

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**3. PARTİ LOJİSTİK SİSTEMİNİN İNCELENMESİ,
DAĞITIM AĞININ OPTİMİZASYONU VE BİR
UYGULAMA**

Endüstri ve Matematik Mühendisi E. Gözde ÇAĞLAR

**FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTIMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LOJİSTİK YÖNETİMİ	3
2.1 Lojistik ve Lojistik Yönetimi.....	3
2.2 Lojistik Yönetiminin Tarihsel Gelişimi.....	4
2.3 Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı.....	5
2.3.1 Üçüncü Parti Lojistik Sistemi.....	6
2.3.2 Dördüncü Parti Lojistik Sistemi	8
3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	11
4. 3PL SİSTEMİ YÖNETİM SÜRECİ	17
4.1 Stratejik Seviye.....	17
4.1.1 Lojistik Stratejisinin Belirlenmesi	17
4.1.2 Lojistik Ağı Tasarımı.....	18
4.1.3 Optimizasyon.....	19
4.1.4 Entegrasyon	20
4.2 Taktik Seviye.....	20
4.3 Operasyonel Seviye	21
5. BORUSAN LOJİSTİK YURTİÇİ DAĞITIM YÖNETİMİ.....	24
5.1 Borusan Lojistik Tanıtımı.....	24
5.2 Borusan Lojistik Yurtiçi Dağıtım Süreci	24
5.3 BLADE Yazılımı	26
6. UYGULAMA	34

6.1	Dağıtım Ağı Optimizasyon Modeli	34
6.1.1	Maliyet Çalışması	36
6.1.2	GAMS – Karma Tamsayı Programlama	39
6.1.2.1	GAMS Yazılımı.....	39
6.1.2.2	Karma Tamsayı Programlama Modeli	43
6.1.3	C# – Genetik Algoritma.....	45
6.2	Örnek Problem ve Çözümü	54
7.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR.....		63
EKLER		66
Ek 1 Dağıtım ağı optimizasyon programının 100 defa çalıştırılması sonucunda elde edilen çözüm değerleri		67
ÖZGEÇMİŞ.....		69

SİMGE LİSTESİ

A	Sabit maliyet katsayısı
B	Değişken maliyet katsayısı
DM_k	k araç tipi için değişken maliyet
i	Çıkış lokasyonu indisi
j	Variş lokasyonu indisi
k	Araç tipi indisi
K_k	k araç tipi için maksimum araç kapasitesi
M_{ij}	i noktasından j noktasına olan mesafe
S_{ij}	i noktasından j noktasına olan sipariş miktarı
SM_k	k araç tipi için sabit maliyet
X	Kilometre değişkeni
x_{ijk}	i noktasından j noktasına k araç tipi ile yapılan sefer sayısı

