duyulan güvensizlik 3 PL hizmetlerin dezavantajları olarak nitelendirilmektedir.⁵⁶

Sohal vd., 1995 ve 1999 yılları arasında Avustralyalı firmaların 3 PL hizmet sağlayıcıları kullanım yaygınlığı, spesifik 3 PL hizmet kullanımı, söz konusu hizmetlerin kullanıcılara sağladığı faydalar, 3 PL hizmetlerin uygulanmasında karşılaşılan engeller, lojistik hizmetlerin dış kaynak kullanımı yoluyla sağlanmasının kullanıcı firmaya etkileri ve bu hizmetlerin kullanıcılarının geleceğe dair planları gibi konulara odaklanmış bir çalışma yapmışlardır.

Çalışmaya 209 firma katılmış, kullanıcılara gönderilen anketlerden 94'ü % 45'lik bir oran ile geri dönerek araştırmaya temel teşkil etmiştir. Cevaplayıcıların % 67'si bir ya da daha fazla 3 PL hizmeti kullandıklarını ifade ederlerken, bu oran 1995'de % 62 olarak gerçekleşmiştir.

1999 yılında cevaplayıcıların % 6'sı bir yıldan az, % 28'i bir ile üç yıl arasında, % 5'i üç ile beş yıl arasında ve % 61'i beş yıldan daha uzun süredir 3 PL hizmetleri kullanmaktadırlar. 1995'den 1999 yılına kadar geçen sürede firmaların söz konusu hizmetleri kullanım süreleri artmıştır. 1995 yılında 3 PL hizmetleri beş yıldan daha uzunca bir süredir kullanan cevaplayıcıların oranı % 52 iken bu oran 1999'da % 61'e çıkmıştır.

⁵⁶ Bhatnagar, Sohal and Millen, a.g.m., p.579.

Hem 1995 yılında hem de 1999 yılında firmalar tarafından en fazla kullanılan 3 PL hizmetlerin sırasıyla filo yönetimi, depo yönetimi ve nakliye konsolidasyonu olduğu görülmektedir. 1995 ve 1999 yılları karşılaştırıldığında, filo yönetimi, depo yönetimi, nakliye konsolidasyonu, ürün geri dönüşleri, lojistik bilgi sistemleri ve envanter tamamlama hizmetlerinde gerileme olduğu, ürün montajı ve müşteri yedek parça hizmetlerinin oranlarında herhangi bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Sipariş tamamlama, ücret anlaşmaları, sipariş işleme ve ücret ödemesi hizmetlerinin kullanımında ise bir artış olduğu görülmektedir. Firmaların gelecekte, dış kaynaktan karşılamayı düşündükleri hizmetlerin başında depo yönetimi gelmekte, bu hizmeti taşıyıcı seçimi, sipariş tamamlama, lojistik bilgi sistemleri, nakliye ücreti ödeme ve ürün montajı gibi hizmetler izlemektedir. Son olarak ise, firmaların gelecekte dış kaynaklardan temin etmekten vazgeçip kendi bünyelerinde karşılamayı düşündükleri hizmetler arasında ilk sırayı % 23'lük bir oranla sipariş işleme almakta bu hizmeti lojistik bilgi sistemleri, envanter tamamlama ve ücret anlaşmaları izlemektedir.

3 PL hizmet kullanımının kullanıcı firmalara; müşteri hizmetlerinin geliştirilmesinde, esnekliğin artırılmasında, yatırımların azaltılmasında, personel sayısında kısıtlamaya gidilmesinde, faaliyet maliyetlerin azaltılmasında, son teknolojilerin elde edilmesinde ve teknoloji maliyetlerinin azaltılmasında avantajlar sağladığı da çalışmadan elde edilen verilerin ortaya koyduğu sonuçlardan bir diğeridir.

Çalışmada; hizmet performansının ölçülmesi, tarafların karşılıklı olarak politikalarını anlamamaları, hizmet seviyelerinin tanımlanması, taraflar arasında bütünleşik bilgi sistemlerinin kurulması, maliyetin yüksek olması ve kontrolün kaybedilmesi gibi faktörler uygulamada karşılaşılan zorluklar olarak gösterilmektedir.⁵⁷

⁵⁷ Sohal, Millen and Moss, a.g.m., p.64.

Dapiran vd.; Avustralyalı firmaların hangi tür 3 PL hizmetleri kullandıkları, bu hizmetlerin kullanım yaygınlığı, lojistik hizmetlerin dış kaynak kullanmak suretiyle elde edilmesinin organizasyonlara etkileri ve kullanıcıların geleceğe dair planlarını tespit etmek için bir çalışma yapmışlardır.

Bu çalışmada, 127 lojistik yöneticisine ulaşılmış, 84 anket % 27'lik bir geri dönüş oranı ile araştırmaya veri sağlamıştır. Çalışmaya göre, Avustralyalı firmaların en çok kullandıkları 3 PL hizmetler; filo yönetimi, depo yönetimi, nakliye konsolidasyonu, sipariş tamamlama, ürün geri dönüşleri, taşıyıcı seçimi, lojistik bilgi sistemleri, ürün montajı / kurulumu, envanter tamamlama, ücret anlaşması ve müşteri yedek parça tedarikidir. Araştırmacılar, 3 PL hizmetlerin, kullanıcı firmaların organizasyon yapılarına etkilerini de incelemişler ve bu hizmetlerin, maliyetler, sistem performansı ve müşteri memnuniyeti üzerinde çok olumlu bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.⁵⁸

Sohail ve Al-Abdali, yaptıkları çalışmada; Suudi Arabistan'da 3 PL hizmetlerin kullanımını tespit etmeye çalışmışlardır. Suudi Arabistan'daki firmaların yaklaşık üçte birinin taşıyıcı seçimi hizmetinden faydalandığını, bunu sırasıyla; nakliye konsolidasyonu, nakliye ücreti ödenmesi, sipariş tamamlama, ürün montajı, müşteri yedek parça hizmeti, envanter tamamlama ve bilgi sistemleri hizmetlerinin izlediğini göstermişlerdir. Çalışma, cevaplayıcıların yaklaşık % 55'inin 3 PL hizmet kullanımının müşteri memnuniyeti, maliyetler, sistem performansı ve çalışan morali üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu düşündüklerini de ortaya koymuştur. Cevaplayıcıların 3 PL hizmetlerin kullanımına ilişkin olarak belirtmiş oldukları başlıca endişeler ise; hizmet sağlayıcının yetenekleri, 3 PL işinin maliyetli bir iş olması ve lojistik faaliyetlerle ilgili olarak doğrudan kontrolün kaybedilmesi olarak ifade edilmektedir.⁵⁹

⁵⁸ Dapiran ve diğerleri, a.g.m., p.42.

⁵⁹ Sohail and Al-Abdali, a.g.m., p.643.

Sohail ve Sohal, Malezya’da 3 PL hizmetlerin kullanım yaygınlığını belirlemek için, 124 firmadan elde edilen verilerin kullanıldığı bir çalışma yapmışlardır. Cevaplayıcıların % 63’ü bir ya da birden fazla 3 PL hizmeti kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca cevaplayıcı firmaların % 45’i beş yıldan uzun süredir söz konusu lojistik hizmetleri kullandıklarını ifade etmişlerdir. Malezya’da 3 PL hizmetleri kullanan firmalar tarafından en çok satın alınan lojistik hizmetler sırasıyla; taşıyıcı seçimi, ücret anlaşması, filo yönetimi, depo yönetimi, stok tamamlama, sipariş tamamlama, sipariş işleme, ürün montajı, ürün geri dönüşü, müşteri yedek parçaları, nakliye konsolidasyonu, lojistik bilgi sistemleri ve taşıma ücretinin ödenmesi hizmetlerdir.

3 PL hizmet kullanıcıların yaklaşık % 95’i 3 PL hizmet kullanımının, çalışan morali üzerinde olumsuz ve % 70’i lojistik maliyetler, müşteri memnuniyeti ve sistem performansı üzerinde olumlu etkisi olduğunu ifade etmişlerdir. 3 PL hizmet kullanıcıların yarısından fazlası, söz konusu hizmetlerin kullanılmasıyla firmalarında herhangi bir işgücü azaltılması yoluna başvurmamışlar, işçi çıkaran firmalar ise, bu çalışanlara ya farklı bir pozisyonda ya da 3 PL hizmet sağlayıcı firmanın bünyesinde yeni pozisyonlar önermişlerdir. Çalışanların, yalnızca, % 6’lık bir bölümünün işine son verilmiştir. Araştırmacılar, Malezya’da 3 PL hizmetleri kullanmayan az sayıda firma bulunmasına rağmen, Malezya’nın göstermiş olduğu gelişim trendinin sektörün gelişeceği yönünde güçlü sinyaller verdiği ifade etmektedirler.⁶⁰

Lieb ve Randall, 3 PL hizmetlerin Amerikalı büyük üreticiler tarafından kullanımın yaygınlığını belirlemek amacıyla, daha önceki yıllarla karşılaştırmalı olarak bir çalışma yapmışlardır. 500 Amerikalı büyük üretici firmanın yöneticilerinin örnek popülasyona dahil edildiği ve 101 anketin % 22’lik bir geri dönüş oranı ile değerlendirmeye esas kabul edildiği bu çalışma; Amerika Birleşik Devletleri’nde ve dışında firmaların kullandıkları 3 PL hizmetlerin yaygınlığı, kullanılan özel 3 PL

⁶⁰ Sohail and Sohal, a.g.m., pp.401-408.

hizmetleri, bu hizmetlerin kullanımının kullanıcılara faydaları, 3 PL ilişkilerin uygulamasında karşılaşılan güçlükleri belirlemeye yönelik hazırlanmıştır.

Çalışma kapsamında firmaların 3 PL hizmetlere yönelik karar süreçleri, sıklıkla kullanılan 3 PL hizmetler, tedarikçi seçimi ve uygulamaları, tedarikçi firma ve müşterisi arasında yapılan sözleşmeler, 3 PL hizmetlerine ayrılan bütçeler, söz konusu hizmetlerin firmaya etkileri ve 3 PL hizmet sağlayıcılarının değerlendirilmesi konuları üzerinde de durulmuştur. Cevaplayıcıların en çok kullandıkları 3 PL hizmetler, sırasıyla % 49, % 40, % 40'luk oranlarla nakliye konsolidasyonu, depo yönetimi ve lojistik bilgi sistemleridir. 1997 verileri bir önceki yılın verileri ile karşılaştırıldığında; nakliye konsolidasyonu, yeniden etiketleme ve paketleme, sipariş işleme ve envanter tamamlama hizmetlerinde artış olduğu, geri kalan hizmetlerde ise bir 1996 yılı verilerine göre oransal olarak bir azalma meydana geldiği görülmektedir.

Araştırmacılar, hizmet sağlayıcının performansındaki düşüşü, 3 PL hizmet sözleşmelerinin iptal edilmesinin başlıca nedeni olarak ifade etmektedirler. Buna ek olarak; diğer hizmet sağlayıcılar tarafından sunulan daha iyi hizmetler ya da hizmet paketleri, 3 PL hizmetleri kullanan firmanın yönetim kademesinde yaşanan değişiklikler ve kullanıcı firmanın hizmet sağlayıcının sunmuş olduğu hizmetlere daha fazla ihtiyacı olmadığı yönünde vermiş olduğu kararlar sözleşmelerin iptaline neden olan diğer faktörler olduğu ifade edilmektedir.⁶¹

Lieb ve Bentz , tarafından yapılan, Amerikalı büyük üretici firmaların 3 PL hizmetleri kullanımını araştıran çalışmalarda; Amerikalı büyük üretici firmalar tarafından en çok kullanılan 3 PL hizmetler, Tablo 1'de, önceki yılların sonuçlarıyla karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. 2003 yılında yapılan çalışmada, cevaplayıcıların % 83'ünün 3 PL hizmetleri kullandığını ortaya koymaktadır. Bu kullanıcıların % 58'i birden fazla 3 PL hizmet sağlayıcı ile çalışırken, % 72'si beş yıldan daha uzunca bir süredir bu hizmetleri kullanmaktadırlar. Lieb ve Bentz (2003),

⁶¹ Lieb and Randall, a.g.m., pp.106-107.

cevaplayıcıların lojistik bütçelerinin üçte birini 3 PL hizmet kullanımına ayırdıklarını ifade etmektedirler. Kullanıcıların % 83'ü söz konusu hizmetleri Amerika Birleşik Devletleri dışındaki faaliyetlerinde kullanmak üzere satın almaktadırlar. Aynı zamanda bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, 3 PL hizmetlerin kullanımının organizasyonlara olan olumlu etkisinin daha önceki yıllara oranla daha da arttığını ortaya koymuştur.

Lieb ve Bentz, tarafından yapılan diğer araştırmada ise genel olarak şu sonuçlar elde edilmiştir: Çalışmaya katılan ve 3 PL hizmetleri kullanan cevaplayıcıların % 80'i bu hizmetleri beş yıldan uzun bir süredir kullanmaktadırlar. Bu hizmetleri kullanan firmalar, lojistik bütçelerinin % 40'ını 3 PL hizmet kullanımına tahsis etmişlerdir. 3 PL hizmetlerden faydalanma kararı verilirken en önemli faktör maliyetken, sözleşmelerin yenilenmesinde en önemli ölçüt; hizmetlere verilen önem olarak tespit edilmiştir.⁶²

Tablo 1: 2003-2004 Yılları Arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde Kullanılan 3 PL Hizmetler

Lojistik Hizmet	2000 (%)	2001 (%)	2002 (%)	2003 (%)	2004 (%)
Nakliye ücreti ödemesi	43	53	63	72	54
Nakliye konsolidasyonu	43	49	49	66	42
Doğrudan nakliye hizmeti	49	61	56	62	67
Gümrük komisyonculuğu	40	41	67	62	58
Depo yönetimi	56	59	42	60	46
Nakliye gönderme	44	45	59	53	46
Taşıyıcı seçimi	29	43	51	51	38
İzleme	-	33	44	51	42
Taşıyıcı performansının ölçülmesi	-	-	-	47	29
Ücret anlaşması	29	37	47	38	29
Yeniden etiketleme ve paketleme	21	25	23	38	25
Sipariş yerine getirme	24	33	33	34	33
Ürün geri dönüşleri	21	25	23	30	29
Tersine lojistik*	-	-	-	26	33
Bilgi sistemlerinin çalıştırılması	-	20	16	21	13

⁶² Robert C. Lieb and Brooks A. Bentz, "The Use of Third-Party Logistics Services by Large American Manufacturers: The 2003 Survey", *Transportation Journal*, Summer 2004, Vol. 43, No.3, pp.24-33. ; Lieb and Bentz, a.g.m.2005, pp.5-15.

* Tersine Lojistik: "Tedarikçilerden alınan malların müşterilere teslimatından sonra hasar, iade, red, ambalaj malzemelerinin geri kazanımı, kullanım süresi dolma, modası geçme, onarım, vb. nedenlerle bu malların ve/veya ambalaj malzemelerinin müşterilerinden orijin noktalarına dönüştürülmesi faaliyetleridir" (Birdoğan Baki, "Tersine Lojistik: Zorunluluk mu? Kazanç mı?", *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Vol.4, Sayı 1, 2003, p.18.).

Tablo 1'in Devamı					
Lojistik Hizmet	2000 (%)	2001 (%)	2002 (%)	2003 (%)	2004 (%)
Merge in transit	-	-	-	19	17
Filo yönetimi	21	20	23	19	17
Sipariş işleme	5	8	9	17	17
Müşteri yedek parçaları	2	10	9	17	25
Yazılım seçimi	-	8	9	15	4
Sözleşmeli imalat	16	10	12	13	8
Montaj / kurulum	8	10	5	11	8
Danışmanlık hizmetleri	30	25	21	9	25
Malzeme satın alma	-	4	7	8	13
Satış sonrası hizmetler	-	-		6	-
Ürün testi	-			2	4

Kaynak: Robert C. Lieb and Brooks A. Bentz, "The Use of Third-Party Logistics Services by Large American Manufacturers: The 2003 Survey", *Transportation Journal*, Summer 2004, Vol. 43, No.3, p.26. ; Robert C. Lieb and Brooks A. Bentz, "The Use of Third-Party Logistics Services by Large American Manufacturers: The 2004 Survey", *Transportation Journal*, Spring 2005, p.8.

Laarhoven ve diğerleri, tarafından çeşitli üniversitelerle ortaklaşa yapılan bir diğer araştırmada ise, Avrupa'da 3 PL hizmetler sektörünün geçmiş beş yıl içerisinde geçirmiş olduğu değişim incelenmeye çalışılmıştır. 2000 yılında yapılan bu çalışmaya; Belçika, Almanya, Hollanda, İngiltere ve İsveç menşeli 53 firma dâhil edilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen firmaların % 6'sı otomotiv, % 9'u kimya, % 7'si dayanıklı tüketim malları, % 19'u paketlenmiş tüketim malları, % 6'sı elektrik malzemeleri, % 15'i perakende, % 4'ü yazı ve matbaa, % 9'u ofis otomasyonu, % 8'i makine ve % 17'si diğer sektörlerde faaliyet gösteren firmalardır. Elde edilen verilere göre; firmaların sıklıkla kullandıkları 3 PL hizmetler; şebeke tabanlı nakliye, depolama, envanter yönetimi, sipariş toplama, müşteri isteğine göre düzenleme, etiketleme ve izleme gibi lojistik hizmetlerdir.

Araştırmacılar; firmaları, 3 PL hizmetleri kullanmaya iten nedenleri; maliyet tasarrufu, hizmetlerin geliştirilmesi, stratejik esneklik, esas faaliyet konusuna odaklanma ve değişen uygulamalar olarak ifade etmektedirler. Çalışmada; bilgi teknolojileri, düşük performans, kullanıcı firmanın çalışanların uygulamaları kabul etmede gösterdikleri direnç, hizmet sağlayıcıya duyulan güven, bir hizmet sağlayıcıya bağımlı olma, lojistik faaliyetlerin kontrolünün kaybedilmesi ve diğer nedenler, kullanıcı firmaların 3 PL hizmet kullanımı konusunda yaşadıklarını ifade ettikleri endişeler olarak ifade edilmektedir.

Maliyet tasarrufu, yatırımlardaki azalma, hizmetlerin gelişmesi veya kalitenin artması 3 PL hizmet kullanımının firmalara sağladığı avantajlar olarak gösterilmektedir. Bunlara ek olarak çalışmada, taraflar arasında kurulan 3 PL ilişkisinin başarısının; iyi tanımlanmış gereksinimler, usuller ve sistemler, taraflar arasındaki sıkı ilişki, tepe yönetiminin dış kaynak kullanımı konusundaki istekliliği, net olarak belirlenmiş sorumluluklar ve iki tarafında performansı güçlendirmeye yönlendirilmesi, gibi bazı etkenlere bağlı olduğu belirtilmektedir.⁶⁴

Zhu, Lean ve Ying, 3 PL hizmetlerin ekonomik faaliyetlerin ya da üretimin yeniden şekillenmesinde oynadığı rolü ve Singapur'da, adı geçen hizmetlerin kullanımını tespit etmeye çalışan bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada, 3 PL hizmetler “üretim sürecinde malların hızlı taşınmasını, kısa çevrim zamanını ve tam zamanında teslimatı mümkün kılan hizmetler” şeklinde tanımlanmaktadır. Yapılan bu araştırmaya göre, Singapur'da 3 PL hizmetleri kullanan imalatçı firmalar, 1975'te toplam firmaların % 8,7'si iken, 2000'de bu oran % 22,3'e yükselmiştir. 25 yıl önce her 11 firmadan biri 3 PL hizmet sağlayıcılarla çalışırken, 2000'de her beş firmadan biri 3 PL hizmet sağlayıcılarla çalışmaktadır. 3 PL hizmetleri kullanan firmalar, elektronik ürünler, elektrikli makineler ve cihazlar, ilaç ve kimyasallar, metal olmayan mineral ürünler sektörlerinde yoğunlaşmaktadırlar.

Çalışma ortaya ilginç sonuçlar çıkarmıştır. 3 PL hizmetleri kullanan firmaların bu hizmetleri kullanmayan firmalara göre daha da fazla büyüme eğilimi gösterdikleri ilgi çekici sonuçlardan biridir. Aynı çalışmadan elde edilen diğer bir sonuca göre ise, 3 PL hizmetleri kullanan yabancı sermayeli firmalar yerli sermayeli firmalardan daha fazladır. Araştırmacılar, Singapur'da üretim yapısının değişmesinde ve üretimin yeniden şekillenmesinde 3 PL hizmetlerin önemli bir rol oynadığını ifade etmektedirler.⁶⁵

⁶⁴Laarhoven, Berglund and Peters, a.g.m., p.425-442.

⁶⁵ Zhu, Lean and Ying, a.g.m., p.89.

Aktaş ve Ülengin, Türkiye’de dış kaynak yoluyla temin edilen lojistik faaliyetlerin mevcut durumunu belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaya temel teşkil eden verilerin elde edilmesi için her yıl İstanbul Ticaret Odası tarafından toplam satış değerleri, karlılık ve diğer performans değerlendirme kriterleri göz önüne alınarak tespit edilen zirvedeki 500 Türk firması arasından ilk 250’sine anket gönderilmiş, % 19,2’lik bir oran ile anketlerden 48’i geri dönmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlar; halen Türk firmalarının lojistik faaliyetlerin dış kaynaklar vasıtasıyla yürütülmesinin öneminin farkına varamadıklarını göstermiştir. Firmaların büyük bir çoğunluğu lojistik faaliyetleri kendi bünyelerinde yürütmeyi tercih etmektedir. Türk firmaları tarafından dış kaynak kullanımına konu olan başlıca lojistik faaliyetler nakliye ve depolama hizmetleridir. Cevaplayıcıların % 93,5’i nakliye faaliyetlerini dış kaynak kullandıran firmalara yüklerken, bu oran depolama faaliyetleri için % 24’tür.

Sonuçlar, Avrupa, Asya ve Ortadoğu arasında lojistik bir koridor olma özelliğine sahip Türkiye’de firmaların henüz lojistik faaliyetlerin dış kaynaklardan temin edilmesine ve 3 PL hizmetlere gereken önemi vermediklerini göstermekle beraber, gelecek yıllarda firmalar tarafından kullanılan 3 PL hizmetlerin nakliye ve depolama hizmetlerinin dışına çıkacağını göstermektedir.⁶⁶

Ülengin ve Uray, Türkiye’de lojistik sektörü üzerine yapmış oldukları ilk çalışmada; Türkiye’de lojistik faaliyetlerin planlama, uygulama, lojistik süreçlerinin nasıl geliştirilebileceği ve lojistiğin Türkiye’de bugünkü durumunu tespit etmeyi hedeflemişlerdir. İstanbul Ticaret Odası’na bağlı 55 firmadan elde edilen bilgilerin kullanılabilir olduğu 250 firmaya yönelik bir anket çalışması uygulamışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, cevaplayıcıların % 43,7’sinin lojistik faaliyetlerden sorumlu bir bölümlerinin olduğunu ortaya koymuştur. Söz konusu cevaplayıcıların % 59,2’si lojistik faaliyetlerin planlanmasını uzun dönemli bir iş olarak kabul etmektedirler. Araştırma, Türk firmalarının genelde, müşteri gereksinimlerini

⁶⁶ Aktaş and Ülengin, a.g.m., pp.316-329.

belirlemek için müşterilerden gelen satış raporlarını dikkate aldıklarını göstermektedir.⁶⁷

Baki, Türkiye’de lojistik sektörünün içinde bulunduğu durumu belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, lojistik ve lojistik yönetimi kavramsal olarak ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Buna ek olarak çalışmada, lojistik ve lojistik yönetimi ile ilgili olarak geniş bir literatür araştırmasına da yer verilmiştir. Baki, Türkiye’de lojistiğin durumunu belirlemek için geniş kapsamlı bir alan araştırmasına da yer vermiştir. Türkiye’de lojistik sektörüne yapılmış çalışmaların son derece az olması nedeniyle çalışma son derece önemlidir.