KISALTMA LİSTESİ

3PL	Üçüncü Parti Lojistik
4PL	Dördüncü Parti Lojistik
BLADE	Borusan Lojistik Automatic Distribution Environment
DAOPT	Dağıtım Ağı Optimizasyon Programı
GAMS	General Algebraic Modeling System (Genel Cebirsel Modelleme Sistemi)
K	Kamyon Araç Tipi
KM	Kamyon Maliyeti
KS	Kamyon Sayısı
LLP	Lead Logistics Provider (Lider Lojistik Sağlayıcı)
NP	Nondeterministic Polynomial
OPT	Optimizasyon
T1	1. Tip Tır
T2	2. Tip Tır
TM	Tır Maliyeti
TS	Tır Sayısı
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Lojistik yönetimi akışı (Quattro Business Consulting, 2008)	4
Şekil 2.2 Lojistik evrimi (Quattro Business Consulting, 2008)	5
Şekil 2.3 Lojistikte iç ve dış kaynak kullanımı (Quattro Business Consulting, 2008).....	6
Şekil 4.1 3PL Dağıtım ağı optimizasyon modeli.....	23
Şekil 5.1 Borusan Lojistik kara nakliye süreci	27
Şekil 5.2 BLADE ana ekran görüntüsü	28
Şekil 5.3 BLADE sipariş ekranı – 1	29
Şekil 5.4 BLADE sipariş ekranı – 2	29
Şekil 5.5 BLADE ana ekran görüntüsü	30
Şekil 5.6 BLADE sefer yaratma ekranı – 1	31
Şekil 5.7 BLADE sefer yaratma ekranı – 2	31
Şekil 5.8 BLADE ana ekran görüntüsü	32
Şekil 5.9 BLADE araç rezervasyon ekranı.....	33
Şekil 6.1 Optimizasyon modeli	35
Şekil 6.2 GAMS programı ekran görüntüsü – 1	41
Şekil 6.3 GAMS programı ekran görüntüsü – 2.....	41
Şekil 6.4 GAMS programı model yazma ekranı	42
Şekil 6.5 GAMS programı çözüm ekranı	42
Şekil 6.6 Kromozom yapısı	46
Şekil 6.7 Kromozomun ilk dizisi için permutasyon çaprazlama metodu	47
Şekil 6.8 Kromozomun ikinci dizisi için çaprazlama metodu.....	48
Şekil 6.9 Kromozomun ilk dizisi için mutasyon metodu	48
Şekil 6.10 Kromozomun ikinci dizisi için mutasyon metodu	49
Şekil 6.11 Genetik algoritmanın işleyişi.....	52
Şekil 6.12 DAOPT programının genel işleyişi.....	53
Şekil 6.13 DAOPT sipariş listesi ekranı.....	54
Şekil 6.14 DAOPT sefer listesi ekranı.....	55
Şekil 6.15 DAOPT özmal araç lokasyonları ekranı	55
Şekil 6.16 DAOPT spot araç fiyatları ekranı.....	56
Şekil 6.17 DAOPT optimizasyon sonuç raporu ekranı	57

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Araç rotalama problemleri için genel literatür	11
Çizelge 3.2 3PL firmalarında araç rotalama optimizasyonu literatürü.....	15
Çizelge 6.1 Araç tiplerine göre maliyet fonksiyonları	37
Çizelge 6.2 Kullanılan araç tipleri ve kapasiteleri.....	38
Çizelge 6.3 Örnek sipariş listesi	43
Çizelge 6.4 Sefer listesi	45
Çizelge 6.5 Örnek güzergah numaralandırması	46

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Borusan Lojistik yurtiçi dağıtım sürecinin incelenmesi sonucunda üçüncü parti lojistik firmalarının yönetim sürecinde olması gereken dağıtım ağı optimizasyonu konusu ile ilgili bir model önerisi ortaya konmuştur.

Çalışmamda bana destek veren ve yol gösteren hocam Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL'e, optimizasyon modelinin ortaya çıkmasındaki katkılarından dolayı Arş. Gör. Önder ÖNDEMİR'e, kaynak ve önerileri ile araştırmama yardımcı olan Arş. Gör. Doğan ÖZGEN'e, optimizasyon konusunda birlikte yola çıktığımız Arş. Gör. Gülfem TUZKAYA'ya, süreçlerinden yola çıkarak modelimi oluşturduğum Borusan Lojistik'e, Yüksek Lisans öğrenimim boyunca bana destek olan TÜBİTAK'a ve tüm hayatım boyunca yanımda olup desteklerini esirgemeyen sevgili AİLEME teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos 2009

E. Gözde ÇAĞLAR
Endüstri ve Matematik
Mühendisi

ÖZET

Üçüncü parti lojistik hizmeti veren firmalar, müşteri siparişlerini araçlara atarken ve bu araçları rotalarken doğru kombinasyonlar oluşturduğu takdirde lojistik maliyetlerini önemli ölçüde azaltacaktır. Karşımıza çıkan bu optimizasyon probleminin çözümü, dağıtım planlama süreci için yol gösterici nitelikte olup özellikle günümüz ekonomik koşullarında daha da kritik hale gelmiştir.

Çalışmada ele alınan optimizasyon problemi iki aşamalı olarak çözülmüştür. Birinci aşamada siparişlerin araç tiplerine atanması problemi GAMS yazılımı kullanılarak karma tamsayılı programlama metodu ile çözülmüştür. Birinci aşamadan elde edilen çıktılar optimizasyon probleminin ikinci aşamasında girdi olarak kullanılarak araç rotaları belirlenmiştir. İkinci aşamada araç rotalarının belirlenmesi için C# programlama dili ile bir genetik algoritma yazılımı geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: 3PL, dağıtım ağı optimizasyonu, karma tamsayılı programlama, genetik algoritma.

ABSTRACT

Third party logistics companies will reduce the significant part of their logistics costs if the right combinations are formed while assigning the customer orders to the vehicles and routing these vehicles. The solution of this optimization problem is a guide for the process of distribution planning, especially in nowadays critical economic circumstances.

The optimization problem which is discussed in this study is solved in two stages. At the first stage, the assignment problem which includes assigning the orders to the vehicles, is solved with mixed integer programming by using GAMS. The solution of the first stage is used as an input at the second stage of the problem and at this stage optimal routes are determined for vehicles by developing a genetic algorithm software with C#.

Key words: 3PL, distribution network optimization, mixed integer programming, genetic algorithm.

1. GİRİŞ

Günümüz iş çevresinde rekabet eden firmalar, müşterilerin gittikçe artan ihtiyaçlarını karşılayabilmek için tedarik zinciri yöntemlerini yeniden yapılandırmak durumunda kalmaktadırlar. Firmaların tedarik zinciri yönetimine odaklanmalarının ardında yatan temel neden maliyet olmaktadır. İş çevresini ve lojistik gereksinimlerini önemli ölçüde değiştiren diğer bir unsur ise, müşterilerin kendileri için özel üretilmiş ürün taleplerinin artması ve daha da önemlisi, bu özel ürünlerin, standart ürünler ile aynı hızda ve kalitede alınmasının beklenmesidir.

Bu beklentileri karşılayabilmek için firmaların önünde iki seçenek bulunmaktadır:

- Sermaye harcamalarını artırarak lojistik altyapısını yeniden yapılandırmak
- Lojistik hizmetlerini dış kaynakla sağlayarak değişken maliyet yapısına kavuşmak ve ana yetkinliklerine odaklanmak

Firmaların lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanarak gerçekleştirdikleri faaliyetler “Üçüncü Parti Lojistik” (3PL) olarak tanımlanmaktadır. 3PL hizmeti alan işletmeler, daha önceleri kendi iç kaynakları ile gerçekleştirdikleri lojistik fonksiyonlarının bir kısmını ya da tamamını, dış kaynak kullanarak gerçekleştirmektedirler.

Firmalar, 3PL hizmet sağlayıcılar ile çalışarak; maliyetlerinde düşüş sağlayabilir, ana faaliyet alanlarına ve yetkinliklerine odaklanma avantajını elde edebilir, hizmetlerinde etkinlik ve esnekliği yakalayabilirler. Bu nedenle lojistik hizmetlerini 3PL firmalarından almaya başlayan ve 3PL firmalarını stratejik ortak olarak gören şirketlerin sayısı hızla artmaktadır. Bulduğumuz hız çağında artık, müşteriye ihtiyacı olduğunda teslimat yapmak, müşteri ihtiyaçlarını önceden tahmin edebilmek ve buna uygun olarak esnek ve çevik bir sistem kurmak 3PL firmasının sorumluluğundadır.

3PL firması müşteriyle yaptığı sözleşmeye göre müşterinin istediği anda gerekli araç ve ekipmanı sağlayıp, müşteri siparişini mümkün olan en hızlı şekilde, eksiksiz ve güvenle götürmekle görevlidir. Bir 3PL firması aynı anda birden çok müşteriye farklı veya benzer hizmetleri sunmak zorundadır. Yük konsolidasyonu, boş dönüşleri minimize etmek gibi maliyet avantajı yaratacak eylemlerle hizmetlerini gerçekleştirecek olan 3PL firması, böylelikle farklı müşterilerin farklı taleplerini karşılayabilmek için çeşitli çalışmalar yapmak durumundadırlar.

3PL firmalarının bu arayışının çözümleri bilgi teknolojilerinden geçmektedir. 3PL firmaları maliyet avantajı yaratabilmek için her aşamada optimizasyon tekniklerinden yararlanarak, tedarik zinciri boyunca gerçekleştirmekte oldukları operasyonları ve tedarik zinciri entegrasyonunu stratejik olarak destekleyebilecek bir yapıya kavuşacak ve böylece müşterilerin entegre çözüm isteklerini tam olarak karşılayabileceklerdir.