4.3 Üçüncü Parti Lojistik Firmalarının Ağ Tasarımı İle Doğrudan veya Dolaylı Olarak İlişkili Modelleme Çalışmaları

Bu bölümde, 3 PL firmalarının tedarik zinciri ağ tasarımına ilişkin olarak yapılan bir araştırmayla birlikte, farklı sektörlerdeki ağ tasarımı problemlerini konu alan çalışmalara yer verilecektir.

Ko ve Evans, üçüncü parti lojistik firmaları için ileri ve tersine lojistik ağ tasarımları için sezgisel tabanlı bir genetik algoritma geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, hem ileri hem de tersine lojistik ağ tasarımı için doğrusal olmayan karma tamsayılı programlamaya dayalı bir model sunulmuştur. Geliştirilen bu model, müşterilerin tesislerini, depolarını, onarım tesislerini ve pazar yerlerini kapsamaktadır.

Geliştirilen model kapsamında elde edilen amaç fonksiyonu; sabit maliyetlerden, depo açma maliyetlerinden, taşıma maliyetlerinden, tesislerin büyümesinden, ileri ve tersine lojistik maliyetlerin artmasından kaynaklanan toplam maliyetin enküçüklenmesini amaçlamaktadır. Çalışmada elde edilen ağ planı tasarımı ve ilişkili sonuçların, kaynak planlamasına da yardımcı olacağı ifade edilmiştir.⁶⁸

⁶⁷ Füsün Ülengin and Nimet Uray, “Current perspectives in logistics: Turkey as a case study”, *International Journal of Physical Distribution&Logistics*, Vol.29, No.1, 1999, pp.22-49.

⁶⁸ Hyung Jeung Ko and Gerald W. Evans, “A genetic algorithm-based heuristic for the dynamic integrated forward/reverse logistics network for 3 PLs”, *Computers&Operations Research*, Article in Press, 2005.

Bramel ve Simchi-Levi, bu tez çalışmasında ele alınacak olan sistem tasarımı problemine temel oluşturabilecek, dağıtım sistemi ağ tasarımı problemleri ve modellenmesine yönelik örnekler sunmuştur. Araştırmacıların sundukları dağıtım sistemi tasarım probleminin çözümü için geliştirilen karma tamsayılı modelin amaç fonksiyonu; üretim yerlerinden depolara, depolardan mağazalara toplam ürün gönderme maliyeti ile açılacak depoların sabit maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır. Probleme ilişkin temel kısıtlar; tedarikçi, depo kapasiteleri ve mağaza taleplerinden oluşmaktadır. Modellerin çözümüne ilişkin çözüm yöntemleri her modelin sonunda sunulmaktadır⁶⁹

Pirkul ve Jayaraman, geliştirdikleri PLANWAR adlı bir modelle dağıtım ağı için faaliyetlerin toplam maliyetlerini en küçüklemeyi amaçlamaktadırlar. Model, toplam maliyetleri en küçükleyecek üretim yerlerinin ve dağıtım merkezlerinin sayısını da tespit etmeye çalışmaktadır. Bu çalışmada ağ stratejisi, üretim yerlerinden depolara, depolardan müşterilere ürün akışı olarak tarif edilmektedir. Araştırmacılar, geliştirmiş oldukları modeli karma tamsayılı programlama esasına dayandırmışlar ve tedarik zinciri yönetimi problemi için sezgisel çözüm süreci önermişlerdir.⁷⁰

Tesis kurma problemleri tamsayılı programlama problemlerinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu problemler, telekomünikasyon, dağıtım ve taşımacılık endüstrilerinde uygulamalar bulmaktadır. Tragantalerngsak, Holt ve Rönnqvist, tarafından yapılan çalışmada tesis kurma problemlerinin özel bir türü sunulmuştur.⁷¹

⁶⁹ Julien Bramel and David Simchi-Levi, *The Logic of Logistics*, United States of America: Maple-Vail Book Manufacturing Group, 1997, pp.211-215.

⁷⁰ Hasan Pirkul and Vaidyanathan Jayaraman, "A Multi-Commodity, Multi-Plant, Capacitated Facility Location Problem: Formulation and Efficient Heuristic Solution", *Computers Operations Research*, Vol. 25, No.10, 1998, pp.869-878.

⁷¹ Suda Tragantalerngsak, John Holt and Mikael Rönnqvist, "An exact method for the two-echelon, single-source, capacitated facility location problem", *European Journal of Operational Research*, Vol.123, 1999, pp.473-489.

Melkote ve Daskin, her bir tesisin karşılayabilecekleri taleplerle kısıtlı oldukları, birleşik bir tesis kurma / ağ tasarımı modeli sunmuşlardır. Bu model; bölgesel planlama, dağıtım, telekomünikasyon, enerji yönetimi vb. birçok alanda uygulamaya sahip karma tamsayılı programlama esasına dayanmaktadır. Çalışmada, ayrıca problemin parametrelerinde meydana gelen değişikliklerin sonuçlara olan etkisinin belirlenmesi için bir duyarlılık analizi de sunulmuştur.

Melkote ve Daskin, tarafından geliştirilen bu modelin temel varsayımları; her bir noktanın bir talep noktası olması, tesislerin bu noktalarda kurulması zorunluluğu, her bir noktada sadece bir tesisin kurulması ve müşteriden hizmet dağıtıcıya doğru şekillenen bir ağın tasarlanmasıdır.

Modelin amaç fonksiyonu; toplam sistem maliyetini en küçükleyecek ürün akışlarının belirlenmesi iken; karar değişkenleri; tesisin talep noktasında kurulup kurulmaması, tesis ve talep noktası arasında bir bağlantı olup olmaması, talep noktası ve tesis arasında ürün akışı ve talep noktasındaki tesisin karşıladığı toplam talep olarak tanımlanmıştır. Geliştirilen model, AMPL dilinde formüle edilmiş ve CPLEX'in Karma Tamsayılı Programlama çözücüsü kullanılarak çözülmüştür. Son olarak modele ilişkin bir duyarlılık analizi yapılmıştır.⁷²

Drezner ve Wesolowsky, yaptıkları çalışmada yeni bir ağ tasarımı problemi sunmuştur. Bu çalışmada ele alınan ürün trafik akışı problemi kapsamında elde edilen amaç fonksiyonu; tesisler ve talep noktaları arasındaki ürün akışını en küçüklemeyi amaçlamaktadır. Trafik akışı, talep noktaları arasında kullanıcıların belirttikleri miktarlardır. Kullanıcılar, orijin noktasından hedef noktaya ulaşmak için en kısa yolu seçmektedirler. Tesis kuma ise, ağdaki talep noktalarının talebini karşılayacak tesislerin kurulması olarak ifade edilmektedir.⁷³

⁷² Sanjay Melkote and Mark S. Daskin, "Capacitated facility location /network design problems", *European Journal of Operational Research*, Vol.129, 2001, pp.481-495.

⁷³ Zvi Drezner and George O. Wesolowsky, "Network design: selection and design of links and facility location", *Transportation Research, Part A*, Vol. 37, 2003, pp. 241-256.

Klose ve Drex yapmış oldukları çalışmada; ağ tasarımı problemlerine ilişkin karma tamsayılı programlama modellerini ve uygulamalarını bir özet halinde sunmuşlardır.⁷⁴

Nakatsu tarafından yapılan çalışmada, lojistik ağ tasarımının nasıl yapılacağı konusunda öneriler sunan LogNet adlı akıllı bir sistem tanımlamaktadır. LogNet, kaç deponun kurulacağı ve bu depoların hangi pazarlara hizmet vereceği gibi sorulara da yanıt aramaktadır.⁷⁵

Amiri, tedarik zincirinde, üretim yerlerinden depolara, depolardan müşterilere en iyi dağıtım stratejisini tanımlamak ve bu dağıtımı en iyi şekilde gerçekleştirecek şekilde üretim yerlerinin ve depoların kurulmasını sağlayacak bir dağıtım ağı tasarımı sunmuştur. Çalışmada amaç, optimum sayıda üretim yeri ve deponun açılmasını sağlayarak tüm müşterilerin talebini karşılamak ve toplam tedarik ağı maliyetini en küçükmektir. Üretim yerleri ve depolar için birden fazla kapasite seviyesine ulaşmak mümkün kılınmıştır. Amiri , bu tedarik ağı problemi için karma tamsayılı programlamaya dayalı bir model geliştirmiş ve buna ek olarak problemin çözümü için sezgisel bir algoritma sunmuştur.⁷⁶

⁷⁴ Andreas Klose and Andreas Drex, "Facility location models for distribution system design", *European Journal of Operational Research*, Vol.162, 2005, pp.4-29.

⁷⁵ Robbie T. Nakatsu, "Designing busines logistics Networks using model-based reasoning and heuristics-based searching", *Expert System with Applications*, Vol.29, 2005, pp.735-745.

⁷⁶ Ali Amiri, "Designing a distribution network in a supply chain system: Formulation and efficient solution procedure", *European Journal of Opertaional Research*, Vol.171, 2006, pp.567-576.

V. BÖLÜM: AĞ TASARIMININ GENEL ÖZELLİKLERİ, DOĞRUSAL PROGRAMLAMA VE KARMA TAMSAYILI PROGRAMLAMANIN AĞ TASARIMINDA KULLANIMI

Bu bölüm, tez çalışmamızda sunulacak tedarik zinciri ağ tasarımı problemine temel oluşturacaktır. Bu nedenle, beşinci bölümde, doğrusal ve karma tamsayılı programlamanın genel özelliklerine ve ağ tasarımı problemlerinde kullanımına da değinilecektir.

5.1 Ağ Tasarımının Genel Özellikleri

Bir 3 PL firmasının alması gereken kararları stratejik, taktiksel ve operasyonel olarak üç bölümde incelemek mümkündür.⁷⁷ Bu çalışmanın ana amaçlarından biri; 3 PL firmalarının tedarik zinciri ağı tasarımı süreçleri olması nedeniyle bu bölümde tedarik zinciri ağ tasarımının genel özellikleri, problem türleri ve problemlerin modellenmesi üzerinde durulacaktır.

Bir tedarik zinciri ağı; genel olarak tedarikçilerden, depolardan, üretim tesislerinden, dağıtım merkezlerinden ve perakendeci mağazalardan oluşmaktadır. Ağın tasarlanması; fabrika, depo ve mağaza yerleşim yerleri, bu tesislerin sayıları ve aralarındaki ürün alışverişlerinin belirlenmesini gerektirir. Firmalar üzerindeki uzun vadeli etkileri sebebiyle stratejik olarak nitelendirilen bu tip karar süreçlerinde temel amaç, toplam sistem maliyetini en küçükleyecek bir ağ tasarımının gerçekleştirilmesidir.

Ortaya konacak modelleme altyapısı altıncı bölümde gerçekleştirilecek olan örnek olay analizinin temelini oluşturacaktır.

⁷⁷ D. Simchi-Levi, D.Kamisk and E.Simchi-Levi, *Designing and Managing the Supply Chain*, Irwin McGraw-Hill, 2000, p.9.

5.2 Ağ Tasarımı Problemine İlişkin Verilerin Toplanması

Ağ tasarımı problemleri, özellikleri gereği çok sayıda verinin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle; probleme konu olan ürünler, mağazalar ve tedarikçiler gruplandırılmaktadır. Örneğin, çok sayıda ürünün satışını gerçekleştiren perakendecilerin ağ tasarımı probleminde, satılan ürünlerin özelliklerine göre gruplandırılması esastır.⁷⁸ Aynı zamanda, farklı müşteri noktalarının birbirlerine olan mesafelerine göre kümelendirilmeleri çok bilinen bir uygulamadır.

Bu tip gruplandırma işlemleri, problemlerin çözümünü kolaylaştırdığı gibi daha doğru sonuçların elde edilmesini de mümkün kılar.

5.3 Ağ Tasarımı Problemlerinin Modellenmesi

Bu tez çalışmasında tedarik zinciri ağ tasarımı problemlerinin modellenmesinde kullanılan iki önemli optimizasyon yöntemi üzerinde durulacaktır: Doğrusal Programlama (DP) ve Karma Tamsayı Programlama (KTP).

5.3.1 Doğrusal Programlama (DP)

Doğrusal programlama, değişkenlere ve kısıtlara bağlı olarak amaç fonksiyonunu en uygun (en büyükleme ya da en küçükleme) kılmaya çalışır. Buna göre DP, değişkenlere ve kısıtlayıcı şartlara bağlı olarak amaca ulaşma tekniğidir. Genellikle kaynak dağıtımıyla ilgili planlama ve karar vermede yöneticilere yardım etmek için tasarlanmakta ve çok yaygın olarak kullanılmaktadır DP modelinden tutarlı sonuçların elde edilebilmesi için işletmenin girdileriyle çıktıları arasında doğrusal bir ilişkinin bulunması gerekmektedir.

⁷⁸ D. Simchi-Levi, D.Kamisk and E.Simchi-Levi, *Designing and Managing the Supply Chain*, Irwin McGraw-Hill, 2000, p. 20.

Doğrusal programlamanın standart formu aşağıda olduğu gibi gösterilebilir.

En Büyük /

En küçük $C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n$

Kısıtlar

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + A_{13}X_3 + \dots + A_{1n}X_n \quad (\leq / \geq / =) \quad B_1$$

$$A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + A_{23}X_3 + \dots + A_{2n}X_n \quad (\leq / \geq / =) \quad B_2$$

$$\dots \quad (\leq / \geq / =)$$

$$\dots \quad (\leq / \geq / =)$$

$$\dots \quad (\leq / \geq / =)$$

$$A_{m1}X_1 + A_{m2}X_2 + A_{m3}X_3 + \dots + A_{mn}X_n \quad (\leq / \geq / =) \quad B_m$$

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \geq 0$$

Bu gösterimde;

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$: Karar Değişkenlerini,

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$: Amaç Fonksiyonu Katsayılarını,

$A_{11}, A_{12}, \dots, A_{1n}$: Teknoloji Katsayılarını,

$B_1, B_2, \dots, B_m$: Taraf Parametrelerini (Gereksinimler, Kapasiteler) ifade etmek için kullanılmıştır.

Doğrusal programlamanın varsayımları ise şu şekilde sıralanabilir:

1. Orantılık varsayımına göre, modeldeki herhangi bir faaliyetin düzeyinin bir sabitle çarpılması durumunda, o faaliyetin yer aldığı amaç fonksiyonu ve kısıtların değerleri de o oranda değişir.
2. Toplanırlık varsayımına göre, modeldeki çeşitli faaliyetlerin amaç fonksiyonu ya da kısıtlara katkıları toplamı, o amaç fonksiyonunun ya da kısıtın toplam değeridir.

3. Bölünebilirlik varsayımına göre, faaliyetler hem tamsayı hem de hem de tamsayı olmayan değerler alabilirler.⁷⁹

Doğrusal programlama ilgili diğer varsayımlar ise aşağıda olduğu gibi sıralanabilir:

1. Amaç fonksiyonu ve kısıtlar doğru tanımlanmalıdır. Amacın karın en büyükleme mi yoksa maliyetin en küçüklenmesi mi olduğu açıkça belirtilmelidir.
2. Değişkenler kantitatif olmalıdır. Doğrusal programlama kalitatif (rakamla ifade edilmeyen) değişkenler için kullanılmaz.
3. Kullanılacak kaynaklar sınırlı olmalıdır.
4. Değişkenler arasında kurulan bağıntılar doğrusal olmalıdır.
5. Değişkenler arasında alternatif seçim olanağı olmalıdır.
6. Doğrusal programlamanın uygulanacağı işletme problemi kısa dönemli olmalıdır.
7. Bağımlı değişkenlerin sıfır ya da pozitif olması gerekir.⁸⁰

Bir problemin DP modeli oluşturulurken; öncelikli olarak karar değişkenleri tanımlanır, ikinci olarak karar değişkenlerini en küçükleyecek ya da en büyüleyecek amaç fonksiyonu ortaya konur, üçüncü olarak kısıtlayıcılar belirlenir ve son olarak

⁷⁹ Aydın Ulucan, *Yöneylem Araştırması İşletmecilik Uygulamalı / Bilgisayar Destekli Modelleme*, Siyasal Kitabevi, Ankara, 2004, s.29

⁸⁰ Aktaran; Hüdaverdi Bircan ve Zafer Kartal, “Doğrusal Programlama Tekniği İle Kapasite Planlaması Yaklaşımı ve Çimento İşletmesinde Bir Uygulaması”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 5, Sayı 1, 2004., s.133

karar değişkenlerinin negatif ya da pozitif olup olmadığını belirtmek için işaret kısıtlaması tespit edilir.⁸¹

5.3.2 Karma Tamsayılı Programlama (KTP)

Bu başlık altında karma tamsayılı programlama ve temel varsayımlarına yer verilecektir. Fakat, karma tamsayılı programlamaya geçmeden önce tamsayılı doğrusal programlamaya kısaca değinmek faydalı olacaktır.

Tamsayılı doğrusal programlama, doğrusal programlamanın bir uzantısı şeklindedir. Matematiksel formülasyonu doğrusal programlamaya benzetmekle birlikte, doğrusal programlamadan farklı olarak tamsayılı programlamanın tüm değişkenleri tamsayıdır.⁸²

Tamsayılı programlamaya ilişkin bazı tanımlar:

- Tamsayılı programlama, doğrusal programlama problemlerine en uygun tamsayı çözümü türetmek için geliştirilen doğrusal programlamanın özel bir uzantısıdır.
- Değişkenlerinin bir kısmının veya tamamının tamsayılı değerler aldığı, genel doğrusal programlama modelinden elde edilen optimizasyon problemlerinin bir sınıfı, tamsayılı doğrusal programlama problemi olarak ifade edilir.⁸³

Örneğin;

$$\text{Maks. } 5 X_1 + 4 X_2$$

Kısıtlar

$$10X_1 + 3X_2 \leq 30$$

⁸¹ Ahmet Öztürk, *Yöneylem Araştırması, Genişletilmiş 9.Baskı*, Bursa: Ekin Kitabevi, 2004, ss.38-42.

⁸² Ulucan, *a.g.e.*, s.211.

⁸³ Ahmet Ergülen ve diğerleri, “İşletmelerde Dağıtım Sistemi Minimizasyonu İçin Çözüm Modeli: Bir Firma Uygulaması”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı:13, 2005, ss.163-172.

$$X_1 + 3X_2 \leq 9$$

$$X_{ij} > 0$$

X_{ij} tamsayı

Karma tamsayılı programlamada ise tamsayılı programlamadan farklı olarak, karar değişkenlerinin bazıları tamsayı iken bazılarının tamsayı değildir.

5.3.3 Ağ Tasarımı Probleminde Kullanılabilecek Örnek Bir Model

Bu kısımda, bir tedarik zinciri ağ tasarımı sürecinde kullanılabilecek örnek bir modele yer verilecektir. Bu örnek model, farklı araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalardan yararlanılarak geliştirilmiştir (Bramel&Simchi-Levi, 1997; Ko&Evans 2005; Pirkul&Jayaraman 1998; Melkote&Daskin 2001; Drezner&Wesolowsky 2003; Klose&Drex 2005; Nakatsu 2005; Amiri 2006).

Bu bağlamda; üretim yerleri, depolar ve perakendeciler arasında ürün alışverişinin toplam maliyetini en küçüklemeyi amaçlayan bir dağıtım sistemi aşağıdaki gibi modellenenir:

Probleme ilişkin parametreler:

L: Fabrikaların sayısı

J: Potansiyel depo yerlerinin sayısı

I: Mağazaların sayısı

K: Ürünlerin Sayısı

W: Kurulacak depo sayısı

c_{ijk} : l fabrikasından j deposuna bir birim k ürünü taşıma maliyeti

d_{jik} : j deposundan i mağazasına bir birim k ürünü taşıma maliyeti

f_j : j deposunun sabit maliyeti

v_{lk} : l fabrikasının k ürünü arzı

w_{ik} : i mağazasının k ürünü talebi

s_k : k ürünü miktarı

q_j : j deposunun kapasitesi

Karar Değişkenleri:

u_{ljk} : l fabrikasından j deposuna taşınan k ürün miktarı

$$y_j = \begin{cases} 1, j \text{ deposu seçilirse} \\ 0, \text{aksi takdirde} \end{cases}$$

$$x_{jik} = \begin{cases} 1, i \text{ perakendecisi j deposundan k ürünü alırsa} \\ 0, \text{aksi takdirde} \end{cases}$$

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min} \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K c_{ljk} u_{ljk} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K d_{jik} w_{ik} x_{jik} + \sum_{j=1}^J f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^J x_{jik} = 1 \quad \forall i \in I, k \in K \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K s_k w_{ik} x_{jik} \leq q_j y_j \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^I w_{ik} x_{jik} = \sum_{l=1}^L u_{ljk} \quad \forall j \in J, k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J u_{ljk} \leq v_{lk} \quad \forall l \in L, k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J y_j = w \quad (5)$$

$$u_{ljk} \geq 0 \quad \forall l \in L, j \in J, k \in K \quad (6)$$

$$y_j, x_{jik} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, j \in J, k \in K \quad (7)$$

Modelin amaç fonksiyonu, mağazalardan depolara k ürününün toplam taşıma maliyeti, depolardan mağazalara k ürününün toplam taşıma maliyeti ve açılacak deponun sabit maliyetinin toplamının enküçüklenmesini ifade etmektedir.

Modelin kısıtları ise şu şekilde açıklanabilir:

- (1) Her mağaza yalnızca bir depodan ürün almalıdır.
- (2) j deposundan i mağazasına giden k ürün miktarı toplamı, depo kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.
- (3) l fabrikasından j deposuna giden toplam k ürün miktarı, j deposundan i mağazasına giden k ürünün toplam miktarına eşit olmalıdır.
- (4) l fabrikasından j deposuna giden k ürün miktarı toplamı, l fabrikasının toplam k ürünü arzına eşit ya da küçük olmalıdır.
- (5) Açılacak depo sayısı seçilecek depo sayısına eşit olmalıdır.
- (6) l deposundan j deposuna giden k ürün miktarı sifıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (7) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde ve i mağazası j deposundan k ürünü alıyorsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

Yukarıda matematiksel olarak sergilenmiş olan dağıtım sistemi tasarımı modeli tezimizin esas konusu olan sistem tasarımı problemine benzerlik gösterdiğinden bir çerçeve model olarak kabul edilmiştir.