Bu nedenle bu çalışmada 3PL sistemi yönetim süreci üzerine odaklanılmış ve dağıtım ağı optimizasyonu konusunda bir model önerisi ortaya konmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde lojistik ve lojistik yönetimi konuları ele alınmış, lojistikte dış kaynak kullanımı, üçüncü ve dördüncü parti lojistik kavramları açıklanmıştır. Üçüncü bölümde çalışmayla ilgili olarak yapılan literatür araştırmasına yer verilmiştir. 3PL sistemi yönetim sürecinin stratejik, taktik ve operasyonel basamakları çalışmanın dördüncü bölümünde açıklanmıştır. Beşinci bölümde, bir üçüncü parti lojistik firması olan Borusan Lojistik'in yurtiçi dağıtım süreci hakkında bilgiler verilmiş, bu süreçlerden yola çıkılarak oluşturulan dağıtım ağı optimizasyonu modeli ve uygulaması ise altıncı bölümde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2. LOJİSTİK YÖNETİMİ

2.1 Lojistik ve Lojistik Yönetimi

Günümüzde tedarik zinciri yönetimi (TZY) ve lojistik yönetimi kavramlarının benzerlikleri, farklılıkları ve kapsamaları halen tartışılmaktadır. Aralarındaki bu ilişkiyi doğru bir şekilde ortaya koyabilmek için, öncelikle TYZ kavramının tanımının ortaya konması gerekmektedir.

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals) tedarik zinciri yönetimi için aşağıdaki tanımı yapmıştır:

“Tedarik zinciri yönetimi; kaynak sağlama, satın alma ve hammaddenin ürüne dönüştürülmesi süreçlerine ait tüm aktivitelerin planlanması ve yönetimini ve de tüm lojistik yönetimi faaliyetlerini kapsamaktadır. Ayrıca; tedarikçiler, araçlar, üçüncü parti hizmet sağlayıcılar ve müşteriler gibi kanal ortaklarının koordinasyonu ve işbirliğini de içermektedir. Tedarik zinciri yönetimi, işletmeler içindeki ve arasındaki tedarik (arz) ve talep yönetimini entegre etmektedir.”

Lojistik ise tedarik zincirinin önemli ve büyük bir parçasıdır. Lojistik yönetimi işlemleri giren ve çıkan malzemenin taşınmasını, depolanmasını, elleçlenmesini, sipariş alımını, lojistik ağı tasarımını, stok yönetimini, arz talep planlamasını ve üçüncü parti servis sağlayıcıların yönetimini kapsamaktadır (Karahana, 2003).

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi'nin tanımına göre ise lojistik; tedarik zincirinin bir parçası olarak, ürün, hizmet ve ilgili bilginin müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde çıkış kaynağından tüketim noktasına kadar etkin ve verimli akışı ve depolanması sürecinin planlanması, uygulanması ve kontrolüdür.