VI. BÖLÜM: BİR ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK FİRMASININ AĞ TASARIMI PROBLEMİ, MODEL ÖNERİLERİ VE ÇÖZÜMLERİ

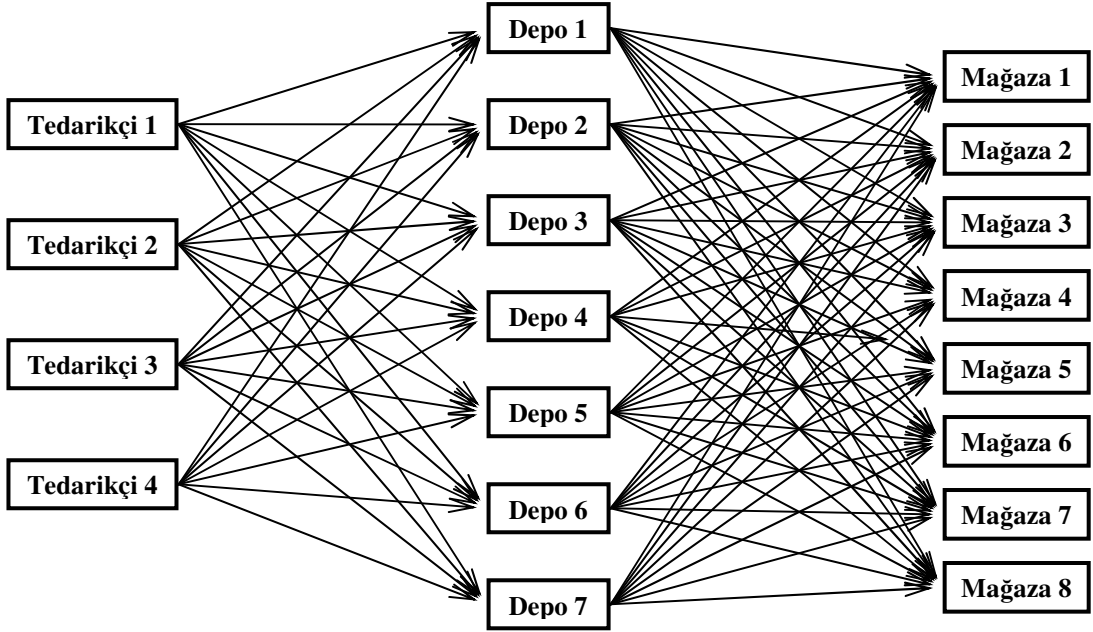
6.1 Bir Üçüncü Parti Lojistik Firmasının Ağ Tasarımı Problemi

Bu bölümde, bir 3 PL firması ile bir perakendeci firmanın ortak yürüttükleri tedarik zinciri tasarımı problemi sergilenecektir. Sektörün öncülerinden olan 3 PL firması; uluslararası taşımacılık, yurtiçi ve yurtdışı depolama, yurtiçi taşımacılık ve gümrükleme olmak üzere lojistiğin tüm faaliyetleriyle birlikte, müşterilerinin tedarik zinciri ağlarının bütününe yönetmeye ilişkin hizmetler vermektedir. Firma vermiş olduğu bu hizmetlere ek olarak, mevcut gümrükleme ve serbest depolarıyla müşterilerinin her türlü operasyonlarına yönelik depolama hizmetleri sunmaktadır. Firmanın depo hizmeti anlayışı, mevcut depolarından faydalanmanın yanı sıra, ihtiyaçlar doğrultusunda bir sistem ağı kurup gerekli yatırımları yaparak müşteriye özel hizmetleri geliştirmek olarak özetlenmektedir.

Ağ tasarımı problemini 3 PL firması ile ortak yürütmekte olan perakende firması, modern tedarik zinciri anlayışı ile lojistik uygulamalarında dış kaynak kullanımını hedeflemektedir. Dış kaynak kullanımının bir sonucu olarak perakendeci firmanın mağazalarında lojistik amaçlı kullanılan mekanların küçültülmesi ve bu alanların satışa yönelik olarak kullanılması amaçlanmaktadır. Böylelikle, bir 3 PL firması ile çalışılması kararı alınarak lojistik süreçlerin daha modern ve verimli bir yapı içinde yönetilmesi planlanmaktadır. Perakendeci firmanın, belirlenmiş olan 3 PL alternatifleri arasından tercihini bu araştırmada sergilenen 3 PL firması adına kullanması nedeniyle yeni bir tedarik zinciri ağ tasarımı geliştirilmesine ilişkin karar modelleri tartışılmaktadır.

3 PL firması ile perakendeci firmanın işbirliği içerisinde yürütülecek ağ tasarımı süreci, bu iki firmanın tedarik zinciri ağı problemi olarak da tanımlanabilir. Perakendeci firmanın talebine uygun bir tedarik zinciri tasarımının gerçekleştirilmesi için planlanan bu karar sürecinde; depo yerleşim yerlerinin belirlenmesi,

perakendecinin çalışmış olduğu tedarikçilerle depolar arasındaki ürün alışverişinin sergilenmesi ve depolardan perakendeci mağazalara gerçekleştirilecek ürün sevkiyatının hesaplanması amaçlanmaktadır. Şekil 4’de tedarik zinciri ağ tasarımı probleminin genel yapısı gösterilmektedir.



Şekil 4: Tedarik Zinciri Ağ Tasarımı Problemi

Sergilenen problemin çözümü doğrultusunda firma karar vericilerinin çalışmaya başladıkları ve bu karar sürecinde kullanılabilecek bir matematiksel modele ihtiyaç duydukları, perakendeci firmaya gıda güvenliği konusunda danışmanlık hizmetleri sunan bir kurumun uzmanı kanalıyla tarafımıza iletilmiştir. Modelleme çalışmasına yapılacak her türlü katkının karar vericiler tarafından değerlendirmeye tabi tutulacak olması ve söz konusu problemin yapmış olduğumuz tez çalışmasına uyum göstermesi nedeniyle araştırmamızın temelini oluşturmasına karar verilmiştir.

Perakendeci ve 3 PL firmasına ilişkin bu tedarik zinciri tasarımı probleminde; pilot olarak kabul edilen depo yerleşim yerleri belirlenmiş ve başlangıç

aşamasında bu alternatiflerden belli bir bölümünün seçilmesine karar verilmiştir. Bunun yanında, perakendecinin çalışmış olduğu tedarikçiler ile seçilecek depolar arasında gerçekleşecek ürün sevkiyatı hesaplanacak ve yine pilot olarak belirlenen mağazalara, seçilecek depolardan yapılacak ürün dağıtımları belirlenecektir.

Ortaya konulan bu problemin çözümünde, karma tamsayılı doğrusal programlama esasına dayalı bir tedarik zinciri tasarımı modeli kullanılacak ve bu amaçla geliştirilecek maliyet fonksiyonu en küçüklenecektir. Modelin temel kısıtları, depo ve tedarikçi kapasiteleri, mağaza talepleri ve seçilecek depo sayılarından oluşacaktır. Problemin ikinci aşamasında, geliştirilen modelin çözümünden elde edilecek sonuçlar, duyarlılık analizi vasıtasıyla zenginleştirilecek, farklı girdi değerlerinin karar değişkenleri üzerinde yaratmış olduğu değişiklikler ortaya konulacaktır.

6.2 Veri Toplama

3 PL firması ile perakendeci firma arasında ortaklaşa gerçekleştirilen bu ağ tasarımı çalışmasında; depo yerleşim yerlerinin belirlenmesi, ürünlerin tedarikçilerden depolara hangi miktarlarda sevk edileceği ve yine farklı ürünlerin hangi depolardan hangi mağazalara ne miktarlarda dağıtılacağı hesaplanacaktır.

Dikkat edileceği üzere, bu tarz bir problem çok büyük bir veri ihtiyacını beraberinde getirmekte ve verilerin gruplandırılması zorunlu hale gelmektedir. Bu amaçla, perakendeci firma bu pilot ağ tasarımı çalışmasında esas alacağı ürünleri; talep özellikleri, tür ve tedarikçilerde bulunması gereken koşulları temel alarak beş ayrı grupta toplamıştır.

Depo ve tedarikçi kapasiteleri belirlenen ürün grupları üzerinden hesaplanarak tez çalışmamıza veri olarak sunulmuştur. Buna ek olarak, perakendeci firmanın sahip olduğu mağaza ve tedarikçilerin çok sayıda olması nedeniyle birbirine yakınlık gösteren mağazalar kümelenerek sekiz, tedarikçiler ise dört ayrı grupta

toplanmıştır. Bu problemde tedarikçiler olarak anılan firmaları toptancılar oluşturmaktadır.

6.3 Üçüncü Parti Lojistik Firmasının Ağ Tasarımı Probleminin Çözümü İçin Geliştirilen Modeller

Bu bölümde 3 PL firması ile perakendeci firmanın işbirliği içerisinde yürüttükleri ağ tasarım probleminin çözümüne ilişkin olarak geliştirilen karma tamsayılı programlama esasına dayalı üç farklı matematiksel modele yer verilecektir. Farklı model alternatiflerinin geliştirilmesinin temel nedeni firmaların bu karar sürecinde kullanabilecekleri çözüm seçeneklerini çeşitlendirmektir.

Bu modeller kapsamında geliştirilen amaç fonksiyonları toplam ağ tasarımı maliyeti olarak adlandırılacak ve en küçüklenecektir. Dolayısıyla, amaç fonksiyonu üç ayrı maliyet grubunun toplamının enküçülenmesinden oluşmaktadır. İlk maliyet grubu tedarikçilerden depolara taşınan ürünlerin toplam maliyetleri, ikinci maliyet grubu depolardan mağazalara sevk edilen ürünlerin toplam taşıma maliyetleri ve son maliyet grubu açılan depoların sabit maliyetleridir.

Geliştirilen üç model sahip oldukları kısıtlar bakımından farklılık arz etmektedir. Ağ tasarımı problemi için geliştirilen ilk model tedarik zinciri üyeleri arasında tek ürün sevkıyatına dayanmakta ve mağazaların yalnızca tek depodan ürün almalarına izin verilmektedir. İkinci model, birinci modelde olduğu gibi tedarikçi-depo ve depo-mağaza arasında tek ürün sevkıyatını esas almakta ancak mağazaların tek depoya bağımlı olması koşulu kaldırılarak, mağazaların farklı depolardan ürün alabilmelerine olanak tanınmaktadır. Son modelimizde ise, tedarik zinciri üyeleri arasında yalnızca tek ürün grubunun sevkıyatı yapılmamakta, ürün gruplarının sayısı kademeli olarak beşe kadar çıkarılmaktadır. Üçüncü model; iki, üç, dört ve beş ürün grubunun sevkıyatına dayalı olarak geliştirilmiştir. İzleyen bölümde geliştirmiş olduğumuz bu üç model sergilenecektir.

6.3.1 Model 1: Tek Ürün Sevkiyatı ve Mağazaların Tek Depodan Ürün Alması

Bu modelde, tedarikçilerden depolara, depolardan mağazalara tek tip ürün grubunun sevkiyatının gerçekleştiği varsayılmaktadır. Bunun yanı sıra, her mağazanın yalnızca bir depodan mal alabileceği de varsayımlar arasında yer almaktadır. Aşağıda, Model 1'e ilişkin amaç fonksiyonu ve kısıtlar sunulmaktadır.

i: tedarikçi

j: depo

s: mağaza

Parametreler:

c_{ij} : i tedarikçisinden j deposuna taşınan bir birim ürünün dağıtım maliyeti

d_{js} : j deposundan s mağazasına bir birim ürünün taşıma maliyeti

w_s : s mağazasının talebi

q_j : j deposunun kapasitesi

f_j : j deposunun sabit maliyeti

c_i : i tedarikçisinin kapasitesi

P: Açılacak depo sayısı

Karar Değişkenleri:

u_{ij} : i tedarikçisinden j deposuna taşınan ürün miktarı

$x_{js} = \begin{cases} 1, & s \text{ mağazası } j \text{ deposundan ürün alıyorsa} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$

$y_j = \begin{cases} 1, & j \text{ deposu seçilirse} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Minimum Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J c_{ij} u_{ij} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S d_{js} w_s x_{js} + \sum_{j=1}^J f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^J x_{js} = 1 \quad \forall s \in S \quad (1)$$

$$\sum_{s=1}^S w_s x_{js} - q_j y_j \leq 0 \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{s=1}^S w_s x_{js} - \sum_{i=1}^I u_{ij} = 0 \quad \forall j \in J \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J u_{ij} \leq c_i \quad \forall i \in I \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J y_j = P \quad (5)$$

$$u_{ij} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$y_j, x_{js} \in \{0,1\} \quad (7)$$

Amaç fonksiyonu, tedarikçilerden depolara k ürününün toplam taşıma maliyeti, depolardan mağazalara k ürününün toplam taşıma maliyeti ve açılacak depoların sabit maliyetlerinin toplamının en küçüklenmesini ifade etmektedir.

Modelin kısıtları sırasıyla şu şekilde açıklanabilir:

- (1) Her mağaza yalnızca bir depodan ürün almalıdır.
- (2) j deposundan s mağazasına giden ürün miktarı toplamı, depo kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.
- (3) j deposundan s mağazasına giden toplam ürün miktarı, i tedarikçisinden j deposuna giden ürün toplam miktarına eşit olmalıdır.
- (4) i tedarikçisinden j deposuna giden ürün miktarı toplamı, i tedarikçisinin kapasitesine eşit ya da küçük olmalıdır. Tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.
- (5) Kurulacak depo sayısı seçilecek depo sayısına eşit olmalıdır.
- (6) i tedarikçisinden j deposuna giden ürün miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (7) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 ve s mağazası j deposundan ürün alıyorsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

6.3.2 Model 1: Mağazalara Tek Depodan Beş Ürün Grubunun Sevk Edilmesi

Model 1'in beş ürün grubunun tedarik zincirinde yer alan kanal üyeleri arasında gönderilmesi durumunu yansıtan model aşağıda sunulmuştur. Model 1'in ilk haline ek olarak burada model parametreleri arasına ürün grupları (k) da eklenmiştir.

i: Tedarikçi

j: Depo

s: Mağaza

k: Ürün Grubu

Parametreler:

c_{ijk} : i tedarikçisinden j deposuna taşınan bir birim k ürünün dağıtım maliyeti

d_{jsk} : j deposundan s mağazasına bir birim k ürünün taşıma maliyeti

w_{sk} : s mağazasındaki k ürünü talebi

q_{jk} : j deposunun k ürünü kapasitesi

f_j : j deposunun sabit maliyeti

c_{ik} : i tedarikçisinin k ürünü kapasitesi

P: Açılacak depo sayısı

Karar Değişkenleri:

u_{ijk} = i tedarikçisinden j deposuna taşınan k ürünün miktarı

$x_{jsk} = \begin{cases} 1, & s \text{ mağazası } j \text{ deposundan } k \text{ ürünü alıyorsa} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$

$y_j = \begin{cases} 1, & j \text{ deposu seçilirse} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Minimum Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S c_{ijk} u_{ijk} + \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S \sum_{k=1}^K d_{js} w_{sk} x_{jsk} + \sum_{j=1}^J f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^J x_{jsk} = 1 \quad \forall s \in S, \forall k \in K \quad (1)$$

$$\sum_{s=1}^S w_{sk} x_{jsk} - q_{jk} y_j \leq 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (2)$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I w_{sk} x_{jsk} - \sum_{i=1}^I u_{ijk} = 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J u_{ijk} \leq c_{ik} \quad \forall i \in I, \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J y_j \leq P \quad (5)$$

$$u_{ijk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$y_j, x_{jsk} \in \{0,1\} \quad (7)$$

Amaç fonksiyonu, tedarikçilerden depolara k ürününün toplam taşıma maliyeti, depolardan mağazalara k ürününün toplam taşıma maliyeti ve açılacak deponun sabit maliyetleri toplamının enküçüklenmesini ifade etmektedir.

Modelin kısıtları;

- (1) Her mağaza yalnızca bir depodan ürün almalıdır.
- (2) j deposundan s mağazasına giden k ürün miktarı toplamı, depoların k ürünü kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.
- (3) j deposundan s mağazasına giden toplam k ürün miktarı, i tedarikçisinden j deposuna giden toplam k ürün miktarına eşit olmalıdır.
- (4) i tedarikçisinden j deposuna giden k ürün miktarı toplamı, i tedarikçisinin k ürün kapasitesine eşit ya da küçük olmalıdır. Her ürün grubu için tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.
- (5) Kurulacak depo sayısı seçilecek depo sayısına eşit olmalıdır.
- (6) i tedarikçisinden j deposuna giden k ürün miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (7) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 ve s mağazası j deposundan k ürünü alıyorsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

6.3.3 Model 2: Bir Ürün Sevkiyatı ve Mağazaların Farklı Depolardan Ürün Alabilmesi

Problemin çözümü için geliştirilen karma tamsayılı programlama esasına dayalı ikinci model, amaç fonksiyonunun enküçüklenmesine dayalı olarak, kısıtlar çerçevesinde, depoların açılması koşuluyla, ürün akışlarının tespit edilmesini hedeflemektedir.

İkinci modelde, birinci modelden farklı olarak mağazaların talepleri karşılanırken yalnızca bir depoya bağlı kalmaları şartı kaldırılmıştır. Başka bir ifade ile, mağazalar birden fazla depodan ürün alabilmektedirler. İkinci modeli birinci modelden farklı kılan diğer bir özellik ise; birinci modelde mağazalar açılan depolardan ürün alıyorsa “1”, eğer almıyorsa “0” değerini almakta yani sadece depo ve mağaza arasında bir ilişkinin var olup olmadığına bakılmakta iken, ikinci modelde depolar ve mağazalar arasında gerçekleşen ilişkide depolardan mağazalara aktarılan ürün miktarları da tespit edilmeye çalışılmıştır. Aşağıda Model 2’ nin amaç fonksiyonu ve kısıtları yer almaktadır.

Parametreler:

c_{ij} : i tedarikçisinden j deposuna bir birim ürünün taşıma maliyeti

d_{js} : j deposundan s mağazasına bir birim ürünün taşıma maliyeti

w_s : s mağazasının talebi

q_j : j deposunun kapasitesi

f_j : j deposunun sabit maliyeti

c_i : i tedarikçisinin kapasitesi

P: Açılacak depo sayısı

Karar Değişkenleri:

u_{ij} : i tedarikçisinden j deposuna taşınan ürün miktarı

x_{js} : j deposundan s mağazasına taşınan ürün miktarı

$$y_j = \begin{cases} 1, j \text{ deposu seçilirse} \\ 0, \text{aksi takdirde} \end{cases}$$

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Minimum Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J c_{ij} u_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S d_{js} x_{js} + \sum_{j=1}^J f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{s=1}^S x_{js} - q_j y_j \leq 0 \quad \forall j \in J \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{js} \geq w_s \quad \forall s \in S \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J u_{ij} \leq c_i \quad \forall i \in I \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{js} - \sum_{i=1}^I u_{ij} = 0 \quad \forall j \in J \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J y_j = P \quad (5)$$

$$u_{ij} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$x_{js} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (7)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad (8)$$

Modelin amaç fonksiyonu, tedarikçilerden depolara toplam ürün taşıma maliyeti, depolardan mağazalara toplam ürün taşıma maliyeti ve açılacak deponun sabit maliyetinin toplamının enküçüklenmesini ifade etmektedir.

Kısıtlar;

(1) j deposundan s mağazasına giden ürün miktarı toplamı depoların kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.

(2) Depolardan mağazalara giden ürün miktarı toplamı, mağazaların taleplerine eşit ya da büyük olmalıdır.

(3) Tedarikçilerden depolara giden toplam ürün miktarı tedarikçi kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır. Bir başka deyişle, tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.

- (4) Depolardan mağazalara giden toplam ürün miktarı, tedarikçilerden depolara giden ürün miktarı toplamına eşit olmalıdır.
- (5) Kurulacak depo sayısı seçilecek depo sayısına eşit olmalıdır.
- (6) Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (7) Depolardan mağazalara giden ürün miktarı sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (8) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

6.3.4 Model 3: Birden Fazla Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkiyatı

İlk model tedarikçiler-depolar ve depolar-mağazalar arasında tek ürün grubunun gönderilmesi ve her bir mağazaya tek depodan ürün sevkiyatı söz konusu iken, ikinci model yine tek ürün grubu, ilk modelden farklı olarak birden fazla depodan mağazalara ürün sevkiyatı biçiminde gerçekleştirilmektedir.

Geliştirmiş olduğumuz üçüncü modelde ise, daha önceki iki modelden farklı olarak iki ürün grubunun dağıtım kanalı üyeleri arasında sevkiyatı söz konusudur. Modelde ürün grupları “ k ” harfi ile gösterilmekte olup $k = 1, 2, 3, 4, 5$ ’ e kadar uzanmaktadır. Bu beş farklı ürün grubu için Model 3 kullanılacaktır. Aşağıda Model 3’ün amaç fonksiyonu ve kısıtları gösterilmektedir.

i : Tedarikçi

j : Depo

s : Mağaza

k : Ürün Grubu

Parametreler:

c_{ijk} : i tedarikçisinden j deposuna bir birim k ürünün taşıma maliyeti

d_{jsk} : j deposundan s mağazasına bir birim k ürünün taşıma maliyeti

w_{sk} : s mağazasının k ürünü talebi

q_{jk} : j deposunun k ürünü kapasitesi

f_j : j deposunun sabit maliyeti

c_{ik} : i tedarikçisinin k ürünü kapasitesi

f_j : j deposunun sabit maliyeti

P: Açılacak depo sayısı

Karar Değişkenleri:

u_{ijk} : i tedarikçisinden j deposuna taşınan k ürünün miktarı

x_{jsk} : j deposundan s mağazasına taşınan k ürünün miktarı

$y_j = \begin{cases} 1, j \text{ deposu seçilirse} \\ 0, \text{aksi takdirde} \end{cases}$

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Minimum Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K c_{ijk} u_{ijk} + \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S \sum_{k=1}^K d_{jsk} x_{jsk} + \sum_{j=1}^J f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{s=1}^S x_{jsk} - q_{jk} y_j \leq 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{jsk} \geq w_{sk} \quad \forall s \in S, \forall k \in K \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J u_{ijk} \leq c_{ik} \quad \forall i \in I, \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{jsk} - \sum_{i=1}^I u_{ijk} = 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J y_j \leq P \quad (5)$$

$$u_{ijk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$x_{jsk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (7)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad (8)$$

Kısıtlar;

(1) Depolardan mağazalara giden k ürünü miktarı toplamı depoların kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.

(2) Depolardan mağazalara giden k ürünü miktarı toplamı, mağazaların taleplerine eşit ya da büyük olmalıdır.

- (3) Tedarikçilerden depolara giden toplam k ürünü miktarı tedarikçilerin k ürünü kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır. Bir başka deyişle, tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.
- (4) Depolardan mağazalara giden toplam k ürünü miktarı, tedarikçilerden depolara giden k ürünü miktarı toplamına eşit olmalıdır.
- (5) Kurulacak depo sayısı seçilecek depo sayısından küçük ya da ona eşit olmalıdır.
- (6) Tedarikçilerden depolara giden k ürünü miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (7) Depolardan mağazalara giden k ürünü miktarı sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (8) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

6.4 Ağ Tasarımı Problemine İlişkin Veriler

Aşağıda ağ tasarımı probleminin çözümünde kullanılacak olan veriler sunulmaktadır. Genel olarak bu problemde dört tedarikçi, yedi depo ve sekiz mağaza ele alınacaktır. Tablo 2; her bir ürün grubuna göre depo kapasitelerini, Tablo 3; tedarikçilerden depolara bir birim “ k ” ürününün taşıma maliyetini, Tablo 4; depolardan mağazalara bir birim “ k ” ürünün taşıma maliyetini, Tablo 5; depoların sabit maliyetlerini, Tablo 6; mağazaların “ k ” ürünü taleplerini ve Tablo 7; ürün gruplarına göre tedarikçi kapasitelerini göstermektedir.