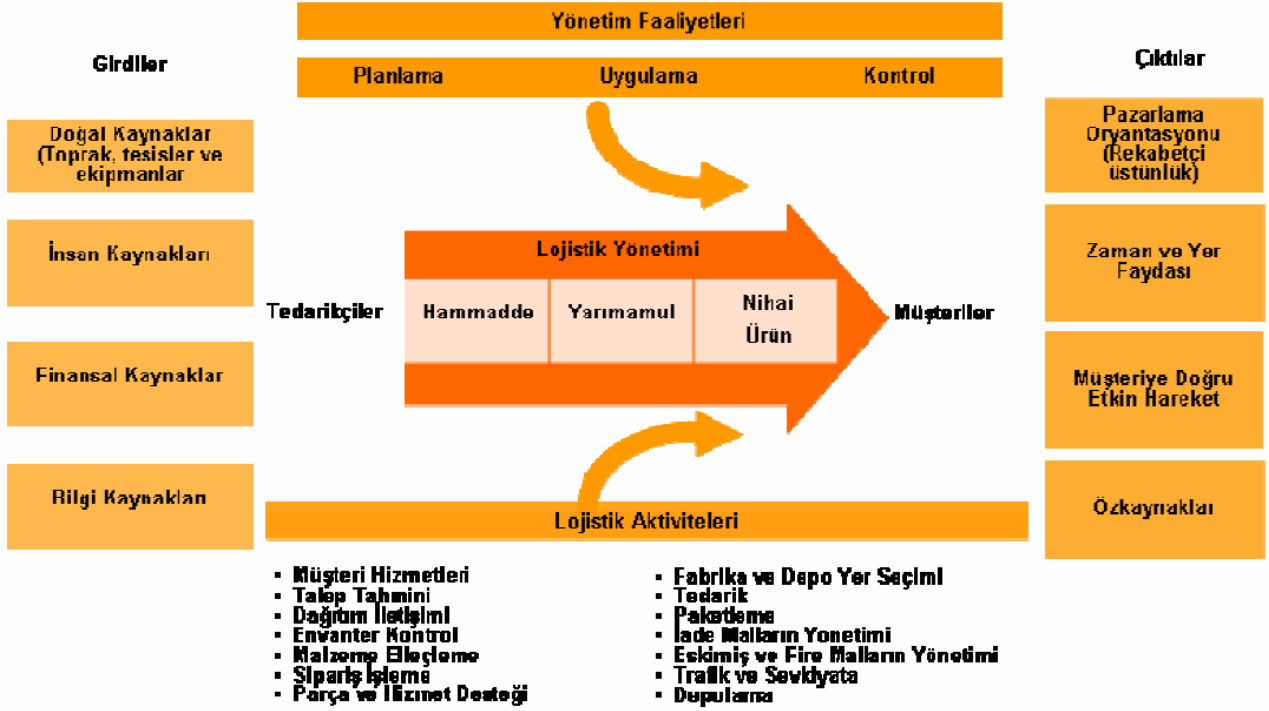
TYZ'nin başarısını; lojistik zincirinin etkinliği ve hızlı yanıt verebilme özelliği etkiler. Bu nedenle lojistik yönetimi kavramı günümüzde oldukça popüler bir kavramdır.

Küresel düzeyde rekabet; şirketleri ürünlerini daha iyi yapmaya, daha hızlı hazırlamaya ve daha çabuk teslim etmeye doğru zorlamaktadır. Sorun; şirketlerin günümüz ekonomik koşullarında piyasa payını ve karlılığını nasıl arttırmayı başarabilecekleridir.

Günümüzde üretim maliyetleri yaklaşık değerler arz etmektedir. Üretim maliyetlerinin yaklaşık olduğu bir ortamda rekabet edilebilir olmak için, lojistik, kullanılacak en önemli araçtır. Lojistik faaliyetler üzerinde yapılacak oynamalarla rakiplerin bir adım önünde olmak mümkün olabilmektedir. Böyle bir rekabet ortamında pazar payının ve karın

arttırılabilmesinin ve muhafazasının en önemli ayağı, düşük maliyetle girdi temini ve malların rekabet edilebilir fiyatlarla ve zamanında piyasaya sunulmasını sağlayan lojistik faaliyetlerdir (Karahana, 2003).

Aşağıdaki şekilde, lojistik yönetimi temel faaliyetleri, girdi ve çıktıları gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Lojistik yönetimi akışı (Quattro Business Consulting, 2008)

2.2 Lojistik Yönetiminin Tarihsel Gelişimi

Lojistiğin tarihsel gelişimine bakıldığında, bu kavramın ilk olarak askeri amaçlı kullanılmış bir terim olduğu ve kökenlerinin Roma İmparatorluğu ve Antik Yunan dönemine dayandığı görülmektedir. Bu dönemde, malzemenin tedariki ve dağıtımından sorumlu askerlerin 'Logistikas' olarak adlandırıldığı bilinmektedir.

Lojistiğin önemi, II. Dünya Savaşı sırasında anlaşılmış ve sonrasında lojistik; bilimsel bir başlık olarak değerlendirilmiş ve uygulanmaya başlanmıştır. Bu yıllarda, etkin malzeme dağıtımının şirketlerin dolaysız üretim maliyetlerini azaltabildiği gerçeği anlaşılmış ve paralel olarak fiziksel dağıtım modelleri geliştirilmiştir.