Tablo 2: Ürün Gruplarına Göre Depo Kapasiteleri

Ürün Gruplarına Göre Depo Kapasiteleri (q_{ik})					
Depo (j)	Ürün Grubu 1 (k)	Ürün Grubu 2 (k)	Ürün Grubu 3 (k)	Ürün Grubu 4 (k)	Ürün Grubu 5 (k)
1	8000	10000	3500	8500	1200
2	6500	5000	2500	9000	1300
3	5200	7000	1500	15000	2500
4	5500	8000	1000	7500	3200
5	7500	6500	1750	8500	1500
6	3500	4500	1800	12500	2250
7	4500	9500	2000	14000	1700
Toplam	40700	50500	14050	75000	13650

Tablo 3: Tedarikçilerden Depolara Bir Birim Ürünün Taşıma Maliyeti (YTL) (C_{ij})

Tedarikçiden Depoya Bir Birim Ürün Taşıma Maliyeti (YTL)(c_{ij})							
Tedarikçi (i)	Depo 1	Depo 2	Depo 3	Depo 4	Depo 5	Depo 6	Depo 7
1	10	6	8	12	8	4	11
2	4	12	7	9	10	7	9
3	6	8	12	8	15	5	7
4	5	8	9	10	15	8	9

Tablo 4: Depolardan Mağazalara Bir Birim Ürünün Taşıma Maliyeti (YTL) (d_{js})

Depodan Mağazaya Bir Birim Ürün Taşıma Maliyeti (YTL) (d_{js})								
Depo (j)	Mağaza 1	Mağaza 2	Mağaza 3	Mağaza 4	Mağaza 5	Mağaza 6	Mağaza 7	Mağaza 8
1	12	6	4	10	6	12	6	8
2	6	9	12	8	15	9	4	10
3	12	7	5	4	10	15	3	13
4	15	4	8	10	14	7	9	7
5	10	15	12	7	8	10	6	6
6	8	10	7	5	9	12	7	4
7	7	11	12	6	7	9	10	18

Tablo 5: Depoların Sabit Maliyetleri

Depo (j)	1	2	3	4	5	6	7
Sabit Maliyet (f_j) (YTL)	300000	350000	450000	400000	325000	525000	475000

Tablo 6: Mağazaların Ürün Gruplarına Göre Talepleri

Mağaza Talepleri (w_s)									
Mağaza (s)									
k	s = 1	s = 2	s = 3	s = 4	s = 5	s = 6	s = 7	s = 8	Toplam
k=1	5250	4000	3000	2500	6000	4200	2250	4000	31200
k=2	5000	5000	4500	8000	6500	4500	7500	4800	45800
k=3	1800	2500	1500	750	1750	950	1450	525	11225
k=4	8500	7500	6250	7250	8600	9000	9500	6250	62850
k=5	950	1250	1300	750	650	1100	1500	780	8280

Tablo 7: Ürün Gruplarına Göre Tedarikçi Kapasiteleri

Ürün Grubu	Tedarikçi Kapasiteleri (Birim) (C_i)				
k	C_1	C_2	C_3	C_4	Toplam
k=1	12000	9000	15000	8500	44500
k=2	15000	12500	9000	11000	47500
k=3	3500	2500	4000	2500	12500
k=4	25000	35000	20000	15000	95000
k=5	2500	3500	4500	5250	15750

6.5 Ağ Tasarımı Problemine İlişkin Modellerin Çözümleri ve Elde Edilen Sonuçlar

Aşağıda ağ tasarımı problemi kapsamında geliştirilen üç modelin çözümü sunulmaktadır. Model 1, bir ürün grubunun tedarikçiler-depolar-mağazalar arasında sevkıyatının gerçekleştiği ve mağazaların sadece tek depodan ürün alabildikleri durum için geliştirilmiş bir modeldir. Model 2, bir ürün grubunun farklı depolardan gönderilebildiği durum için geliştirilmişken, Model 3, birden fazla ürün grubunun tedarikçiler-depolar-mağazalar arasında sevkıyatının gerçekleştiği durumlar için geliştirilmiştir.

Söz konusu modeller öncelikle Microsoft Office Excel 2003 yardımıyla çözülmeye çalışılmış fakat Excel'in uzantısı olan Solver'ın (Çözücü) tutarsız sonuçlar vermesi farklı programlara yönelmeyi zorunluluk haline getirmiştir. Bu aşamadan sonra söz konusu modellerin çözümü için LINDO, LINDO API ve LINGO paket programlarına başvurulmuş; Model 1 ve Model 2 için söz konusu programlarda çözüme ulaşılmış fakat, bu programların internetten indirilen tanıtım örneklerinin karar değişkeni ve kısıt sayıları bakımından sahip oldukları sınırlılıklar Model 3'ün bu programlar yardımıyla çözümünü imkansız hale getirmiştir. Bu nedenle, modellerin çözümü için, CPLEX paket programının kullanılmasına karar verilmiştir.

6.5.1 Model 1: Tek Ürün Sevkiyatı ve Mağazaların Tek Depodan Ürün Alması

Bu modelde, bir ürün grubu ele alınarak mağazalara tek bir depodan ürün sevkiyatı gerçekleşmiştir. Bu modelin geliştirilme aşamasında, bir ürün grubuna yönelik veriler bulunması nedeniyle, modele ek olarak bir k (ürün grubu) indeksinin eklenmesine gerek duyulmamıştır. Bu model, tedarik zinciri ağ tasarımı probleminde kullanılan ve Tablo 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7'deki verilerden birinci ürün grubu için geçerli olanlar için çözümlenmiştir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Minimum Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^7 c_{ij} u_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^7 \sum_{s=1}^8 d_{js} w_s x_{js} + \sum_{j=1}^7 f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^7 x_{js} = 1 \quad \forall s \in S \quad (1)$$

$$\sum_{s=1}^8 w_s x_{js} - q_j y_j \leq 0 \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{s=1}^8 w_s x_{js} - \sum_{i=1}^4 u_{ij} = 0 \quad \forall j \in J \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^7 u_{ij} \leq c_i \quad \forall i \in I \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^7 y_j = 5 \quad (5)$$

$$u_{ij} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$y_j, x_{js} \in \{0,1\} \quad (7)$$

Amaç fonksiyonu, tedarikçilerden ($i = 4$) depolara ($j = 7$) giden ürünlerin toplam taşıma maliyeti, depolardan mağazalara ($s = 8$) giden ürünlerin toplam taşıma maliyeti ve açılacak deponun sabit maliyetinin toplamının enküçüklenmesini ifade etmektedir.

Kısıtlar;

- (1) Her mağaza yalnızca bir depodan ürün almalıdır.
- (2) Yedi depodan sekiz mağazaya giden ürün miktarı toplamı, yedi deponun kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.
- (3) Yedi depodan sekiz mağazaya giden toplam ürün miktarı, dört tedarikçiden yedi depoya giden toplam ürün miktarına eşit olmalıdır.
- (4) Dört tedarikçiden yedi depoya giden ürün miktarı toplamı, dört tedarikçinin kapasitesine eşit ya da küçük olmalıdır. Tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.
- (5) Kurulacak depo sayısı beş olmalıdır.

(6) Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.

(7) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 ve s mağazası j deposundan ürün alıyorsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

Model 1'in Cplex 8.1 paket programı yardımıyla çözümünden elde edilen sonuçlar daha kolay anlaşılması için Tablo 8, 9, 10 ve 11'de sunulmaktadır.

Tablo 8: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Miktarları

U _{ij}					
i	j	Miktar	i	j	Miktar
1	2	4800	3	2	1200
1	5	7200	3	4	5250
2	1	4250	4	1	3750
2	3	4750		Toplam	31200

Tablo 9: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Toplam Ürün Miktarları

U _{ij} (Depolara Giden Ürün Miktarı)	
j ₁	8000
j ₂	6000
j ₃	4750
j ₄	5250
j ₅	7200
Toplam	31200

Tablo 10: Mağazaların Açılan Depolardan Ürün Alıp Almama Durumu

X _{js}							
X ₁₂	X ₁₈	X ₂₅	X ₃₄	X ₃₇	X ₄₁	X ₅₃	X ₅₆
1	1	1	1	1	1	1	1

Tablo 11: Açılan Depolar

Y _i						
Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
1	1	1	1	1	0	0

6.5.1.1 Sonuçlar:

Tedarikçilerden-depolara, depolardan-mağazalara tek ürün grubunun gönderildiği ve mağazaların tek depodan ürün alabildikleri durumu yansıtan Model 1'in çözümünden elde edilen sonuçlar yukarıda Tablo 8, 9, 10 ve 11'de sunulmuştur. Bu tablolara göre:

1. Tedarikçilerden depolara giden toplam ürün miktarı 31.200 birimdir ve 44.500 birim olan toplam tedarikçi kapasitesi aşılmamıştır.
2. Problemimizin kısıtlarına bakıldığında beş depo açılması istenmiştir. Sonuçlar, toplam sistem maliyetini en küçükleyecek şekilde ilk beş deponun açıldığını göstermektedir.
3. Açılmayan altıncı ve yedinci depolara ne tedarikçilerden mal gönderilmiş ne de açılmayan bu depolardan mağazalara mal gönderilmiştir. Bu durum modelin doğruluğunun sınanması açısından da bir kanıt olarak kullanılabilir.
4. Tablo 10'da gösterildiği gibi mağazalar açılan depolardan ürün almışlardır. Açılan depolardan ürün alan mağazalar "1" değerini alırken, açılan depolardan ürün almayan mağazalar "0" değerini almışlardır. Bu durum da, modelin doğruluğunun sergilenmesi için bir bulgu olarak kullanılabilir.
5. Verilerin Cplex 8.1 yardımıyla çözümü neticesinde en küçük toplam sistem maliyeti "2.351.500 YTL" olarak bulunmuştur.
6. Açılan depoların toplam kapasiteleri 32.700 birimken, tedarikçilerden depolara 31.200 birim mal gelmiş, bu nedenle; ikinci depoda 500 birim, üçüncü depoda 450 birim, dördüncü depoda 250 birim ve beşinci depoda 300 birimlik kullanılmayan kapasite ortaya çıkmıştır.
7. Mağazaların toplam talepleri 31.200 birim olup tamamı karşılanmıştır.
8. Kısıtlarımız arasında yer alan bir mağazanın yalnızca bir depodan ürün alması şartı sağlanmıştır.

6.5.2 Model 2: Bir Ürün Sevkiyatı ve Mağazaların Farklı Depolardan Ürün Alması

Bu modelde, bir ürün grubu için mağazaların farklı depolardan ürün alabilmesi esas kabul edilmiştir. Model öncelikle tek ürün grubu üzerinden çözülecektir; bu nedenle modele ek olarak bir k (ürün grubu) endeksi eklenmemiştir. Modelin, Tablo 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7'deki verilerden birinci ürün grubuna ilişkin çözümü şu şekildedir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Minimum Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^7 c_{ij} u_{ij} + \sum_{j=1}^7 \sum_{s=1}^8 d_{js} x_{js} + \sum_{j=1}^7 f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{s=1}^8 x_{js} - q_j y_j \leq 0 \quad \forall j \in J \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^7 x_{js} \geq w_s \quad \forall s \in S \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^7 u_{ij} \leq c_i \quad \forall i \in I \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^8 x_{js} - \sum_{i=1}^4 u_{ij} = 0 \quad \forall j \in J \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^7 y_j = 5 \quad (5)$$

$$u_{ij} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$x_{js} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (7)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad (8)$$

Modelin amaç fonksiyonu, tedarikçilerden depolara toplam ürün taşıma maliyeti, depolardan mağazalara toplam ürün taşıma maliyeti ve açılacak deponun sabit maliyetinin toplamının enküçüklenmesini ifade etmektedir.

Modelin kısıtları;

- (1) Yedi depodan sekiz mağazaya giden ürün miktarı toplamı, yedi deponun kapasitesine eşit ya da küçük olmalıdır.
- (2) Yedi depodan sekiz mağazaya giden ürün miktarı toplamı, sekiz mağazanın taleplerine eşit ya da büyük olmalıdır.
- (3) Dört tedarikçilerden yedi depoya giden toplam ürün miktarı dört tedarikçinin kapasitesine eşit ya da küçük olmalıdır. Bir başka deyişle, tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.
- (4) Yedi depodan sekiz mağazaya giden toplam ürün miktarı, dört tedarikçiden yedi depoya giden ürün miktarı toplamına eşit olmalıdır.
- (5) Kurulacak depo sayısı beş olmalıdır.
- (6) Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (7) Depolardan mağazalara giden ürün miktarı sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (8) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

Bu modelin çözümünden elde edilen sonuçlar, Tablo 12, 13 ve 14'da özetlenmektedir.

Tablo 12: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Miktarları

U _{ij}					
i	j	Miktar	i	j	Miktar
1	2	5500	3	2	1000
1	5	6500	3	4	5500
2	1	4300	4	1	3700
2	3	4700		Toplam	31200

Tablo 13: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Miktarları (X_{js})

X _{js}								
j	s	Miktar	j	s	Miktar	j	s	Miktar
1	3	2000	3	2	1450	4	6	2950
1	5	6000	3	3	1000	5	4	2500
2	1	5250	3	7	2250	5	8	4000
2	6	1250	4	2	2550		Toplam	31200

Tablo 14: Açılan depolar

Y _i						
Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
1	1	1	1	1	0	0

6.5.2.1 Sonuçlar:

Tedarikçilerden-depolara, depolardan-mağazalara tek ürün grubunun gönderildiği fakat Model 1'den farklı olarak mağazaların tek depo yerine farklı depolardan ürün alabildikleri durumu yansıtan Model 2'in çözümünden elde edilen sonuçlar yukarıda tablolaştırılarak sunulmuştur. Bu tablolara göre:

1. Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarı toplam 31.200 birimdir.
2. Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarları tedarikçilerin kapasitelerini aşmamıştır. Dört tedarikçinin toplam kapasitesi 44.500 birimken, tedarikçilerden depolara 31.200 birim mal gönderilmiştir.
3. Her bir tedarikçiden depolara gönderilen ürün miktarları Tablo 12'de gösterilmiştir. Tedarikçilerden depolara gönderilen ürün miktarları depo kapasitelerini aşmamıştır.
4. Tablo 13'de depolardan mağazalara giden ürün miktarları gösterilmiştir. Tablo 13'e göre bir numaralı depodan üç ve beş numaralı mağazaya 2000 birim, üç numaralı depodan iki, üç ve yedi numaralı depolara toplam 4700 birim, iki numaralı depodan bir ve altı numaralı mağazalara 6500 birim, dört numaralı depodan iki ve altı numaralı mağazalara 5500 birim ve son olarak beş numaralı depodan dört ve sekiz numaralı mağazalara 6500 birim ürün sevkiyatı gerçekleşmiştir.
5. Depolardan mağazalara giden toplam ürün miktarı Tablo 13'de gösterilmektedir. Buna göre tüm mağazaların talepleri karşılanmıştır.
6. Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarı Tablo 12'de gösterilmiştir. Buna göre üçüncü depoda 500 birim, beşinci depoda 1000 birim olmak üzere toplam 1500 birimlik kapasite atıl durumdadır.

7. Birinci modelde olduğu gibi ilk beş depo (birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci depolar) açılmıştır.
8. Minimum toplam sistem maliyeti “2.194.100 YTL” olarak bulunmuştur.

6.5.3 Model 3: İki Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkiyatı

Bu modelde iki farklı ürün grubunun farklı depolardan dağıtımı esas alınmıştır.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min. Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^2 c_{ijk} u_{ijk} + \sum_{j=1}^7 \sum_{s=1}^8 \sum_{k=1}^2 d_{jsk} x_{jsk} + \sum_{j=1}^7 f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{s=1}^8 x_{jsk} - q_{jk} y_j \leq 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^7 x_{jsk} \geq w_{sk} \quad \forall s \in S, \forall k \in K \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^7 u_{ijk} \leq c_{ik} \quad \forall i \in I, \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^8 x_{jsk} - \sum_{i=1}^4 u_{ijk} = 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^7 y_j \leq 7 \quad (5)$$

$$u_{ijk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$x_{jsk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (7)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad (8)$$

Kısıtlar;

(1) Depolardan mağazalara giden birinci ve ikinci ürün grubu miktarları toplamı depoların birinci ve ikinci ürün grubu için kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.

- (2) Depolardan mağazalara giden birinci ve ikinci ürün grubu miktarı toplamı, mağazaların birinci ve ikinci ürün grubu taleplerine eşit ya da büyük olmalıdır.
- (3) Tedarikçilerden depolara giden birinci ve ikinci ürün grubu toplam miktarı tedarikçilerin birinci ve ikinci ürün grubu kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır. Tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.
- (4) Depolardan mağazalara giden birinci ve ikinci ürün grubu toplam miktarları, tedarikçilerden depolara giden birinci ve ikinci ürün grubu miktarları toplamına eşit olmalıdır.
- (5) Kurulacak depo sayısı yediye eşit ya da küçük olmalıdır. Model 1 ve Model 2’de beşe eşitlenen depo sayısı, Model 3’te ürün grubu sayısı ikiye çıkartıldığında optimum sonuç bulunamaması nedeniyle kurulacak depo sayısı yediye çıkarılmıştır.
- (6) Tedarikçilerden depolara giden k ürünü miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (7) Depolardan mağazalara giden k ürünü miktarı sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (8) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

Tablo 15, 16 ve 17’de Model 3’e ilişkin sonuçlar görülmektedir.

Tablo 15: Tedarikçilerden Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı (U_{ijk})

U_{ijk}											
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	6500	3	7	1	3700	2	3	2	3500
1	3	1	1500	4	1	1	1000	2	4	2	8000
1	5	1	4000	1	2	2	5000	3	7	2	9000
2	1	1	7000	1	3	2	3500	4	1	2	9000
2	3	1	2000	1	5	2	6500	4	7	2	300
3	4	1	5500	2	1	2	1000			Toplam	77000

Tablo 16: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden k Ürünü Miktarı (X_{jsk})

X_{jsk}											
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	3000	5	8	1	4000	4	2	2	5000
1	5	1	5000	7	5	1	1000	4	6	2	3000
2	1	1	5250	7	6	1	2700	5	6	2	1500
2	7	1	1250	1	3	2	4500	5	7	2	200
3	4	1	2500	1	5	2	5500	5	8	2	4800
3	7	1	1000	2	1	2	4700	7	1	2	300
4	2	1	4000	2	7	2	300	7	4	2	8000
4	6	1	1500	3	7	2	7000	7	5	2	1000
										Toplam	77000

Tablo 17: Açılan Depolar

Açılan Depolar						
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1	1	1	1	1	0	1

6.5.3.1 Sonuçlar:

Model 3, Tedarikçilerden-depolara, depolardan-mağazalara birden fazla ürün grubunun farklı depolardan gönderildiği durum için geliştirilmiştir. Model 3'ün iki ürün grubu için çözümünden elde edilen sonuçlar Tablo 15, 16 ve 17'ye göre aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Tedarikçilerden depolara giden toplam ürün miktarı 77.000 birimdir. Tedarikçilerden depolara, birinci ürün grubundan giden toplam ürün miktarı 31.200 birim, tedarikçilerden depolara ikinci ürün grubundan giden toplam ürün miktarı 45.800 birimdir.
2. Tedarikçilerin toplam kapasitesi; birinci ürün grubu için 44.500 birim, 2. ürün grubu için 47.500 birim olmak üzere 92.000 birimdir.
3. Depoların toplam kapasitesi, 40.700 birimi birinci ürün grubu için, 50.500 birimi ikinci ürün grubu için olmak üzere 91.200 birimdir. Depolara gelen toplam ürün miktarı (birinci ve ikinci ürün grubu toplamı), 77.000 birimdir. Depolarda 14.200 birimlik kullanılmayan kapasite mevcuttur.
4. Depolardan mağazalara birinci ürün grubundan gelen toplam miktar; 31.200 birim, ikinci ürün grubundan toplam 45.800 birimdir.
5. Her mağazanın her ürün grubundan olan talebi karşılanmıştır. Birinci ürün grubu için mağazaların toplam talebi 31.200 birim, ikinci ürün grubu için 45.800 birimdir.

6. Tedarikçi ve depo kapasiteleri kısıtları aşılmamıştır.
7. Altıncı depo hariç tüm depolar açılmıştır. Açılmayan depoya tedarikçilerden mal sevkiyatı olmamış, aynı zamanda açılmayan altıncı depodan mağazalara herhangi bir ürün sevkiyatı gerçekleşmemiştir.
8. Tedarik zinciri üyeleri arasında iki ürün grubunun sevkiyatının yapıldığı, altı deponun açıldığı bu sistem tasarımında, minimum sistem maliyeti “3.238.900 YTL” olarak tespit edilmiştir.

6.5.4 Model 3: Üç Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkiyatı

Bu modelde üç farklı ürün grubu farklı depolardan dağıtılmaktadır.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min. Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^3 c_{ijk} u_{ijk} + \sum_{j=1}^7 \sum_{s=1}^8 \sum_{k=1}^3 d_{jsk} x_{jsk} + \sum_{j=1}^7 f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{s=1}^8 x_{jsk} - q_{jk} y_j \leq 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^7 x_{jsk} \geq w_{sk} \quad \forall s \in S, \forall k \in K \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^7 u_{ijk} \leq c_{ik} \quad \forall i \in I, \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^8 x_{jsk} - \sum_{i=1}^4 u_{ijk} = 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^7 y_j \leq 7 \quad (5)$$

$$u_{ijk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$x_{jsk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (7)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad (8)$$

- (1) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci ve üçüncü ürün grubu miktarları toplamı depoların birinci, ikinci ve üçüncü ürün grubu için depo kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.
- (2) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci ve üçüncü ürün grubu miktarı toplamı, mağazaların birinci, ikinci ve üçüncü ürün grubu taleplerine eşit ya da büyük olmalıdır.
- (3) Tedarikçilerden depolara giden birinci, ikinci ve üçüncü ürün grubu toplam miktarı tedarikçilerin birinci, ikinci ve üçüncü ürün grubu kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır. Tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.
- (4) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci ve üçüncü ürün grubu toplam miktarları, tedarikçilerden depolara giden birinci, ikinci ve üçüncü ürün grubu miktarları toplamına eşit olmalıdır.
- (5) Kurulacak depo sayısı yediye eşit ya da küçük olmalıdır. Model 1 ve Model 2’de beşe eşitlenen depo sayısı, Model 3’te ürün grubu sayısı ikiye çıkartıldığında optimum sonuç bulunamaması nedeniyle kurulacak depo sayısı yediye çıkarılmıştır.
- (6) Tedarikçilerden depolara giden k ürünü miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (7) Depolardan mağazalara giden k ürünü miktarı sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.
- (8) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

Tablo 18, 19 ve 20’de Model 3’ün üç ürün grubuna göre çözümünden elde edilen sonuçlar gösterilmektedir.

Tablo 18: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

U _{ijk}											
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	6500	1	2	2	5000	1	2	3	2500
1	3	1	1500	1	3	2	3500	1	3	3	275
1	5	1	4000	1	5	2	6500	1	5	3	725
2	1	1	7000	2	1	2	1000	2	1	3	1275
2	3	1	2000	2	3	2	3500	2	3	3	1225
3	4	1	5500	2	4	2	8000	3	4	3	1000
3	7	1	3700	3	7	2	9000	3	7	3	2000
4	1	1	1000	4	1	2	9000	4	1	3	2225
				4	7	2	300			Toplam	88225

Tablo 19: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

X_{jsk}											
j	s	k	Miktar	j	S	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	3000	1	3	2	4500	1	2	3	1500
1	5	1	5000	1	5	2	5500	1	3	3	1500
2	1	1	5250	2	1	2	4700	1	5	3	500
2	7	1	1250	2	7	2	300	2	1	3	1800
3	4	1	2500	3	7	2	7000	2	7	3	700
3	7	1	1000	4	2	2	5000	3	4	3	750
4	2	1	4000	4	6	2	3000	3	7	3	750
4	6	1	1500	5	6	2	1500	4	2	3	1000
5	8	1	4000	5	7	2	200	5	5	3	200
7	5	1	1000	5	8	2	4800	5	8	3	525
7	6	1	2700	7	1	2	300	7	5	3	1050
				7	4	2	8000	7	6	3	950
				7	5	2	1000			Toplam	88225

Tablo 20: Açılan Depolar

Açılan Depolar						
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1	1	1	1	1	0	1

6.5.4.1 Sonuçlar:

Model 3, Tedarikçilerden-depolara, depolardan-mağazalara birden fazla ürün grubunun farklı depolardan gönderildiği durum için geliştirilmiştir. Model 3'ün üç ürün grubu için çözümünden elde edilen sonuçlar Tablo 18, 19 ve 20'ye göre aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarı toplamı 88.225 birimdir. Bu toplam miktarın, 31.200 birimi birinci ürün grubuna, 45.800 birimi ikinci ürün grubuna ve 11.225 birimi üçüncü ürün grubuna aittir.
2. Tedarikçilerin üç ürün grubu için toplam kapasiteleri 104.500 birimdir. Üç ürün grubu için de tedarikçin kapasiteleri aşılmamıştır.
3. Birinci ürün grubundan mağazalara gelen toplam miktar, mağazaların birinci ürün grubundan olan taleplerine eşit olup; 31.200 birimdir. Mağazaların ikinci ürün grubuna yönelik talepleri 45.800 birimdir ve depolardan mağazalara giden ikinci ürün grubu miktarı 45.800 birim olup talebi

karşılacaktır. Son olarak depolardan mağazalara giden toplam ürün miktarı üçüncü ürün grubu için 11.225 birim olup bu miktarda mağazaların üçüncü ürün grubu taleplerini karşılar niteliktedir.