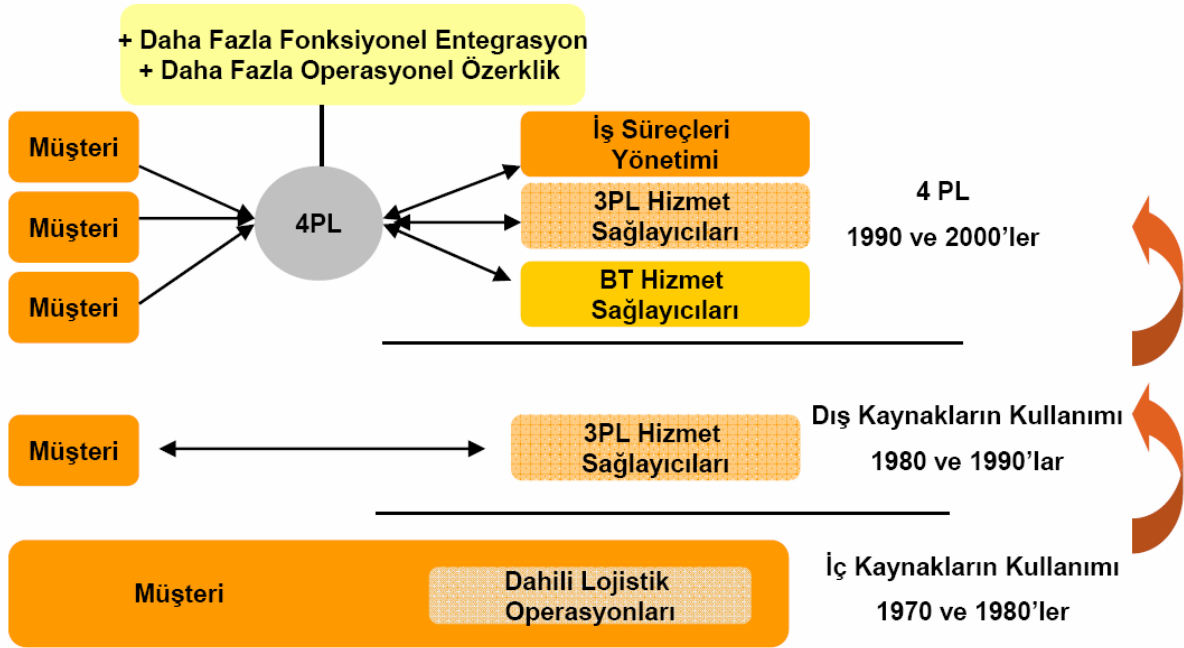
1970'lerde baş gösteren petrol krizi sırasında, sevkiyat maliyetlerinde ve eş zamanlı olarak faiz oranlarında (ve dolayısıyla stok tutma maliyetlerinde) yükseliş yaşanmış ve lojistiğin

önemi, üst yöneticiler tarafından daha iyi anlaşılmıştır. Bu deneyim, şirketlere sadece fiziksel dağıtımın optimize edilmesinin yeterli olmayacağını, fiziksel dağıtım aynı zamanda satın alma ve malzeme elleçleme süreçleri ile entegre etmek gerekliliğini göstermiştir.

1980'ler ve 1990'lı yılların başlarında gündeme gelen fiyat serbestisi, bilgi devrimi, kalite sistemlerinin yayılımı ve stratejik ortaklıkların artışı gibi temel gelişmeler entegre lojistik kavramına vurgu yapılması sonucunu doğurmuştur. Aynı yıllarda, depolama şirketleri, müşterilerine her alanda hizmet sunabilmek amacıyla sevkiyat şirketleri ile birleşmeye başlamışlardır. Bu gelişme, aynı zamanda 3PL kavramının ve lojistik aktivitelerinde dış kaynak kullanımının da temellerini atmıştır (Quattro Business Consulting, 2008).

Günümüzde ise 3PL kavramından da öteye gidilmiş ve 4PL kavramı ortaya çıkmıştır.

Aşağıdaki şekilde lojistik faaliyetlerde yaşanan gelişme resmedilmiştir:



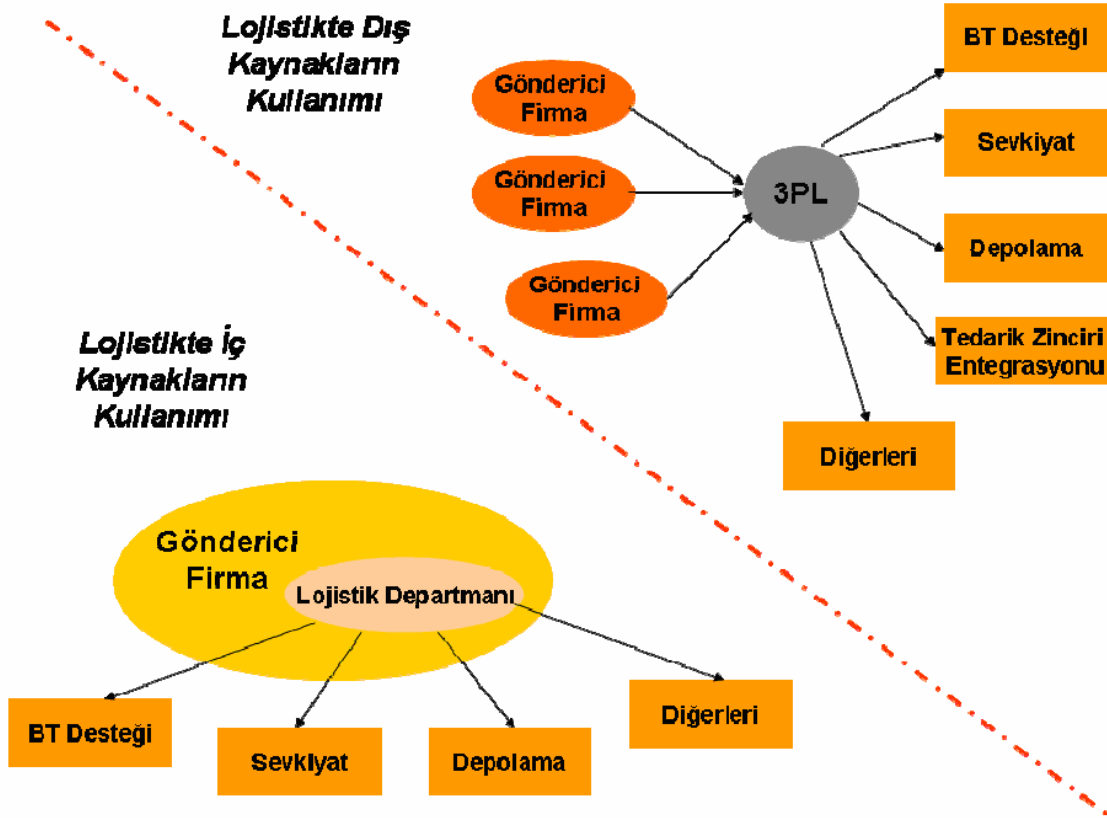
Şekil 2.2 Lojistik evrimi (Quattro Business Consulting, 2008)

2.3 Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı

İş dünyasındaki faaliyetler her geçen gün daha da karmaşık bir hale gelmektedir. Ek bir maliyet de getirecek olan bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi işini her firmanın kendi bünyesinde oluşturacağı bir birim içerisinde gerçekleştirmesi beklenemez. Böylelikle uluslararası rekabet ortamı işletmeleri uzmanlık alanları dışındaki faaliyetleri, konusunda

uzman profesyonel şirketlere devretmeye zorlamaktadır. Bu da bizi diğer bir husus olan outsourcing, yani dışarıdan tedarik kavramına getirmektedir. Böylelikle şirketler, ana faaliyetlerine odaklanarak diğer ihtiyaçları, konusunda uzman olan dış hizmet sağlayıcı şirketlerden edinmeye başlamışlardır (Marasco, 2008).

Aşağıdaki şekil lojistikte iç ve dış kaynakların kullanılması sırasında yerine getirilen işlevleri ve bunlardan sorumlu olan tarafları göstermektedir.



Şekil 2.3 Lojistikte iç ve dış kaynak kullanımı (Quattro Business Consulting, 2008)

Dış alım işlemi ile lojistik hizmetlerin dışardan sağlanması, firmaya maliyeti azaltma ve hizmet kalitesini yükseltme olanağı sağlamakla beraber pazarın değişen ihtiyaçlarına göre esneklik, bilgi teknolojilerinden yararlanma, lojistik ile ilgili süreçleri tek tek ele alıp, çözüm getirme ve kullanılan kaynakları azaltma gibi çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Böylelikle firmalar kendi ana üretim konuları üzerinde yoğunlaşarak işlem kapasitelerini arttırabilmekte ve ürünlerini pazara daha hızlı sunabilme şansına sahip olabilmektedirler (İgeme, 2005).