4. Depo kapasiteleri hiçbir ürün grubu için aşılmamıştır.
5. Altıncı depo hariç tüm depolar açılmıştır.
6. Açılmayan altıncı depoya ne tedarikçilerden mal gönderilmiş ne de söz konusu depodan mağazalara herhangi bir ürün grubu için ürün sevkiyatı olmuştur. Bu modelin doğru sonuç verdiğini sınamak açısından önemlidir.
7. En az altı depo açılarak mağazaların taleplerini karşılayacak sistemin minimum maliyeti “3.370.200 YTL” dır. Tüm kısıtlar sağlanmıştır.

6.5.5 Model 3: Dört Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkiyatı Durumu

Bu modelde, dört farklı ürün grubunun farklı depolardan dağıtımı esas alınmıştır.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min. Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^4 c_{ijk} u_{ijk} + \sum_{j=1}^7 \sum_{s=1}^8 \sum_{k=1}^4 d_{jsk} x_{jsk} + \sum_{j=1}^7 f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{s=1}^8 x_{jsk} - q_{jk} y_j \leq 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^7 x_{jsk} \geq w_{sk} \quad \forall s \in S, \forall k \in K \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^7 u_{ijk} \leq c_{ik} \quad \forall i \in I, \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^8 x_{jsk} - \sum_{i=1}^4 u_{ijk} = 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^7 y_j \leq 7 \quad (5)$$

$$u_{ijk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$x_{jsk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (7)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad (8)$$

(1) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ürün grubu miktarları toplamı depoların birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü grubu için depo kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.

(2) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ürün grubu miktarı toplamı, mağazaların birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ürün grubu taleplerine eşit ya da büyük olmalıdır.

(3) Tedarikçilerden depolara giden birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ürün grubu toplam miktarı tedarikçilerin birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ürün grubu kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır. Tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.

(4) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ürün grubu toplam miktarları, tedarikçilerden depolara giden birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ürün grubu miktarları toplamına eşit olmalıdır.

(5) Kurulacak depo sayısı yediye eşit ya da küçük olmalıdır. Model 1 ve Model 2’de beşe eşitlenen depo sayısı, Model 3’te ürün grubu sayısı ikiye çıkartıldığında optimum sonuç bulunamaması nedeniyle kurulacak depo sayısı yediye çıkarılmıştır.

(6) Tedarikçilerden depolara giden k ürünü miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.

(7) Depolardan mağazalara giden k ürünü miktarı sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.

(8) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

Tablo 21, 22 ve 23’te de Model 3’ün sonuçları yer almaktadır.

Tablo 21: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları

U _{ijk}											
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	6500	1	6	2	4500	3	4	3	1000
1	3	1	1500	2	1	2	700	3	6	3	525
1	5	1	500	2	3	2	7000	3	7	3	1250

Tablo 21'in Devamı											
U _{ijk}											
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	6	1	3500	2	4	2	4800	4	1	3	2450
2	1	1	7000	3	4	2	3200	1	2	4	9000
2	3	1	2000	3	7	2	5800	1	6	4	12500
3	4	1	5500	4	1	2	9300	2	1	4	8500
3	7	1	3700	1	2	3	2500	2	3	4	15000
4	1	1	1000	1	6	3	1000	3	4	4	7500
1	2	2	5000	2	1	3	1050	3	7	4	10350
1	5	2	5500	2	3	3	1450			Toplam	151075

Tablo 22: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları

X _{jsk}											
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	3000	4	2	2	5000	6	1	3	250
1	5	1	5000	4	6	2	3000	6	4	3	750
2	1	1	5250	5	5	2	1000	6	8	3	525
2	7	1	1250	5	6	2	1500	7	5	3	1250
3	4	1	2500	5	7	2	500	1	3	4	1750
3	7	1	1000	5	8	2	2500	1	5	4	6750
4	2	1	4000	6	4	2	2200	2	1	4	8500
4	6	1	1500	6	8	2	2300	2	6	4	500
5	8	1	500	7	4	2	5800	3	3	4	4500
6	8	1	3500	1	2	3	1500	3	4	4	1000
7	5	1	1000	1	3	3	1500	3	7	4	9500
7	6	1	2700	1	5	3	500	4	2	4	7500
1	3	2	4500	2	1	3	1550	6	4	4	6250
1	5	2	5500	2	6	3	950	6	8	4	6250
2	1	2	5000	3	7	3	1450	7	5	4	1850
3	7	2	7000	4	2	3	1000	7	6	4	8500
TOPLAM											151075

Tablo 23: Açılan Depolar

Açılan Depolar						
y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇
1	1	1	1	1	1	1

6.5.5.1 Sonuçlar:

Model 3'ün dört ürün grubu için çözümünden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmektedir:

1. Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarları; birinci ürün grubu için 31.200 birim, ikinci grubu için 45.800 birim, üçüncü ürün grubu için 11.225 birim ve dördüncü ürün grubu için 62.850 birim olmak üzere toplam 151.075 birimdir. Tedarikçi kapasitelerinin aşılmadığı görülmektedir.
2. Her bir ürün grubu için depo kapasitelerin aşılmadığı görülmektedir. Depo kapasiteleri, birinci ürün grubu için 40.700 birim, ikinci ürün grubu için 50.500 birim, üçüncü ürün grubu için 14.050 birim ve dördüncü ürün grubu için 75.000 birimdir. Tüm ürün grupları için 7 deponun toplam kapasitesi 180.250 birimdir. Depolara dört ürün grubundan gelen toplam miktarın 151.075 birim olduğu göz önüne alınırsa, depolarda bu dört ürün grubu için kullanılmayan 29.175 birimlik bir kapasitenin var olduğu görülmektedir.
3. Depolardan mağazalara “k” ürün grubundan giden miktarları ve mağaza taleplerini göstermektedir. Depolardan mağazalara giden toplam ürün miktarının 31.200 birim olduğu ve mağazaların birinci ürün grubundaki mallara yönelik taleplerinin karşılandığı anlaşılmaktadır, mağazaların ikinci ürün grubuna yönelik talep ettikleri miktar toplam 45.800 birim olup tamamı karşılanmıştır, mağazaların 11.225 birim olan üçüncü ürün grubu talepleri ve 62.850 birim olan dördüncü ürün grubu talepleri karşılanmıştır.
4. Mağazaların taleplerini karşılamak için tüm depoların açılması gerekmektedir.
5. Minimum toplam sistem maliyeti “4.550.825 YTL” olarak bulunmuştur.

6.5.6 Model 3: Beş Ürün Grubunun Farklı Depolardan Sevkıyatı

Bu modelde beş ürün grubunun farklı depolardan sevkıyatı temel alınmıştır.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min. Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^5 c_{ijk} u_{ijk} + \sum_{j=1}^7 \sum_{s=1}^8 \sum_{k=1}^5 d_{jsk} x_{jsk} + \sum_{j=1}^7 f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{s=1}^8 x_{jsk} - q_{jk} y_j \leq 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^7 x_{jsk} \geq w_{sk} \quad \forall s \in S, \forall k \in K \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^7 u_{ijk} \leq c_{ik} \quad \forall i \in I, \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^8 x_{jsk} - \sum_{i=1}^4 u_{ijk} = 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^7 y_j \leq 7 \quad (5)$$

$$u_{ijk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$x_{jsk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (7)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad (8)$$

(1) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün grubu miktarları toplamı depoların birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci grubu için depo kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.

(2) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün grubu miktarı toplamı, mağazaların birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün grubu taleplerine eşit ya da büyük olmalıdır.

(3) Tedarikçilerden depolara giden birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün grubu toplam miktarı tedarikçilerin birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün grubu kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır. Tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.

(4) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün grubu toplam miktarları, tedarikçilerden depolara giden birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün grubu miktarları toplamına eşit olmalıdır.

(5) Kurulacak depo yediye eşit ya da küçük olmalıdır. Model 1 ve Model 2’de beşe eşitlenen depo sayısı, Model 3’ün ürün grubu sayısının dört çıkartılması nedeniyle optimum sonuç vermemesi nedeniyle yediye çıkarılmıştır.

(6) Tedarikçilerden depolara giden k ürünü miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.

(7) Depolardan mağazalara giden k ürünü miktarı sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.

(8) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

Tablo 24, 25 ve 26’da sonuçlar tablolştırılarak sunulmuştur.

Tablo 24: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları

X_{jsk}											
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	3000	5	6	2	1500	2	1	4	8500
1	5	1	5000	5	7	2	500	2	6	4	500
2	1	1	5250	5	8	2	2500	3	3	4	4500
2	7	1	1250	6	4	2	2200	3	4	4	1000
3	4	1	2500	6	8	2	2300	3	7	4	9500
3	7	1	1000	7	4	2	5800	4	2	4	7500
4	2	1	4000	1	2	3	1500	6	4	4	6250
4	6	1	1500	1	3	3	1500	6	8	4	6250
5	8	1	500	1	5	3	500	7	5	4	1850
6	8	1	3500	2	1	3	1550	7	6	4	8500
7	5	1	1000	2	6	3	950	1	3	5	580
7	6	1	2700	3	7	3	1450	1	5	5	620
1	3	2	4500	4	2	3	1000	2	1	5	950
1	5	2	5500	6	1	3	250	3	7	5	1500
2	1	2	5000	6	4	3	750	4	2	5	1250
3	7	2	7000	6	8	3	525	4	6	5	1100
4	2	2	5000	7	5	3	1250	6	3	5	720
4	6	2	3000	1	3	4	1750	6	4	5	750
5	5	2	1000	1	5	4	6750	6	8	5	780
								7	5	5	30
										Toplam	159355

Tablo 25: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

U_{ijk}											
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	6500	2	3	2	7000	1	2	4	9000
1	3	1	1500	2	4	2	4800	1	6	4	12500
1	5	1	500	3	4	2	3200	2	1	4	8500
1	6	1	3500	3	7	2	5800	2	3	4	15000
2	1	1	7000	4	1	2	9300	3	4	4	7500
2	3	1	2000	1	2	3	2500	3	7	4	10350
3	4	1	5500	1	6	3	1000	1	2	5	950
3	7	1	3700	2	1	3	1050	1	6	5	1550
4	1	1	1000	2	3	3	1450	2	1	5	1200
1	2	2	5000	3	4	3	1000	2	3	5	1500
1	5	2	5500	3	6	3	525	3	4	5	2350
1	6	2	4500	3	7	3	1250	3	6	5	700

Tablo 25'in Devamı											
U_{ijk}											
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
2	1	2	700	4	1	3	2450	3	7	5	30
										Toplam	159355

Tablo 26: Açılan Depolar

Açılan Depolar						
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1	1	1	1	1	1	1

6.5.6.1 Sonuçlar:

Model 3'ün beş ürün grubu için çözümünden elde edilen sonuçlar Tablo 24, 25 ve 26 kullanılarak aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

1. Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarları toplamaları; birinci ürün grubu için 31.200 birim, ikinci ürün grubu için 45.800 birim, üçüncü ürün grubu için 11.225 birim, dördüncü ürün grubu için 62.850 birim ve beşinci ürün grubu için 8280 birimdir.
2. Tedarikçi kapasiteleri birinci ürün grubu için 44.500 birim, ikinci ürün grubu 47.500 birim, üçüncü ürün grubu için, 12.500 birim, dördüncü ürün grubu için 95.000 birim ve beşinci ürün grubu için 15.750 birimdir.
3. Depo kapasiteleri her bir ürün grubu bazında incelendiğinde; birinci ürün grubu için tüm depoların mevcut kapasitesi 40.700 birim, ikinci ürün grubu için 50.500 birim, üçüncü ürün grubu için 14.050 birim, dördüncü ürün grubu için 75.000 birim ve beşinci ürün grubu için 13.650 birimdir.
4. Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarları ve depo kapasiteleri karşılaştırıldığında depo kapasitelerinin aşılmadığı görülmektedir. Benzer şekilde aynı tabloda tedarikçilerden depolara giden ürün miktarları ve tedarikçi kapasiteleri karşılaştırıldığında tedarikçi kapasitelerinin de aşılmadığı da görülmektedir.

5. Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarı (beş ürün grubu toplamı) toplamı “159.355 birim”, depoların toplam kapasiteleri “193.900 birim” dir.
6. Depolardan mağazalara giden ürün miktarları, mağazaların her bir ürün grubuna yönelik talep miktarlarına eşit olup, tüm mağazaların talepleri karşılanmıştır.
7. Depolardan mağazalara giden ürün miktarları ve mağazaların her bir ürün grubuna yönelik talep miktarları: Birinci ürün grubu için 31.200 birim, ikinci ürün grubu için 45.800 birim, üçüncü ürün grubu için 11.225 birim, dördüncü ürün grubu için 62.850 birim ve beşinci ürün grubu için 8.280’dir. Mağazaların toplam talebi “159.355 birim” olup tamamı karşılanmıştır.
8. Depolardan tümü açılmış ve minimum sistem maliyeti “4.641.595 YTL” olarak bulunmuştur.

6.5.7 Tek Depodan Mağazalara Beş Ürün Grubunun Sevkiyatının Yapılması

Bu modelde beş ürün grubunun, mağazalara sadece bir depodan gönderilmesi kuralı esas alınmıştır.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min. Toplam Sistem Maliyeti} = \sum_{i=4}^4 \sum_{s=1}^8 \sum_{k=1}^5 c_{ijk} u_{ijk} + \sum_{j=1}^7 \sum_{s=1}^8 \sum_{k=1}^5 d_{js} w_{sk} x_{jsk} + \sum_{j=1}^7 f_j y_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^7 x_{jsk} = 1 \quad \forall s \in S, \forall k \in K \quad (1)$$

$$\sum_{s=1}^8 w_{sk} x_{jsk} - q_{jk} y_j \leq 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (2)$$

$$\sum_{s=1}^8 \sum_{i=1}^4 w_{sk} x_{jsk} - u_{ijk} = 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^7 u_{ijk} \leq c_{ik} \quad \forall i \in I, \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^7 y_j \leq 7 \quad (5)$$

$$u_{ijk} \geq 0, \text{ tamsayı} \quad (6)$$

$$y_j, x_{jsk} \in \{0,1\} \quad (7)$$

Amaç fonksiyonu, tedarikçilerden depolara k ürününün toplam taşıma maliyeti, depolardan mağazalara k ürününün toplam taşıma maliyeti ve açılacak depoların sabit maliyetleri toplamının en küçüklenmesini ifade etmektedir.

(1) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün gruplarının miktarlarının toplamı 1'e eşit olmalıdır. Her mağaza yalnızca bir depodan ürünü almalıdır.

(2) Depolardan mağazalara giden birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün gruplarının miktarları toplamı, depoların her ürün grubu için geçerli olan kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır.

(3) Depolardan mağazalara giden toplam birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün miktarı, tedarikçilerden depolara giden toplam birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün miktarına eşit olmalıdır.

(4) Tedarikçilerden depolara giden birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ürün gruplarının miktarları toplamı, tedarikçilerin her ürün grubu için verilen kapasitelerine eşit ya da küçük olmalıdır. Her ürün grubu için tedarikçi kapasiteleri aşılmamalıdır.

(5) Kurulacak depo sayısı yedi ya da yediden küçük olmalıdır.

(6) Tedarikçilerden depolara giden k ürün miktarı sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmalıdır.

(7) j deposu açılırsa 1, aksi takdirde 0 ve s mağazası j deposundan k ürünü alıyorsa 1, aksi takdirde 0 olmalıdır.

Tablo 27, 28 ve 29'da sonuçlar tablolaştırılarak sunulmuştur.

Tablo 27: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

U_{ijk}											
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	5250	2	1	2	200	4	1	3	2200
1	5	1	4000	2	3	2	5800	1	2	4	9000
1	6	1	2750	2	4	2	6500	1	5	4	7250
2	1	1	4250	3	4	2	1000	1	6	4	8750
2	3	1	4750	3	7	2	8000	2	1	4	8500
3	4	1	4000	4	1	2	9300	2	3	4	9500
3	6	1	250	1	2	3	2500	3	4	4	7500
3	7	1	4200	1	6	3	1000	3	6	4	3750
4	1	1	1750	2	1	3	1050	3	7	4	8600
1	2	2	5000	2	3	3	1450	1	2	5	950
1	3	2	700	3	4	3	950	1	6	5	1550
1	5	2	4800	3	6	3	275	2	1	5	650
1	6	2	4500	3	7	3	1800	2	3	5	2250
								3	4	5	2350
								3	6	5	530
TOPLAM											159355

Tablo 28: Mağazaların (s) Açılan Depolardan (j) Ürün Alıp Almama Durumu

X_{jsk}									
X_{151}	1	X_{122}	1	X_{133}	1	X_{114}	1	X_{155}	1
X_{211}	1	X_{132}	1	X_{153}	1	X_{264}	1	X_{215}	1
X_{341}	1	X_{212}	1	X_{223}	1	X_{374}	1	X_{345}	1
X_{371}	1	X_{352}	1	X_{373}	1	X_{424}	1	X_{375}	1
X_{421}	1	X_{472}	1	X_{463}	1	X_{544}	1	X_{425}	1
X_{581}	1	X_{582}	1	X_{643}	1	X_{634}	1	X_{465}	1
X_{631}	1	X_{662}	1	X_{683}	1	X_{684}	1	X_{635}	1
X_{761}	1	X_{742}	1	X_{713}	1	X_{754}	1	X_{685}	1

Tablo 29: Açılan Depolar

Açılan Depolar (Y_j)						
Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
1	1	1	1	1	1	1

6.5.7.1 Sonuçlar:

Tedarikçilerden-depolara, depolardan-mağazalara tek ürün grubunun gönderildiği ve mağazaların tek depodan ürün alabildikleri durumu yansıtan Model 1'in beş ürün grubu için çözümünden elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

1. Tedarikçilerden depolara giden ürün miktarları toplamaları; birinci ürün grubu için 31.200 birim, ikinci ürün grubu için 45.800 birim, üçüncü ürün grubu

için 11.225 birim, dördüncü ürün grubu için 62.850 birim ve beşinci ürün grubu için 8280 birimdir.

2. Tedarikçilerden depolara giden toplam ürün miktarı 159.355 birimdir.
3. Tüm depolar açılmıştır.
4. Mağazaların toplam talepleri 159.355 birimdir ve tüm mağazaların talepleri karşılanmıştır.
5. Minimum sistem maliyeti “4.884.145 YTL” olarak bulunmuştur.

6.6 Duyarlılık Analizi

Bu bölümde 3 PL firması ve perakendeci firmanın ortaklaşa yürütmekte oldukları sistem tasarım probleminin çözümü için geliştirilen modellerin bazılarına yönelik duyarlılık analizleri yapılacaktır. Tüm modellere yönelik bir duyarlılık analizinden ziyade, problemin çözümü için ilk modelin (Model 1) geliştirilmesi sonucunda ulaşılan son modele (Model 3) yönelik bazı analizler yapılacaktır. Bu bağlamda, modellerde kullanılan verilerin bazıları, diğer veriler sabit kalmak koşuluyla, artırılıp azaltılarak sonuçlar üzerindeki etkileri incelenmeye çalışılacaktır.

Amaç fonksiyonu üzerinde değişikliklere neden olabileceği düşünülen parametreler; tedarikçi kapasiteleri, depo kapasiteleri, mağaza talepleri ve ürünlerin taşıma maliyetleri olarak belirlenmiştir. Bu parametrelerden depo kapasiteleri, tedarikçi kapasiteleri ve mağaza taleplerinde yapılan değişikliklerin sonuçlar üzerinde nasıl bir etkiye neden olduğu bundan sonraki bölümlerde incelenecektir.

6.6.1 Duyarlılık Analizlerinde Kullanılan Veriler

Tablo 30, 31, 32, 33, 34 ve 35’te sunulan değerler ağ tasarım problemi için kullanılan verilerin belli oranlar dâhilinde aşağıya ve yukarıya doğru artırılıp azaltılması sonucunda elde edilmiştir. Bu veriler, duyarlılık analizlerinde kullanılarak model sonuçlarına olan etkileri analiz edilecektir.

Geliştirilen modeller karma tamsayılı programlama esasına dayalı olduğundan ve Cplex 8.1’de modellerin çözülebilmesi için verilerin bilgisayar programına girilirken tamsayı olma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu nedenle, aşağıdaki tablolarda sunulan ve ondalıklı olarak bulunan yeni verilerin bazıları, veriler Cplex 8.1’e girilirken sonucu etkilemeyecek şekilde yuvarlanmıştır.

Tablo 30: Mağaza Taleplerinde % 3 Oranında Artış

	w ₁	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	w ₇	w ₈	Toplam
k=1	5407,5	4120	3090	2575	6180	4326	2317,5	4120	32136
k=2	5150	5150	4635	8240	6695	4635	7725	4944	47174
k=3	1854	2575	1545	772,5	1802,5	978,5	1493,5	540,75	11561,75
k=4	8755	7725	6437,5	7467,5	8858	9270	9785	6437,5	64735,5
k=5	978,5	1287,5	1339	772,5	669,5	1133	1545	803,4	8528,4

Tablo 31: Mağaza Taleplerinde % 3 Oranında Azalış

	w ₁	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	w ₇	w ₈	Toplam
k=1	5092,5	3880	2910	2425	5820	4074	2182,5	3880	30264
k=2	4850	4850	4365	7760	6305	4365	7275	4656	44426
k=3	1746	2425	1455	727,5	1697,5	921,5	1406,5	509,25	10888,25
k=4	8245	7275	6062,5	7032,5	8342	8730	9215	6062,5	60964,5
k=5	921,5	1212,5	1261	727,5	630,5	1067	1455	756,6	8031,6

Tablo 32: Depo Kapasitelerinin % 10 Oranında Artması

	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
q ₁	8800	11000	3850	9350	1320
q ₂	7150	5500	2750	9900	1430
q ₃	5720	7700	1650	16500	2750
q ₄	6050	8800	1100	8250	3520
q ₅	8250	7150	1925	9350	1650
q ₆	3850	4950	1980	13750	2475
q ₇	4950	10450	2200	15400	1870
TOPLAM	44770	55550	15455	82500	15015

Tablo 33: Depo Kapasitelerinin % 20 Oranında Artması

	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
q₁	9600	12000	4200	10200	1440
q₂	7800	6000	3000	10800	1560
q₃	6240	8400	1800	18000	3000
q₄	6600	9600	1200	9000	3840
q₅	9000	7800	2100	10200	1800
q₆	4200	5400	2160	15000	2700
q₇	5400	11400	2400	16800	2040
TOPLAM	48840	60600	16860	90000	16380

Tablo 34: Depo Kapasitelerinin % 10 Oranında Azalması

	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
q₁	7200	9000	3150	7650	1080
q₂	5850	4500	2250	8100	1170
q₃	4680	6300	1350	13500	2250
q₄	4950	7200	900	6750	2880
q₅	6750	5850	1575	7650	1350
q₆	3150	4050	1620	11250	2025
q₇	4050	8550	1800	12600	1530
TOPLAM	36630	45450	12645	67500	12285

Tablo 35: Depo Kapasitelerinin % 20 Oranında Azalması

	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
q₁	6400	8000	2800	6800	960
q₂	5200	4000	2000	7200	1040
q₃	4160	5600	1200	12000	2000
q₄	4400	6400	800	6000	2560
q₅	6000	5200	1400	6800	1200
q₆	2800	3600	1440	10000	1800
q₇	3600	7600	1600	11200	1360
TOPLAM	32560	40400	11240	60000	10920

6.6.2 Belirlenen Parametrelerde Yapılan Değişikliklerin Model 3'ün Sonuçları Üzerine Etkisi

Mağaza taleplerinde öncelikle aşağıya ve yukarıya doğru % 5, % 10 ve % 20 oranlarında değişiklikler yapılmıştır. Fakat, kullanılan model mağaza taleplerinin bu oranlar dâhilinde artırılmasıyla elde edilen verilere dayalı olarak beş ürün grubunun yapıldığı sevkıyat durumu için sonuç vermemiştir. Bu nedenle mağaza taleplerinde artı eksi yüzde üçlük bir oynama yapılması uygun görülmüştür.

Yüzde üçlük bu değişimin sonuçlar üzerinde meydana getirdiği değişiklikler Tablo 36, 37, 38, 39, 40 ve 41’de sunulmuştur.

6.6.2.1 Mağaza Taleplerindeki % 3’lük Artış

Tablo 36, 37 ve 38, mağaza taleplerinde meydana gelen yüzde üçlük bir artışın Model 3’ün beş ürün grubu için çözümüyle elde edilen sonuçlar üzerinde neden olduğu değişiklikleri göstermektedir.

Tablo 36: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

U _{ijk}											
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	6500	2	4	2	5500	1	2	4	9000
1	3	1	1380	3	4	2	1826	1	6	4	12500
1	5	1	620	3	7	2	7174	2	1	4	8500
1	6	1	3500	4	1	2	10000	2	3	4	15000
2	1	1	6580	4	4	2	674	3	4	4	7500
2	3	1	2420	1	2	3	2500	3	7	4	12236
3	4	1	5500	1	6	3	1000	1	2	5	978
3	7	1	4216	2	1	3	1007	1	6	5	1522
4	1	1	1420	2	3	3	1493	2	1	5	1200
1	2	2	5000	3	4	3	1000	2	3	5	1545
1	5	2	5500	3	6	3	647	3	4	5	2421
1	6	2	4500	3	7	3	1422	3	6	5	728
2	3	2	7000	4	1	3	2493	3	7	5	134
										Toplam	164136

Tablo 37: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

X _{jsk}											
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	3090	5	7	2	725	2	1	4	8755
1	5	1	4910	5	8	2	1660	2	6	4	245
2	1	1	5408	6	4	2	1216	3	3	4	3810
2	7	1	1092	6	8	2	3284	3	4	4	1405
3	4	1	2575	7	1	2	150	3	7	4	9785
3	7	1	1225	7	4	2	7024	4	2	4	7500
4	2	1	4120	1	2	3	1575	6	4	4	6062
4	6	1	1380	1	3	3	1545	6	8	4	6438
5	8	1	620	1	5	3	380	7	5	4	3211
6	8	1	3500	2	1	3	1521	7	6	4	9025
7	5	1	1270	2	6	3	979	1	3	5	665
7	6	1	2946	3	7	3	1493	1	5	5	535
1	3	2	4635	4	2	3	1000	2	1	5	978
1	5	2	5365	6	1	3	333	3	7	5	1545
2	1	2	5000	6	4	3	773	4	2	5	1288
3	7	2	7000	6	8	3	541	4	6	5	1133
4	2	2	5150	7	5	3	1422	6	3	5	674
4	6	2	2850	1	2	4	225	6	4	5	772

Tablo 37: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı (Devamı)

X_{jsk}											
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
5	5	2	1330	1	3	4	2628	6	8	5	804
5	6	2	1785	1	5	4	5647	7	5	5	134
										Toplam	164136

Tablo 38: Açılan Depolar

Açılan Depolar (y_i)						
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1	1	1	1	1	1	1

Sonuçlar:

Mağaza taleplerindeki yüzde üçlük artışın neden olduğu değişiklikleri gösteren Tablo 36, 37 ve 38'e göre elde edilen sonuçlar aşağıda sergilenmektedir.

1. Mağaza taleplerinde meydana gelen yüzde üçlük bir artış mağazaların toplam talebini 159.355 birimden 164.136 birime çıkarmıştır.
2. Tedarikçilerden depolara gönderilen toplam ürün grubu miktarı, mağazaların talep ettikleri toplam ürün grubu miktarına eşit olup 164.136 birimdir.
3. Depolardan mağazalara giden toplam ürün miktarı, mağazaların 164.136 birim olan toplam talep miktarlarına eşit olup, tüm mağazaların talepleri karşılanmıştır.
4. Tedarikçi ve depo kısıtları aşılmamıştır.
5. Toplam sistem maliyeti, talepte herhangi bir değişiklik olmadığı durumdaki “4.641.595 YTL” den, mağaza taleplerinin % 3 oranında arttığı bu durumda “4.706.034 YTL” ye çıkmıştır.
6. Depoların tümü açılmıştır.

6.6.2.2 Mağaza Taleplerindeki % 3'lük Azalış

Tablo 39, 40 ve 41, mağaza taleplerinde meydana gelen yüzde üçlük bir azalışın Model 3'ün beş ürün grubu için çözümünden elde edilen sonuçlar üzerinde neden olduğu değişiklikleri göstermektedir.

Tablo 39: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

U _{ijk}											
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	6500	2	4	2	6926	1	5	4	6963
1	3	1	1620	3	4	2	1074	2	1	4	8500
1	5	1	3880	3	7	2	7926	2	3	4	15000
2	1	1	7420	4	1	2	7926	2	4	4	1500
2	3	1	1580	1	2	3	2500	3	4	4	6000
3	4	1	5500	1	3	3	491	3	7	4	14000
3	7	1	3184	1	5	3	509	1	2	5	1300
4	1	1	580	2	1	3	1491	1	5	5	757
1	2	2	5000	2	3	3	1009	2	1	5	1200
1	3	2	3500	3	4	3	1000	2	3	5	2244
1	5	2	6500	3	7	3	1878	3	4	5	1901
2	1	2	2074	4	1	3	2009	3	7	5	631
2	3	2	3500	1	2	4	9000			Toplam	154573

Tablo 40: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

X _{jsk}											
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	2910	5	8	2	4656	3	4	4	6540
1	5	1	5090	7	1	2	125	3	7	4	8460
2	1	1	5092	7	4	2	7760	4	2	4	7275
2	7	1	1408	7	5	2	41	4	6	4	225
3	4	1	2425	1	2	3	1425	5	4	4	492
3	7	1	775	1	3	3	1455	5	5	4	409
4	2	1	3880	1	5	3	620	5	8	4	6062
4	6	1	1620	2	1	3	1746	7	5	4	5495
5	8	1	3880	2	6	3	120	7	6	4	8505
7	5	1	730	2	7	3	634	1	3	5	1200
7	6	1	2454	3	4	3	728	2	1	5	921
1	3	2	4365	3	7	3	772	2	6	5	379
1	5	2	5635	4	2	3	1000	3	3	5	61
2	1	2	4725	5	8	3	509	3	4	5	728
2	7	2	275	7	5	3	1077	3	7	5	1455
3	7	2	7000	7	6	3	801	4	2	5	1213
4	2	2	4850	1	3	4	6062	4	6	5	688
4	6	2	3150	1	5	4	2438	5	8	5	757
5	5	2	629	2	1	4	8245	7	5	5	631
5	6	2	1215	2	7	4	755				154573

Tablo 41: Açılan Depolar

Açılan Depolar (y_i)						
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1	1	1	1	1	0	1

Sonuçlar:

Mağaza taleplerindeki yüzde üçlük artışın neden olduğu değişiklikleri gösteren Tablo 39, 40 ve 41'e göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Mağazaların taleplerindeki % 3'lük bir azalma toplam talep miktarını 159.355 birimden, 154.573 birime düşürmüştür.
2. Tedarikçilerden depolara giden toplam ürün grubu miktarı 154.573 birimdir.
3. Depolardan mağazalara giden toplam ürün miktarı, mağazaların toplam talebine eşit olup, 154.573 birimdir.
4. Depoların ve mağazaların kapasiteleri aşılmamıştır.
5. Toplam sistem maliyeti "4.165.745 YTL" olarak tespit edilmiştir.
6. Altıncı depo hariç tüm depolar açılmaktadır. Mağazaların taleplerinde meydana yüzde üçlük bir azalma altıncı deponun kapanmasına neden olmaktadır.

6.6.2.3 Depo Kapasitelerinin % 10 Artırılması

Tablo 42, 43 ve 44, depo kapasitelerinde meydana gelen % 10'luk bir artışın Model 3'ün beş ürün grubu için çözümünden elde edilen sonuçlar üzerinde neden olduğu değişiklikleri göstermektedir.

Tablo 42: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

U _{ijk}															
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	7150	1	5	2	5500	2	1	3	1350	3	4	4	7400
1	3	1	850	2	1	2	1700	2	3	3	1150	3	7	4	12600
1	5	1	4000	2	3	2	3700	3	4	3	1100	1	2	5	1430
2	1	1	7000	2	4	2	7100	3	7	3	1625	1	5	5	780
2	3	1	2000	3	4	2	1700	4	1	3	2500	2	1	5	1320
3	4	1	6050	3	7	2	7300	1	2	4	9900	2	3	5	2180
3	7	1	2350	4	1	2	9300	1	5	4	6250	3	4	5	1940
4	1	1	1800	1	2	3	2750	2	1	4	9350	3	7	5	630
1	2	2	5500	1	3	3	225	2	3	4	16500				
1	3	2	4000	1	5	3	525	2	4	4	850			Toplam	159355

Tablo 43: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

X _{jsk}															
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	3000	2	7	2	500	3	4	3	750	4	6	4	750
1	5	1	5800	3	4	2	700	3	7	3	625	5	8	4	6250
2	1	1	5250	3	7	2	7000	4	2	3	1100	7	5	4	5500
2	7	1	1900	4	2	2	5000	5	8	3	525	7	6	4	7100
3	4	1	2500	4	6	2	3800	7	5	3	800	1	3	5	1300
3	7	1	350	5	6	2	700	7	6	3	825	1	5	5	20
4	2	1	4000	5	8	2	4800	1	3	4	6250	2	1	5	950
4	6	1	2050	7	4	2	7300	1	5	4	3100	2	6	5	410
5	8	1	4000	1	2	3	1400	2	1	4	8500	2	7	5	70
7	5	1	200	1	3	3	1500	2	6	4	1150	3	4	5	750
7	6	1	2150	1	5	3	950	2	7	4	250	3	7	5	1430
1	3	2	4500	2	1	3	1800	3	4	4	7250	4	2	5	1250
1	5	2	6500	2	6	3	125	3	7	4	9250	4	6	5	690
2	1	2	5000	2	7	3	825	4	2	4	7500	5	8	5	780
												7	5	5	630
TOPLAM															159355

Tablo 44: Açılan Depolar

Açılan Depolar (y _i)						
y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇
1	1	1	1	1	0	1

Sonuçlar:

Depo kapasitelerindeki % 10'luk artışın neden olduğu değişiklikleri gösteren Tablo 42, 43 ve 44'e göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Depo kapasitelerinde meydana gelen % 10'luk bir artış, verilerde herhangi bir değişikliğin yapılmadığı ilk durumla karşılaştırıldığında, altıncı deponun

açılmamasına neden olmaktadır. Yeni depo kapasiteleri Tablo 32, 33, 34 ve 35’de gösterilmiştir.

2. Toplam sistem maliyeti “4.206.490 YTL” olarak tespit edilmiştir.
3. Mağazaların talepleri, tedarikçilerden depolara ve depolardan mağazalara giden toplam ürün miktarları birbirlerine eşit olup 159.355 birimdir. Depo kapasitelerindeki % 10’luk bu artış altıncı deponun kapanarak, toplam sistem maliyetinin azalmasına neden olmuştur.

6.6.2.4 Depo Kapasitelerinin % 20 Artırılması

Tablo 45, 46 ve 47 depo kapasitelerinde meydana gelen % 20’lik bir artışın Model 3’ün beş ürün grubu için işletilmesiyle elde edilen sonuçlar üzerinde neden olduğu değişiklikleri göstermektedir.

Tablo 45: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

U _{ijk}															
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	7800	1	3	2	8400	2	1	3	1700	2	4	4	3850
1	3	1	4200	2	1	2	2900	2	3	3	800	3	4	4	5150
2	1	1	8450	2	4	2	9600	3	4	3	1200	3	7	4	14850
2	3	1	550	3	7	2	9000	3	7	3	1525	1	2	5	1560
3	4	1	6600	4	1	2	9100	4	1	3	2500	2	1	5	1440
3	7	1	2450	4	7	2	800	1	2	4	10800	2	3	5	2060
4	1	1	1150	1	2	3	3000	2	1	4	10200	3	4	5	2710
1	2	2	6000	1	3	3	500	2	3	4	18000	3	7	5	510
															159355

Tablo 46: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

X _{jsk}															
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	3000	2	1	2	5000	2	6	3	300	3	7	4	9500
1	5	1	5200	2	7	2	1000	2	7	3	900	4	2	4	7500
1	8	1	1400	3	4	2	1900	3	4	3	750	4	8	4	1500
2	1	1	5250	3	7	2	6500	3	7	3	550	7	5	4	8150
2	6	1	2550	4	2	2	5000	4	2	3	1200	7	6	4	6700
3	4	1	2500	4	6	2	4500	7	5	3	875	1	3	5	1300
3	7	1	2250	4	8	2	100	7	6	3	650	1	5	5	140
4	2	1	4000	7	4	2	6100	1	3	4	5000	2	1	5	950

Tablo 46'nın Devamı															
X _{jsk}															
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
4	8	1	2600	7	5	2	3700	1	5	4	450	2	6	5	420
7	5	1	800	1	2	3	1300	1	8	4	4750	2	7	5	190
7	6	1	1650	1	3	3	1500	2	1	4	8500	3	4	5	750
1	3	2	4500	1	5	3	875	2	6	4	2300	3	7	5	1310
1	5	2	2800	1	8	3	525	3	3	4	1250	4	2	5	1250
1	8	2	4700	2	1	3	1800	3	4	4	7250	4	6	5	680
												4	8	5	780
												7	5	5	510
														Toplam	159355

Tablo 47: Açılan Depolar

Açılan Depolar (y_i)						
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1	1	1	1	0	0	1

Sonuçlar:

Depo kapasitelerindeki % 10'luk artışın neden olduğu değişiklikleri gösteren Tablo 45, 46 ve 47'ye göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Depo kapasitelerinde meydana gelen % 20'lik bir artış, toplam 193.900 birim olan mevcut depo kapasitesini 232.680 birime çıkarmıştır.
2. Tedarikçilerden depolara, depolardan mağazalara giden ürün gruplarının toplam miktarı mağazaların toplam taleplerine eşit olup 159.355 birimdir.
3. Depo ve tedarikçi kapasiteleri aşılmamıştır.
4. Depo kapasitelerinin % 20 oranında artırılması beşinci ve altıncı depoların kapanmasını sağlamış; bu ise toplam sistem maliyetini “3.905.240 YTL” ye çekmiştir.
5. Depo kapasitelerinde, % 9,3'den daha büyük oranlarda yapılan azalışlar, mağaza taleplerinin karşılanmasına imkan vermediğinden model sonuç vermemektedir.

6.6.2.5 Tedarikçi Kapasitelerinin % 10 Artırılması

Tablo 48, 49 ve 50 tedarikçi kapasitelerinde meydana gelen % 10'luk bir artışın Model 3'ün beş ürün grubu için işletilmesiyle elde edilen sonuçlar üzerinde neden olduğu değişiklikleri göstermektedir.

Tablo 48: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

U _{ijk}															
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	6500	1	3	2	500	1	6	3	1350	2	3	4	15000
1	3	1	2700	1	5	2	6500	2	1	3	1300	3	4	4	7500
1	5	1	500	1	6	2	4500	2	3	3	1450	3	7	4	10350
1	6	1	3500	2	1	2	4350	3	4	3	1000	1	2	5	950
2	1	1	7850	2	3	2	6500	3	6	3	175	1	6	5	1800
2	3	1	2050	2	4	2	2900	3	7	3	1250	2	1	5	1200
3	4	1	5500	3	4	2	5100	4	1	3	2200	2	3	5	1500
3	7	1	2450	3	7	2	4800	1	2	4	9000	3	4	5	2350
4	1	1	150	4	1	2	5650	1	6	4	12500	3	6	5	450
1	2	2	5000	1	2	3	2500	2	1	4	8500	3	7	5	30
														Toplam	159355

Tablo 49: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarı

X _{jsk}															
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	3000	3	7	2	7000	3	7	3	1450	6	8	4	6250
1	5	1	5000	4	2	2	5000	4	2	3	1000	7	5	4	1850
2	1	1	5250	4	6	2	3000	6	1	3	250	7	6	4	8500
2	6	1	1250	5	5	2	1000	6	4	3	750	1	3	5	580
3	4	1	2500	5	6	2	1500	6	8	3	525	1	5	5	620
3	7	1	2250	5	7	2	500	7	5	3	1250	2	1	5	950
4	2	1	4000	5	8	2	3500	1	3	4	1750	3	7	5	1500
4	6	1	1500	6	4	2	3200	1	5	4	6750	4	2	5	1250
5	8	1	500	6	8	2	1300	2	1	4	8500	4	6	5	1100
6	8	1	3500	7	4	2	4800	2	6	4	500	6	3	5	720
7	5	1	1000	1	2	3	1500	3	3	4	4500	6	4	5	750
7	6	1	1450	1	3	3	1500	3	4	4	1000	6	8	5	780
1	3	2	4500	1	5	3	500	3	7	4	9500	7	5	5	30
1	5	2	5500	2	1	3	1550	4	2	4	7500				
2	1	2	5000	2	6	3	950	6	4	4	6250				
TOPLAM															159355

Tablo 50: Açılan Depolar

Açılan Depolar (y _i)						
y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇
1	1	1	1	1	1	1

Sonuçlar:

Tedarikçi kapasitelerindeki % 10'luk artışın neden olduğu değişiklikleri gösteren Tablo 48, 49 ve 50'ye göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Tedarikçi kapasitelerinde meydana gelen % 10'luk bir artış, toplam tedarikçi kapasitelerini 215.250 birimden, 236.755 birime çıkarmıştır.
2. Tedarikçi kapasitelerindeki % 10'luk bu artış toplam sistem maliyeti üzerinde çok az bir değişikliğe neden olmuş ve toplam sistem maliyeti “4.636.795 YTL” olarak gerçekleşmiştir.
3. Tedarikçilerden depolara depolardan mağazalara giden toplam ürün miktarları birbirlerine eşit olup, 159.355 birimdir.
4. Tedarikçi ve depo kapasiteleri aşılmamıştır.
5. Tüm depolar açılmıştır.

6.6.2.6 Tedarikçi Kapasitelerinin % 20 Artırılması

Tablo 51, 52 ve 53, tedarikçi kapasitelerinde meydana gelen % 20'lik bir artışın Model 3'ün beş ürün grubu için işletilmesiyle elde edilen sonuçlar üzerinde neden olduğu değişiklikleri göstermektedir.

Tablo 51: Tedarikçilerden (i) Depolara (j) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları

U _{ijk}															
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
1	2	1	6500	1	5	2	6500	2	1	3	1725	3	7	4	10350
1	3	1	1950	1	6	2	4500	2	3	3	1275	1	2	5	950
1	5	1	500	2	1	2	8000	3	4	3	1000	1	6	5	2050
1	6	1	3500	2	3	2	5000	3	7	3	1250	2	1	5	1200

Tablo 51'in Devamı															
U _{ijk}															
i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar	i	j	k	Miktar
2	1	1	8000	2	4	2	2000	4	1	3	1775	2	3	5	1500
2	3	1	2800	3	4	2	6000	1	2	4	9000	3	4	5	2350
3	4	1	5500	3	7	2	4800	1	6	4	12500	3	6	5	200
3	7	1	2450	4	1	2	2000	2	1	4	8500	3	7	5	30
1	2	2	5000	1	2	3	2500	2	3	4	15000				
1	3	2	2000	1	6	3	1700	3	4	4	7500				
TOPLAM															159355

Tablo 52: Depolardan (j) Mağazalara (s) Giden Ürün Grubu (k) Miktarları

X _{jsk}															
j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar	j	s	k	Miktar
1	3	1	3000	3	7	2	7000	2	7	3	175	6	4	4	6250
1	5	1	5000	4	2	2	5000	3	7	3	1275	6	8	4	6250
2	1	1	5250	4	6	2	3000	4	2	3	1000	7	5	4	1850
2	6	1	1250	5	5	2	1000	6	1	3	425	7	6	4	8500
3	4	1	2500	5	6	2	1500	6	4	3	750	1	3	5	580
3	7	1	2250	5	7	2	500	6	8	3	525	1	5	5	620
4	2	1	4000	5	8	2	3500	7	5	3	1250	2	1	5	950
4	6	1	1500	6	4	2	3200	1	3	4	1750	3	7	5	1500
5	8	1	500	6	8	2	1300	1	5	4	6750	4	2	5	1250
6	8	1	3500	7	4	2	4800	2	1	4	8500	4	6	5	1100
7	5	1	1000	1	2	3	1500	2	6	4	500	6	3	5	720
7	6	1	1450	1	3	3	1500	3	3	4	4500	6	4	5	750
1	3	2	4500	1	5	3	500	3	4	4	1000	6	8	5	780
1	5	2	5500	2	1	3	1375	3	7	4	9500	7	5	5	30
2	1	2	5000	2	6	3	950	4	2	4	7500				
TOPLAM															159355

Tablo 53: Açılan Depolar

Açılan Depolar (y_i)						
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1	1	1	1	1	1	1

Sonuçlar:

Tedarikçi kapasitelerindeki % 20'lik artışın neden olduğu değişiklikleri gösteren Tablo 51, 52 ve 53'e göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Tedarikçi kapasitelerinde yapılan % 20'lik bir artış mevcut tedarikçi kapasiteleri toplamını 258.300 birime çıkarmıştır.
2. Tedarikçi ve depo kapasiteleri aşılmamıştır.

3. Toplam sistem maliyeti, 4.631.995 YTL olarak tespit edilmiştir.
4. Tedarikçilerden depolara depolardan mağazalara giden toplam ürün miktarları birbirlerine eşit olup, 159.355 birimdir. Tüm depolar açılmıştır.
5. Tedarikçi kapasitelerinin % 3,5'den daha yüksek oranlarda azaltılması, mağaza taleplerini imkansızlaştırdığından, model sonuç vermemektedir. Bu nedenle, mağaza talepleri sabitken, tedarikçi kapasitelerinde ancak % 3,5'den daha küçük oranlarda bir değişim sonuç vermektedir.

CPLEX 8.01'in çıktıları çok büyük olduğu ve tümünü almak tezin sayfa sayısını kabul edilemez derecede artıracağı için Ekler kısmında sadece Model 3'ün beş ürün grubu için çözümünün CPLEX 8.01 çıktıları örnek olarak gösterilecektir. Çıktıların tamamı istenirse uludag2779@hotmail.com e-posta adresinden temin edilebilir (Ekler kısmında Model 3'ün beş ürün grubu için, CPLEX 8.1'deki çözümü sunulmuştur).

VII. BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde yapmış olduğumuz ve “**Üçüncü Parti Lojistik Sektörünün Gelişimi ve Üçüncü Parti Lojistik Firması İle Müşteri Arasında Örnek Bir Şebeke Sisteminin Geliştirilmesi**” başlıklı yüksek lisans tezimiz neticesinde elde edilmiş sonuçlara yer verilecektir.

7.1 Sonuç

Tüketicilerin istek ve ihtiyaçlarının değişmesi ve çeşitlenmesi ile birlikte, firmalar yeni mal ve hizmetler üreterek değişen piyasalara hitap etmeye başlamışlardır. Üretilen mal ve hizmetlerin geleneksel lojistik sistemleri kullanılarak üretim yerlerinden tüketim noktalarına sevk edilmesi sürecinin arzu edilen sonuçları beraberinde getirmemesi, yeni lojistik sistemlerinin kurulmasını ve ilişkili alt yapı ve sabit varlık yatırımlarını zorunlu kılmıştır. Söz konusu yeni lojistik sistemleri ve sabit varlık yatırımları ise firmalar için ek maliyetleri de beraberinde getirmiştir. Lojistik maliyetlerin, firmaların toplam maliyetleri içerisinde büyük bir tutar ihtiva etmesi; firmaları lojistik maliyetleri daha etkin ve verimli bir şekilde yönetmeye zorlamıştır.

Firmalar bu noktada iki alternatifle karşı karşıya kalmışlardır: Üretmiş oldukları mal ya da hizmetleri hedef pazarlara ya kendi imkanları ya da dış kaynaktan faydalanarak ulaştıracaklardır. İki alternatif arasında yapılacak fayda-maliyet analizleri firmaların lojistik hizmetlerini, kendileri tarafından mı yoksa dış kaynak kullanarak mı yürüteceklerine karar vermelerinde yardımcı olacaktır.

Bu tez çalışması; öncelikle, mal ve hizmet üreten firmaların lojistik faaliyetlerini yerine getirmeleri sürecinde Üçüncü Parti Lojistik firmalarıyla giderek artan oranlarda çalışmaları gerçeğinden hareketle 3PL kavramını detaylı olarak incelemiş ve Türkiye ve Dünyada 3PL sektörünün gelişimini sergilemiştir. Bir sonraki aşamada ise, kavramsal boyutları ve gelişimi belli bir çerçevede sunulan 3PL

sektörünün karşı karşıya kaldığı karar süreçleri üzerinde durulmuştur. Bu karar süreçleri; stratejik, taktiksel ve operasyonel olarak ortaya konduktan sonra uzun stratejik karar süreçleri kapsamı içinde yer alan tedarik zinciri ağ tasarımı problemi yoğunlaşma alanı olarak belirlenmiştir. 3PL firmalarının karşı karşıya kaldıkları tedarik zinciri ağ tasarımı problemleri, müşterilerinin isteklerine uygun tedarik zinciri ağlarının geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu tür problemler; çok karmaşık olmaları ve çok büyük boyutlarda veriye ihtiyaç duymaları sebebiyle sayısal modelleme tekniklerinin kullanımını zorunlu kılmaktadırlar. Yapmış olduğumuz bu çalışmada, bir 3PL firması ile müşterisi olan bir perakendeci firmanın tedarik zinciri ağ tasarımı problemine çözüm üretmek üzere doğrusal programlama tabanlı bir karma tamsayılı programlama modelleri geliştirilmiştir. Doğrusal programlama, değişkenlere ve kısıtlara bağlı olarak amaç fonksiyonunun en uygun değerlerini bulmayı hedefleyen bir tekniktir. Tamsayılı doğrusal programlama ise, doğrusal programlamanın bir uzantısı şeklindedir.

3 PL firması ile perakendeci firma arasındaki ilişkiyi düzenleyecek tedarik zinciri ağının belirlenmesini sağlayacak modellerin temel hedefi; tedarikçilerden depolara, depolardan mağazalara gidecek ürün miktarlarının ve toplam sistem maliyetini en küçükleyecek depo sayısının ortaya konmasıdır. Bu problemin çözümü sürecinde, bir pilot çalışma olma özelliğine sahip olan bu modelleme faaliyeti farklı alternatif modelleri ve çözümleri karar vericinin dikkatine sunmayı hedeflemiştir. Vurgulanması gereken bir diğer önemli nokta ise model verilerinin çok sayıda olması sebebiyle; ürünlerin, tedarikçilerin ve perakendeci mağazalarının gruplar haline getirilmiş olmasıdır. Gruplandırılmış veriler, perakendeci firmaya danışmanlık hizmeti sunan yetkili tarafından yine perakendeci firmanın onayıyla tarafımıza iletilmiştir.

Söz konusu problemin çözümü için geliştirilen alternatif modeller öncelikle Microsoft Office Excel'in çözücüsü kullanılarak çözülmeye çalışılmış fakat Excel'in tutarsız sonuçlar vermesi, çözüm için farklı programların kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Bu nedenle, LINDO, LINDO API ve LINGO gibi bazı programlar

denenmiş fakat bu programların internetten elde edilen demoları karar değişkeni ve kısıt sayıları bakımından sınırlı olduklarından çözüm için CPLEX 8.1 kullanılmıştır.

Geliştirilen birinci modelde; tedarikçilerden depolara, depolardan mağazalara bir ürün grubu gönderilmekte, her mağaza yalnızca bir depodan ürün alabilmektedir. Bu modelin çözümü neticesinde toplam ağ maliyeti 2.351.500 YTL olarak tespit edilmiştir. Depoların 31.200 birim olan toplam talepleri karşılanırken, tedarikçi ve depo kapasiteleri aşılmamıştır. Toplam ağ maliyetini minimize edecek depo sayısı beş olarak bulunmuştur.

Birinci model, beş ürün grubu için de çözülmüş ve yedi deponun kurulduğu bu alternatifte toplam ağ maliyeti 4.884.145 YTL olarak bulunmuştur.

Geliştirilen ikinci modelde, yine tek ürün grubunun tedarik zinciri üyeleri arasında gönderimi söz konusu iken birinci modelden farklı olarak mağazalara ürün gönderimi farklı depolardan gerçekleşmektedir. Bu modelin çözümü sonucunda toplam ağ maliyeti 2.194.100 YTL olarak bulunmuş ve birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci depo yerlerinde depoların açılması uygun bulunmuştur.

Birinci modelin geliştirilmesi sonucunda ulaşılan üçüncü modelde ise, birden fazla ürün grubunun farklı depolardan gönderilmesi söz konusudur. Üçüncü modelin iki ürün grubunun gönderildiği durum için çözümünde; toplam ağ maliyeti 3.238.900 YTL bulunmuş altıncı depo yeri hariç tüm depo yerlerinde depo kurulmasına karar verilmiştir. Üçüncü modelin üç ürün grubu için çözümünde ise; toplam ağ maliyeti 3.370.200 YTL ve kurulacak depo sayısı altıncı depo hariç altı olarak tespit edilmiştir. Üçüncü modelin dört ürün grubu için çözümünde; toplam ağ maliyeti 4.550.825 YTL ve açılacak depo sayısı yedi, Model 3'ün beş ürün grubu için çözümünde ise; toplam ağ maliyeti; 4.884.145 YTL, kurulacak depo sayısı yedi olarak tespit edilmiştir.

Son olarak, birinci modelin geliştirilmesi sonucunda ulaşılan üçüncü modele ilişkin bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Mağaza talepleri, tedarikçi kapasiteleri ve

depo kapasitelerinde belli oranlarda aşağıya ve yukarıya doğru oynamalar yapılarak sonuçlar üzerindeki değişiklikler tespit edilmeye çalışılmıştır. Mağaza taleplerinde % 5, % 10 ve % 20'lik değişiklikler yapılmış fakat, mağaza taleplerindeki artışların tedarikçiler tarafından karşılanamaması çözüm elde edilmesini imkansızlaştırmıştır. Bu nedenle, mağaza taleplerinde % 3'lük değişiklikler yapılmıştır. Sonuçlar ayrıntılı olarak altıncı bölümde sunulmuştur. Mağaza taleplerine ek olarak, tedarikçi ve depo kapasitelerinde de, % 10 ve % 20'lik değişiklikler yapılarak sonuçlar altıncı bölümde sergilenmiştir. Böylelikle, model parametrelerinde meydana gelebilecek olası değişikliklerin karar değişkenlerine olan etkisi karar vericinin dikkatine sunulmuştur.

Bir pilot çalışma niteliğine sahip olan bu tezde esas olarak, ağ tasarımı probleminin çözümü için geliştirilen modeller yardımıyla, firmaların gerçek hayatta karşılaştıkları ve bu tezde yer verilen örnek olaya benzer nitelikteki problemlerde, karar verici konumunda olan kişilere sezgisel yöntemler dışında bilimsel yaklaşımlarla alternatifler geliştirmek ve çözüm önerileri sunmaya çalışılmıştır. Böylelikle, karar verici konumunda bulunan kişiler, kararlarını bilimsel bir temele dayandırabileceklerdir.

7.2 Yeni Araştırma Önerileri

Bu tez çalışmasında bir 3 PL firması ile perakendeci arasındaki tedarik zinciri ağının oluşturulması için alternatif karma tamsayılı modeller geliştirilmiştir. Bu modellerde, tedarikçilerin daha önceden seçildiği varsayılmış ve sadece tedarikçilerden depolara, depolardan mağazalara gerçekleştirilecek ürün sevkıyatları belirlenmiştir. Sevkıyat değerlerinin ortaya konmasında temel alınan ölçüt ise taşıma maliyetleridir. Geliştirilen modellerin bir diğer hedefi ise yine önceden belirlenen depo yerlerinden uygun olanları seçmektir. Bu seçim sürecinde de temel ölçüt taşıma maliyetleri olarak belirlenmiştir.

Bu yaklaşıma alternatif olarak sunulabilecek bir yöntem ise çok kriterli karar modellerinin kullanılması ve karma tamsayılı modele veri sunmalarıdır. Çok kriterli karar modelleri uygun tedarikçi ve depo seçiminde maliyet dışında birçok

ölçütü dikkate alarak her alternatif için bir puan hesaplamayı mümkün kılar. Böylelikle, çok kriterli karar modelleri ile karma tamsayılı modellerin bileşiminden oluşan bütünleşik bir model oluşturulabilecek ve bu seçim süreci sonucunda alternatiflerin maliyet dışındaki ölçütleri de dikkate alınarak belirlenmesi sağlanacaktır. Buna ek olarak, bu bütünleşik model tedarik zinciri üyeleri arasındaki ürün sevkıyatını da hesaplayacaktır.

KAYNAKÇA

- AKSU, Mustafa, “İşletmelerin Global Çevre Faktörlerine Uyum Sağlama Sürecinde Lojistik Yönetim”, *Pazarlama Dünyası*, Yıl: 16, Sayı: 2002-02 / 92 Mart – Nisan 2002.
- AKTAŞ, E. - ÜLENGİN F., “Outsourcing logistics activities in Turkey”, The journal of Enterprise Information Management, Vol.18, No.3, 2005.
- AMIRI, Ali, “Designing a distribution network in a supply chain system: Formulation and efficient solution procedure”, *European Journal of Operational Research*, Vol.171, 2006.
- BAKİ, Birdoğan, “Tersine Lojistik: Zorunluluk mu? Kazanç mı?”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Vol.4, Sayı 1, 2003.
- BAKİ, Birdoğan, *Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi*, Ankara: Volkan Matbaacılık, 2004.
- BHATNAGAR, Rohit - Amrik S. Sohal, Robert Millen, “Third party logistics services: a Singapore perspective”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.29, No.9, 1999.
- BİRCAN, Hüdaverdi - KARTAL, Zafer, “Doğrusal Programlama Tekniği İle Kapasite Planlaması Yaklaşımı ve Çimento İşletmesinde Bir Uygulaması”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 5, Sayı 1, 2004.
- BRAMEL, Julien - SIMCHI-LEVI, David, *The Logic of Logistics*, United States of America: Maple-Vail Book Manufacturing Group, 1997.

CARBONE, Valentina - STONE, Marilyn A., “Growth and relational strategies used by the European logistics service providers: Rationale and outcomes”, *Transportation Research*, Part E, 41, 2005.

CHEN, Frank Y. - HUM, S.H., SUM, J., “Analysis of third-party warehousing contracts with commitments”, *European Journal of Operational Research*, Vol.131., 2001.

DAPIRAN, Peter - LIEB, Robert, MILLEN, Robert, SOHAL, Amrik, “Third party logistics services usage by large Australian firms”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.26, No.10, 1996.

DOĞAN, Nurettin, “Dünyadaki Yeni Lojistik Eğilimler ve Türkiye’deki Lojistik Şirketlerinin Durumu”, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1999)

DREZNER, Zvi - WESOLOWSKY, George O., “Network design: selection and design of links and facility location”, *Transportation Research*, Part A, Vol. 37, 2003.

ERGÜLEN, Ahmet - Halim Kazan, Muhittin Kaplan, “İşletmelerde Dağıtım Sistemi Maliyetleri Minimizasyonu İçin Çözüm Modeli: Bir Firma Uygulaması”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı:13, 2005.

HERTZ, Susanne - ALFREDSON, Monica , “Strategic development of third party logistics providers”, *Industrial Marketing Management*, 32, 2003.

JHARKHARIA, Sanjay - SHANKAR, Ravi, “Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach”, *The International Journal of Management Science*”, 2005.

- KLOSE, Andreas - DREX, Andreas, "Facility location models for distribution system design", *European Journal of Operational Research*, Vol.162, 2005.
- KO, Hyung Jeung - EVANS, Gerald W., "A genetic algorithm-based heuristic for the dynamic integrated forward/reverse logistics network for 3 PLs", *Computers&Operations Research*, Article in Press, 2005.
- KOBU, Bülent, *Üretim Yönetimi*, 11. Baskı, İstanbul: Avcıol Basım Yayın, 2003.
- LAARHOVEN, Peter van - BERGLUND, Magnus, PETERS, Melvyn, "Third-party logistics in Europe-five years later", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.30, No.5, 2000.
- LEENDERS, Michiel R. - FEARON, Harold E., FLYNN, Anna E., JOHNSON, P.Fraser, *Purchasing and Supply Management*, Twelfth Edition, New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. , 2002.
- LIEB, Robert - BENTZ, Brooks A., "The Use of Third-Party Logistics Services by Large American Manufactures: The 2004 Survey", *Transportation Journal*, Spring 2005.
- LIEB, Robert C. - BENTZ, Brooks A., "The Use of Third-Party Logistics Services by Large American Manufacturers: The 2003 Survey", *Transportation Journal*, Summer, Vol. 43, No.3, 2004.
- LIEB, Robert C. - KENDRICK, Stephen, "The Year 2002 Survey: CEO Perspectives on the Current Status and Future Prospects of the Third-Party Logistics Industry in the United States", *Transportation Journal*, Vol.42, 2003.
- LIEB, Robert C. - RANDALL, Hugh L., "1997 CEO Perspectives on the Current Status and Future Prospects of the Third Party Logistics Industry in the United States", *Transportation Journal*, Vol: 38, Issue:3, March 22, 1999.

- LIEB, Robert C. - RANDALL, H., “Use of third-party logistics services by large US manufacturers in 1997 and comparisons with previous years”, *Transport Reviews*, Vol.19, No.2, 1999.
- MELKOTE, Sanjay - DASKIN, Mark S., “Capacitated facility location/network design problems”, *European Journal of Operational Research*, Vol.129, 2001.
- MURPHY JR, Paul R. - WOOD, Donald F., *Contemporary Logistics*, Eighth Edition, New Jersey: Pearson Prentice Hall, Pearson Education International Inc., 2004.
- NAKATSU, Robbie T., “Designing business logistics Networks using model-based reasoning and heuristics-based searching”, *Expert System with Applications*, Vol.29, 2005.
- ORHAN, Osman Z., *Dünyada ve Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişimi*, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 39, İstanbul, Mega Ajans, 2003.
- ÖZTÜRK, Ahmet, *Yöneylem Araştırması, Genişletilmiş 9.Baskı*, Bursa: Ekin Kitabevi, 2004.
- PİRKUL, Hasan - JAYARAMAN, Vaidyanathan, “A Multi-Commodity, Multi-Plant, Capacitated Facility Location Problem: Formulation and Efficient Heuristic Solution”, *Computers Operations Research*, Vol. 25, No.10, 1998.
- SIMCHI-LEVI, D. – KAMISK, D – SIMCHI-LEVI, E., *Designing and Managing the Supply Chain*, Irwin McGraw-Hill, 2000.
- SOHAIL, M.S. - SOHAL, A.S., “The use of third party logistics services: a Malaysian Perspective”, *Technovation*, 23, 2003.

SOHAIL, Mohammed Sadiq - AL-ABDALI, Obaid Saad, “The usage of third party logistics in Saudi Arabia”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.35, No.9, 2005.

SOHAL, Amrik S. - MILLEN, Robert, MOSS, Simon, “A comparison of the use of third-party logistics services by Australian firms between 1995 and 1999”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.32, No.1, 2002.

TRANSGANTALERNGSAK, Suda - HOLT, John, RÖNNQVIST, Mikael, “An exact method for the two-echelon, single-source, capacitated facility location problem”, *European Journal of Operational Research*, Vol.123, 1999.

ULUCAN, Aydın, *Yöneylem Araştırması İşletmecilik Uygulamalı / Bilgisayar Destekli Modelleme*, Siyasal Kitabevi, Ankara, 2004.

ÜLENGİN, Füsun, - URAY, Nimet, “Current perspectives in logistics: Turkey as a case study”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics*, Vol.29, No.1, 1999.

WATERS, Donald, *Logistics An Introduction to Supply Chain Management*, Great Britain: Ashford Colour Press Ltd, , 2003.

ZAPFEL, Günther - WASNER, Michael, “Planning and optimization of hub-and-spoke transportation Networks of cooperative third-party logistics providers”, *International Journal of Production Economics*, Vol.78, 2002.

ZHU, Jieming - LEAN, Han Swee, YING, Seah Kiat, “The Third-Party Logistics Services and Globalization of Manufacturing”, *International Planning Studies*, Vol.7, No.1, 2002.

<http://www.cscmp.org/Downloads/Resources/glossary03.pdf> (28.11.2005)

<http://www.sole.org>

<http://www.lojistik.org> - Lojistik Terimler Sözlüğü

EKLER**EK-1: Beş Ürün Grubu İçin Model 3'ün CPLEX 8.01'deki Çözümü**

PROBLEM NAME md5
 DATA NAME
 OBJECTIVE VALUE 4641595
 STATUS OPTIMAL SOLN
 ITERATION 142

OBJECTIVE obj (MIN)
 RHS
 RANGES
 BOUNDS

SECTION 1 - ROWS

NUMBER	ROW	. AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..LOWER LIMIT.	..UPPER LIMIT.	.DUAL ACTIVITY
1	obj	BS	4641595	-4641595	NONE	NONE	1
2	c1	UL	0	0	NONE	0	3
3	c2	UL	0	0	NONE	0	1
4	c3	BS	-1700	1700	NONE	0	0
5	c4	UL	0	0	NONE	0	1
6	c5	BS	-7000	7000	NONE	0	0
7	c6	UL	0	0	NONE	0	6
8	c7	BS	-800	800	NONE	0	0
9	c8	UL	0	0	NONE	0	5
10	c9	UL	0	0	NONE	0	4
11	c10	UL	0	0	NONE	0	3
12	c11	UL	0	0	NONE	0	1
13	c12	BS	-1000	1000	NONE	0	0
14	c13	UL	0	0	NONE	0	6
15	c14	BS	-3700	3700	NONE	0	0
16	c15	UL	0	0	NONE	0	3
A 17	c16	UL	0	0	NONE	0	0
18	c17	BS	-50	50	NONE	0	0
19	c18	UL	0	0	NONE	0	2
20	c19	BS	-1750	1750	NONE	0	0
21	c20	BS	-275	275	NONE	0	0
22	c21	BS	-750	750	NONE	0	0
23	c22	UL	0	0	NONE	0	4
24	c23	UL	0	0	NONE	0	1
A 25	c24	UL	0	0	NONE	0	0
26	c25	UL	0	0	NONE	0	1
27	c26	BS	-8500	8500	NONE	0	0
28	c27	UL	0	0	NONE	0	2
29	c28	BS	-3650	3650	NONE	0	0
30	c29	UL	0	0	NONE	0	4
31	c30	BS	-350	350	NONE	0	0
32	c31	BS	-1000	1000	NONE	0	0
33	c32	BS	-850	850	NONE	0	0
34	c33	BS	-1500	1500	NONE	0	0

A 35	c34	UL	0	0	NONE	0	0
36	c35	BS	-1670	1670	NONE	0	0
37	c36	LL	5250	0	5250	NONE	-13
38	c37	LL	4000	0	4000	NONE	-13
39	c38	LL	3000	0	3000	NONE	-12
40	c39	LL	2500	0	2500	NONE	-12
41	c40	LL	6000	0	6000	NONE	-14
42	c41	LL	4200	0	4200	NONE	-16
43	c42	LL	2250	0	2250	NONE	-11
44	c43	LL	4000	0	4000	NONE	-14
45	c44	LL	5000	0	5000	NONE	-16
46	c45	LL	5000	0	5000	NONE	-15
47	c46	LL	4500	0	4500	NONE	-14
48	c47	LL	8000	0	8000	NONE	-15
49	c48	LL	6500	0	6500	NONE	-16
50	c49	LL	4500	0	4500	NONE	-18
51	c50	LL	7500	0	7500	NONE	-14
52	c51	LL	4800	0	4800	NONE	-14
53	c52	LL	1800	0	1800	NONE	-13
54	c53	LL	2500	0	2500	NONE	-14
55	c54	LL	1500	0	1500	NONE	-12
56	c55	LL	750	0	750	NONE	-10
57	c56	LL	1750	0	1750	NONE	-14
58	c57	LL	950	0	950	NONE	-16
59	c58	LL	1450	0	1450	NONE	-11
60	c59	LL	525	0	525	NONE	-9
61	c60	LL	8500	0	8500	NONE	-13
62	c61	LL	7500	0	7500	NONE	-13
63	c62	LL	6250	0	6250	NONE	-12
64	c63	LL	7250	0	7250	NONE	-11
65	c64	LL	8600	0	8600	NONE	-14
66	c65	LL	9000	0	9000	NONE	-16
67	c66	LL	9500	0	9500	NONE	-10
68	c67	LL	6250	0	6250	NONE	-10
69	c68	LL	950	0	950	NONE	-13
70	c69	LL	1250	0	1250	NONE	-12
71	c70	LL	1300	0	1300	NONE	-12
72	c71	LL	750	0	750	NONE	-10
73	c72	LL	650	0	650	NONE	-14
74	c73	LL	1100	0	1100	NONE	-15
75	c74	LL	1500	0	1500	NONE	-10
76	c75	LL	780	0	780	NONE	-9
77	c76	EQ	0	0	0	0	5
78	c77	EQ	0	0	0	0	6
79	c78	EQ	0	0	0	0	8
80	c79	EQ	0	0	0	0	8
81	c80	EQ	0	0	0	0	8
82	c81	EQ	0	0	0	0	4
83	c82	EQ	0	0	0	0	7
84	c83	EQ	0	0	0	0	5
85	c84	EQ	0	0	0	0	6
86	c85	EQ	0	0	0	0	8
87	c86	EQ	0	0	0	0	10
88	c87	EQ	0	0	0	0	8
89	c88	EQ	0	0	0	0	4
90	c89	EQ	0	0	0	0	9
91	c90	EQ	0	0	0	0	5
92	c91	EQ	0	0	0	0	7
93	c92	EQ	0	0	0	0	8
94	c93	EQ	0	0	0	0	8

95	c94	EQ	0	0	0	0	6
96	c95	EQ	0	0	0	0	5
97	c96	EQ	0	0	0	0	7
98	c97	EQ	0	0	0	0	4
99	c98	EQ	0	0	0	0	6
100	c99	EQ	0	0	0	0	7
101	c100	EQ	0	0	0	0	8
102	c101	EQ	0	0	0	0	6
103	c102	EQ	0	0	0	0	4
104	c103	EQ	0	0	0	0	7
105	c104	EQ	0	0	0	0	4
106	c105	EQ	0	0	0	0	7
107	c106	EQ	0	0	0	0	7
108	c107	EQ	0	0	0	0	8
109	c108	EQ	0	0	0	0	6
110	c109	EQ	0	0	0	0	5
111	c110	EQ	0	0	0	0	7
A 112	c111	UL	12000	0	NONE	12000	0
113	c112	UL	9000	0	NONE	9000	1
114	c113	BS	9200	5800	NONE	15000	0
115	c114	BS	1000	7500	NONE	8500	0
A 116	c115	UL	15000	0	NONE	15000	0
117	c116	UL	12500	0	NONE	12500	1
118	c117	UL	9000	0	NONE	9000	2
119	c118	BS	9300	1700	NONE	11000	0
120	c119	UL	3500	0	NONE	3500	1
121	c120	UL	2500	0	NONE	2500	1
122	c121	BS	2775	1225	NONE	4000	0
123	c122	BS	2450	50	NONE	2500	0
124	c123	BS	21500	3500	NONE	25000	0
125	c124	BS	23500	11500	NONE	35000	0
126	c125	BS	17850	2150	NONE	20000	0
127	c126	BS	0	15000	NONE	15000	0
128	c127	UL	2500	0	NONE	2500	1
129	c128	BS	2700	800	NONE	3500	0
130	c129	BS	3080	1420	NONE	4500	0
131	c130	BS	0	5250	NONE	5250	0
132	c131	BS	7	0	NONE	7	0

SECTION2 – COLUMNS							
NUMBER	COLUMNS	. AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	..LOWER LIMIT.	..UPPER LIMIT.	..REDUCED COST.
133	U111	LL	0	10	0	NONE	5
134	U121	BS	6500	6	0	NONE	0
135	U131	BS	1500	8	0	NONE	0
136	U141	LL	0	12	0	NONE	4
137	U151	BS	500	8	0	NONE	0
138	U161	BS	3500	4	0	NONE	0
139	U171	LL	0	11	0	NONE	4
140	U211	BS	7000	4	0	NONE	0
141	U221	LL	0	12	0	NONE	7
142	U231	BS	2000	7	0	NONE	0
143	U241	LL	0	9	0	NONE	2
144	U251	LL	0	10	0	NONE	3
145	U261	LL	0	7	0	NONE	4

146	U271	LL	0	9	0	NONE	3
147	U311	LL	0	6	0	NONE	1
148	U321	LL	0	8	0	NONE	2
149	U331	LL	0	12	0	NONE	4
150	U341	BS	5500	8	0	NONE	0
151	U351	LL	0	15	0	NONE	7
152	U361	LL	0	5	0	NONE	1
153	U371	BS	3700	7	0	NONE	0
154	U411	BS	1000	5	0	NONE	0
155	U421	LL	0	8	0	NONE	2
156	U431	LL	0	9	0	NONE	1
157	U441	LL	0	10	0	NONE	2
158	U451	LL	0	15	0	NONE	7
159	U461	LL	0	8	0	NONE	4
160	U471	LL	0	9	0	NONE	2
161	U112	LL	0	10	0	NONE	5
162	U122	BS	5000	6	0	NONE	0
A 163	U132	LL	0	8	0	NONE	0
164	U142	LL	0	12	0	NONE	2
165	U152	BS	5500	8	0	NONE	0
166	U162	BS	4500	4	0	NONE	0
167	U172	LL	0	11	0	NONE	2
168	U212	BS	700	4	0	NONE	0
169	U222	LL	0	12	0	NONE	7
170	U232	BS	7000	7	0	NONE	0
171	U242	BS	4800	9	0	NONE	0
172	U252	LL	0	10	0	NONE	3
173	U262	LL	0	7	0	NONE	4
174	U272	LL	0	9	0	NONE	1
175	U312	LL	0	6	0	NONE	3
176	U322	LL	0	8	0	NONE	4
177	U332	LL	0	12	0	NONE	6
178	U342	BS	3200	8	0	NONE	0
179	U352	LL	0	15	0	NONE	9
180	U362	LL	0	5	0	NONE	3
181	U372	BS	5800	7	0	NONE	0
182	U412	BS	9300	5	0	NONE	0
183	U422	LL	0	8	0	NONE	2
184	U432	LL	0	9	0	NONE	1
A 185	U442	LL	0	10	0	NONE	0
186	U452	LL	0	15	0	NONE	7
187	U462	LL	0	8	0	NONE	4
A 188	U472	LL	0	9	0	NONE	0
189	U113	LL	0	10	0	NONE	6
190	U123	BS	2500	6	0	NONE	0
191	U133	LL	0	8	0	NONE	1
192	U143	LL	0	12	0	NONE	5
193	U153	LL	0	8	0	NONE	3
194	U163	BS	1000	4	0	NONE	0
195	U173	LL	0	11	0	NONE	5
196	U213	BS	1050	4	0	NONE	0
197	U223	LL	0	12	0	NONE	6
198	U233	BS	1450	7	0	NONE	0
199	U243	LL	0	9	0	NONE	2

200	U253	LL	0	10	0	NONE	5
201	U263	LL	0	7	0	NONE	3
202	U273	LL	0	9	0	NONE	3
203	U313	LL	0	6	0	NONE	1
204	U323	LL	0	8	0	NONE	1
205	U333	LL	0	12	0	NONE	4
206	U343	BS	1000	8	0	NONE	0
207	U353	LL	0	15	0	NONE	9
208	U363	BS	525	5	0	NONE	0
209	U373	BS	1250	7	0	NONE	0
210	U413	BS	2450	5	0	NONE	0
211	U423	LL	0	8	0	NONE	1
212	U433	LL	0	9	0	NONE	1
213	U443	LL	0	10	0	NONE	2
214	U453	LL	0	15	0	NONE	9
215	U463	LL	0	8	0	NONE	3
216	U473	LL	0	9	0	NONE	2
217	U114	LL	0	10	0	NONE	6
218	U124	BS	9000	6	0	NONE	0
219	U134	LL	0	8	0	NONE	1
220	U144	LL	0	12	0	NONE	4
221	U154	LL	0	8	0	NONE	2
222	U164	BS	12500	4	0	NONE	0
223	U174	LL	0	11	0	NONE	4
224	U214	BS	8500	4	0	NONE	0
225	U224	LL	0	12	0	NONE	6
226	U234	BS	15000	7	0	NONE	0
227	U244	LL	0	9	0	NONE	1
228	U254	LL	0	10	0	NONE	4
229	U264	LL	0	7	0	NONE	3
230	U274	LL	0	9	0	NONE	2
231	U314	LL	0	6	0	NONE	2
232	U324	LL	0	8	0	NONE	2
233	U334	LL	0	12	0	NONE	5
234	U344	BS	7500	8	0	NONE	0
235	U354	LL	0	15	0	NONE	9
236	U364	LL	0	5	0	NONE	1
237	U374	BS	10350	7	0	NONE	0
238	U414	LL	0	5	0	NONE	1
239	U424	LL	0	8	0	NONE	2
240	U434	LL	0	9	0	NONE	2
241	U444	LL	0	10	0	NONE	2
242	U454	LL	0	15	0	NONE	9
243	U464	LL	0	8	0	NONE	4
244	U474	LL	0	9	0	NONE	2
245	U115	LL	0	10	0	NONE	7
246	U125	BS	950	6	0	NONE	0
247	U135	LL	0	8	0	NONE	2
248	U145	LL	0	12	0	NONE	5
249	U155	LL	0	8	0	NONE	3
250	U165	BS	1550	4	0	NONE	0
251	U175	LL	0	11	0	NONE	5
252	U215	BS	1200	4	0	NONE	0
253	U225	LL	0	12	0	NONE	5

254	U235	BS	1500	7	0	NONE	0
255	U245	LL	0	9	0	NONE	1
256	U255	LL	0	10	0	NONE	4
257	U265	LL	0	7	0	NONE	2
258	U275	LL	0	9	0	NONE	2
259	U315	LL	0	6	0	NONE	2
260	U325	LL	0	8	0	NONE	1
261	U335	LL	0	12	0	NONE	5
262	U345	BS	2350	8	0	NONE	0
263	U355	LL	0	15	0	NONE	9
264	U365	BS	700	5	0	NONE	0
265	U375	BS	30	7	0	NONE	0
266	U415	LL	0	5	0	NONE	1
267	U425	LL	0	8	0	NONE	1
268	U435	LL	0	9	0	NONE	2
269	U445	LL	0	10	0	NONE	2
270	U455	LL	0	15	0	NONE	9
271	U465	LL	0	8	0	NONE	3
272	U475	LL	0	9	0	NONE	2
273	X111	LL	0	12	0	NONE	7
274	X121	LL	0	6	0	NONE	1
275	X131	BS	3000	4	0	NONE	0
276	X141	LL	0	10	0	NONE	6
277	X151	BS	5000	6	0	NONE	0
278	X161	LL	0	12	0	NONE	4
279	X171	LL	0	6	0	NONE	3
280	X181	LL	0	8	0	NONE	2
281	X211	BS	5250	6	0	NONE	0
282	X221	LL	0	9	0	NONE	3
283	X231	LL	0	12	0	NONE	7
284	X241	LL	0	8	0	NONE	3
285	X251	LL	0	15	0	NONE	8
A 286	X261	LL	0	9	0	NONE	0
287	X271	BS	1250	4	0	NONE	0
288	X281	LL	0	10	0	NONE	3
289	X311	LL	0	12	0	NONE	7
290	X321	LL	0	7	0	NONE	2
291	X331	LL	0	5	0	NONE	1
292	X341	BS	2500	4	0	NONE	0
293	X351	LL	0	10	0	NONE	4
294	X361	LL	0	15	0	NONE	7
295	X371	BS	1000	3	0	NONE	0
296	X381	LL	0	13	0	NONE	7
297	X411	LL	0	15	0	NONE	11
298	X421	BS	4000	4	0	NONE	0
299	X431	LL	0	8	0	NONE	5
300	X441	LL	0	10	0	NONE	7
301	X451	LL	0	14	0	NONE	9
302	X461	BS	1500	7	0	NONE	0
303	X471	LL	0	9	0	NONE	7
304	X481	LL	0	7	0	NONE	2
305	X511	LL	0	10	0	NONE	5
306	X521	LL	0	15	0	NONE	10
307	X531	LL	0	12	0	NONE	8

308	X541	LL	0	7	0	NONE	3
309	X551	LL	0	8	0	NONE	2
310	X561	LL	0	10	0	NONE	2
311	X571	LL	0	6	0	NONE	3
312	X581	BS	500	6	0	NONE	0
313	X611	LL	0	8	0	NONE	5
314	X621	LL	0	10	0	NONE	7
315	X631	LL	0	7	0	NONE	5
316	X641	LL	0	5	0	NONE	3
317	X651	LL	0	9	0	NONE	5
318	X661	LL	0	12	0	NONE	6
319	X671	LL	0	7	0	NONE	6
320	X681	BS	3500	4	0	NONE	0
321	X711	LL	0	7	0	NONE	1
322	X721	LL	0	11	0	NONE	5
323	X731	LL	0	12	0	NONE	7
324	X741	LL	0	6	0	NONE	1
325	X751	BS	1000	7	0	NONE	0
326	X761	BS	2700	9	0	NONE	0
327	X771	LL	0	10	0	NONE	6
328	X781	LL	0	18	0	NONE	11
329	X112	LL	0	12	0	NONE	6
330	X122	LL	0	6	0	NONE	1
331	X132	BS	4500	4	0	NONE	0
332	X142	LL	0	10	0	NONE	5
333	X152	BS	5500	6	0	NONE	0
334	X162	LL	0	12	0	NONE	4
335	X172	LL	0	6	0	NONE	2
336	X182	LL	0	8	0	NONE	4
337	X212	BS	5000	6	0	NONE	0
338	X222	LL	0	9	0	NONE	4
339	X232	LL	0	12	0	NONE	8
340	X242	LL	0	8	0	NONE	3
341	X252	LL	0	15	0	NONE	9
342	X262	LL	0	9	0	NONE	1
343	X272	BS	0	4	0	NONE	0
344	X282	LL	0	10	0	NONE	6
345	X312	LL	0	12	0	NONE	7
346	X322	LL	0	7	0	NONE	3
347	X332	LL	0	5	0	NONE	2
A 348	X342	LL	0	4	0	NONE	0
349	X352	LL	0	10	0	NONE	5
350	X362	LL	0	15	0	NONE	8
351	X372	BS	7000	3	0	NONE	0
352	X382	LL	0	13	0	NONE	10
353	X412	LL	0	15	0	NONE	10
354	X422	BS	5000	4	0	NONE	0
355	X432	LL	0	8	0	NONE	5
356	X442	LL	0	10	0	NONE	6
357	X452	LL	0	14	0	NONE	9
358	X462	BS	3000	7	0	NONE	0
359	X472	LL	0	9	0	NONE	6
360	X482	LL	0	7	0	NONE	4
361	X512	LL	0	10	0	NONE	2

362	X522	LL	0	15	0	NONE	8
363	X532	LL	0	12	0	NONE	6
A 364	X542	LL	0	7	0	NONE	0
365	X552	BS	1000	8	0	NONE	0
366	X562	BS	1500	10	0	NONE	0
367	X572	BS	500	6	0	NONE	0
368	X582	BS	2500	6	0	NONE	0
369	X612	LL	0	8	0	NONE	2
370	X622	LL	0	10	0	NONE	5
371	X632	LL	0	7	0	NONE	3
372	X642	BS	2200	5	0	NONE	0
373	X652	LL	0	9	0	NONE	3
374	X662	LL	0	12	0	NONE	4
375	X672	LL	0	7	0	NONE	3
376	X682	BS	2300	4	0	NONE	0
A 377	X712	LL	0	7	0	NONE	0
378	X722	LL	0	11	0	NONE	5
379	X732	LL	0	12	0	NONE	7
380	X742	BS	5800	6	0	NONE	0
A 381	X752	LL	0	7	0	NONE	0
A 382	X762	LL	0	9	0	NONE	0
383	X772	LL	0	10	0	NONE	5
384	X782	LL	0	18	0	NONE	13
385	X113	LL	0	12	0	NONE	7
386	X123	BS	1500	6	0	NONE	0
387	X133	BS	1500	4	0	NONE	0
388	X143	LL	0	10	0	NONE	8
389	X153	BS	500	6	0	NONE	0
390	X163	LL	0	12	0	NONE	4
391	X173	LL	0	6	0	NONE	3
392	X183	LL	0	8	0	NONE	7
393	X213	BS	1550	6	0	NONE	0
394	X223	LL	0	9	0	NONE	2
395	X233	LL	0	12	0	NONE	7
396	X243	LL	0	8	0	NONE	5
397	X253	LL	0	15	0	NONE	8
398	X263	BS	950	9	0	NONE	0
A 399	X273	LL	0	4	0	NONE	0
400	X283	LL	0	10	0	NONE	8
401	X313	LL	0	12	0	NONE	7
402	X323	LL	0	7	0	NONE	1
403	X333	LL	0	5	0	NONE	1
404	X343	LL	0	4	0	NONE	2
405	X353	LL	0	10	0	NONE	4
406	X363	LL	0	15	0	NONE	7
407	X373	BS	1450	3	0	NONE	0
408	X383	LL	0	13	0	NONE	12
409	X413	LL	0	15	0	NONE	12
410	X423	BS	1000	4	0	NONE	0
411	X433	LL	0	8	0	NONE	6
412	X443	LL	0	10	0	NONE	10
413	X453	LL	0	14	0	NONE	10
414	X463	LL	0	7	0	NONE	1
415	X473	LL	0	9	0	NONE	8

416	X483	LL	0	7	0	NONE	8
417	X513	LL	0	10	0	NONE	3
418	X523	LL	0	15	0	NONE	7
419	X533	LL	0	12	0	NONE	6
420	X543	LL	0	7	0	NONE	3
421	X553	BS	0	8	0	NONE	0
A 422	X563	LL	0	10	0	NONE	0
423	X573	LL	0	6	0	NONE	1
424	X583	LL	0	6	0	NONE	3
425	X613	BS	250	8	0	NONE	0
426	X623	LL	0	10	0	NONE	1
A 427	X633	LL	0	7	0	NONE	0
428	X643	BS	750	5	0	NONE	0
A 429	X653	LL	0	9	0	NONE	0
430	X663	LL	0	12	0	NONE	1
431	X673	LL	0	7	0	NONE	1
432	X683	BS	525	4	0	NONE	0
433	X713	LL	0	7	0	NONE	1
434	X723	LL	0	11	0	NONE	4
435	X733	LL	0	12	0	NONE	7
436	X743	LL	0	6	0	NONE	3
437	X753	BS	1250	7	0	NONE	0
A 438	X763	LL	0	9	0	NONE	0
439	X773	LL	0	10	0	NONE	6
440	X783	LL	0	18	0	NONE	16
441	X114	LL	0	12	0	NONE	7
442	X124	LL	0	6	0	NONE	1
443	X134	BS	1750	4	0	NONE	0
444	X144	LL	0	10	0	NONE	7
445	X154	BS	6750	6	0	NONE	0
446	X164	LL	0	12	0	NONE	4
447	X174	LL	0	6	0	NONE	4
448	X184	LL	0	8	0	NONE	6
449	X214	BS	8500	6	0	NONE	0
450	X224	LL	0	9	0	NONE	3
451	X234	LL	0	12	0	NONE	7
452	X244	LL	0	8	0	NONE	4
453	X254	LL	0	15	0	NONE	8
454	X264	BS	500	9	0	NONE	0
455	X274	LL	0	4	0	NONE	1
456	X284	LL	0	10	0	NONE	7
457	X314	LL	0	12	0	NONE	6
458	X324	LL	0	7	0	NONE	1
459	X334	BS	4500	5	0	NONE	0
460	X344	BS	1000	4	0	NONE	0
461	X354	LL	0	10	0	NONE	3
462	X364	LL	0	15	0	NONE	6
463	X374	BS	9500	3	0	NONE	0
464	X384	LL	0	13	0	NONE	10
465	X414	LL	0	15	0	NONE	11
466	X424	BS	7500	4	0	NONE	0
467	X434	LL	0	8	0	NONE	5
468	X444	LL	0	10	0	NONE	8
469	X454	LL	0	14	0	NONE	9

470	X464	BS	0	7	0	NONE	0
471	X474	LL	0	9	0	NONE	8
472	X484	LL	0	7	0	NONE	6
473	X514	LL	0	10	0	NONE	3
474	X524	LL	0	15	0	NONE	8
475	X534	LL	0	12	0	NONE	6
476	X544	LL	0	7	0	NONE	2
477	X554	BS	0	8	0	NONE	0
A 478	X564	LL	0	10	0	NONE	0
479	X574	LL	0	6	0	NONE	2
480	X584	LL	0	6	0	NONE	2
481	X614	LL	0	8	0	NONE	1
482	X624	LL	0	10	0	NONE	3
483	X634	LL	0	7	0	NONE	1
484	X644	BS	6250	5	0	NONE	0
485	X654	LL	0	9	0	NONE	1
486	X664	LL	0	12	0	NONE	2
487	X674	LL	0	7	0	NONE	3
488	X684	BS	6250	4	0	NONE	0
489	X714	LL	0	7	0	NONE	1
490	X724	LL	0	11	0	NONE	5
491	X734	LL	0	12	0	NONE	7
492	X744	LL	0	6	0	NONE	2
493	X754	BS	1850	7	0	NONE	0
494	X764	BS	8500	9	0	NONE	0
495	X774	LL	0	10	0	NONE	7
496	X784	LL	0	18	0	NONE	15
497	X115	LL	0	12	0	NONE	7
498	X125	LL	0	6	0	NONE	2
499	X135	BS	580	4	0	NONE	0
500	X145	LL	0	10	0	NONE	8
501	X155	BS	620	6	0	NONE	0
502	X165	LL	0	12	0	NONE	5
503	X175	LL	0	6	0	NONE	4
504	X185	LL	0	8	0	NONE	7
505	X215	BS	950	6	0	NONE	0
506	X225	LL	0	9	0	NONE	4
507	X235	LL	0	12	0	NONE	7
508	X245	LL	0	8	0	NONE	5
509	X255	LL	0	15	0	NONE	8
510	X265	LL	0	9	0	NONE	1
511	X275	LL	0	4	0	NONE	1
512	X285	LL	0	10	0	NONE	8
513	X315	LL	0	12	0	NONE	6
514	X325	LL	0	7	0	NONE	2
A 515	X335	LL	0	5	0	NONE	0
516	X345	LL	0	4	0	NONE	1
517	X355	LL	0	10	0	NONE	3
518	X365	LL	0	15	0	NONE	7
519	X375	BS	1500	3	0	NONE	0
520	X385	LL	0	13	0	NONE	11
521	X415	LL	0	15	0	NONE	10
522	X425	BS	1250	4	0	NONE	0
523	X435	LL	0	8	0	NONE	4

524	X445	LL	0	10	0	NONE	8
525	X455	LL	0	14	0	NONE	8
526	X465	BS	1100	7	0	NONE	0
527	X475	LL	0	9	0	NONE	7
528	X485	LL	0	7	0	NONE	6
529	X515	LL	0	10	0	NONE	3
530	X525	LL	0	15	0	NONE	9
531	X535	LL	0	12	0	NONE	6
532	X545	LL	0	7	0	NONE	3
533	X555	BS	0	8	0	NONE	0
534	X565	LL	0	10	0	NONE	1
535	X575	LL	0	6	0	NONE	2
536	X585	LL	0	6	0	NONE	3
A 537	X615	LL	0	8	0	NONE	0
538	X625	LL	0	10	0	NONE	3
539	X635	BS	720	7	0	NONE	0
540	X645	BS	750	5	0	NONE	0
A 541	X655	LL	0	9	0	NONE	0
542	X665	LL	0	12	0	NONE	2
543	X675	LL	0	7	0	NONE	2
544	X685	BS	780	4	0	NONE	0
545	X715	LL	0	7	0	NONE	1
546	X725	LL	0	11	0	NONE	6
547	X735	LL	0	12	0	NONE	7
548	X745	LL	0	6	0	NONE	3
549	X755	BS	30	7	0	NONE	0
550	X765	LL	0	9	0	NONE	1
551	X775	LL	0	10	0	NONE	7
552	X785	LL	0	18	0	NONE	16
553	Y1	EQ	1	300000	1	1	176700
554	Y2	EQ	1	350000	1	1	314500
555	Y3	EQ	1	450000	1	1	429000
556	Y4	EQ	1	400000	1	1	377000
557	Y5	EQ	1	325000	1	1	325000
558	Y6	EQ	1	525000	1	1	452000
559	Y7	EQ	1	475000	1	1	475000