2.3.1 Üçüncü Parti Lojistik Sistemi

Firmaların lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanarak gerçekleştirdikleri faaliyetler 3PL

olarak tanımlanmaktadır. 3PL hizmeti alan işletmeler, daha önceleri kendi iç kaynakları ile gerçekleştirdikleri lojistik fonksiyonlarının bir kısmını ya da tamamını, dış kaynak kullanarak gerçekleştirmektedirler. Üçüncü parti kavramı; üretici, toptancı, perakendeci firmalar (birinci parti) ile bu kurumların müşterileri veya tedarikçileri (ikinci parti) arasındaki ilişkiyi yürüten aracı kurumlar için kullanılan bir kavramdır. Bu ilişkinin lojistik ayağını gerçekleştiren firmalara 3PL firmaları adı verilmektedir.

3PL şirketleri, müşterilerine nakliyeden, özel ve entegre lojistik hizmetlerine kadar geniş bir yelpazede sayısız çözüm sunmaktadır (Marasco, 2008). Çabuk değişen ve gelişen iş dünyasında müşterilerin ihtiyaçlarının karşılanması her geçen gün daha da zor bir hal almaktadır.

Günümüzde müşteriler kaliteli ürün, üstün hizmet kalitesi, süratli teslimat ve daha fazla katma değer beklentisi içerisindeyler.

3PL pazarının da genişlemesiyle birlikte, 3PL hizmet sağlayıcılar da, kendilerini farklılaştırma yoluna giderek, müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, ürün yelpazelerini geliştirmek ve müşterilerine özel çözümler sunmak eğilimindedirler.

3PL firmaların sağladığı hizmetler tedarik zinciri boyunca üç ana başlıkta incelenebilir (Şen, 2008):

- Tedarikçilerle firma arasında gerçekleştirilen lojistik faaliyetler (Inbound Logistics)
- Üretim boyunca gerçekleştirilen lojistik faaliyetler
- Ürünün firmadan son kullanıcıya ulaşıncaya kadar ihtiyaç duyulan lojistik faaliyetler (Outbound Logistics)

İçeride doğru malzeme akışı anlamına gelen “inbound logistics”, üretim için gerekli olan hammadde ve bileşenlerinin temin edilmesi ve fabrikaya teslimini içerir. 3PL hizmet sağlayıcılar; müşterilerin ihtiyaçlarına göre, nakliye ve depolamadan müşteri stoğunun yönetilmesine kadar ki tüm süreçlerde, kısmi ya da bütünsel olarak, hizmet vermektedirler.

Üretimin dahili tüm süreçlerinde de, 3PL firmaları; müşterilerine depolama faaliyetlerinden, stok yönetimi ve üretim alanları arası taşıma işlemlerine ve iş gücü tedarikine kadar birçok konuda destek sağlamaktadırlar.

Dışarı doğru malzeme akışı olan “outbound logistics” ile; bitmiş ürün stoklarının yönetilmesi, depolama, taşıma, ve paketleme operasyonlarının yönetimi gibi hizmetlerin yanı sıra

müşteriye özel katma değerli hizmetler de sunulmaktadır. Montaj, ürün geliştirilmesi gibi işlemlerin yanı sıra üretilen malzemelerin kullanım kitapçıklarının basılması gibi farklı hizmetler yine 3PL hizmet sağlayıcı firmalar tarafından verilebilmektedir.

Bu ana hizmet alanlarına ek olarak, ters lojistik (reverse logistics) gibi satış sonrası faaliyetlere destek verilmesi ve bu süreçlerin doğru yönetilmesi, pozitif müşteri memnuniyeti ve artan marka imajı olarak, 3PL hizmet müşterisi firmalara olumlu katkılar sağlamaktadır.

3PL hizmet sağlayıcılar ile çalışarak; maliyetlerinde düşüş sağlayabilen, ana faaliyet alanlarına ve yetkinliklerine odaklanma avantajını yakalayan, hizmetlerinde etkinlik ve esnekliği yakalayabilen firmalar, doğru olarak yönetilmemiş bir 3PL seçimi ya da hatalı alınmış bir dış kaynak kullanım kararının da taşıdığı risklere sahiptirler.

Müşteri ile bire bir ilişkinin ve malzeme akışı üzerindeki kontrolün azalması, 3PL sağlayıcının başarısız olma riski, 3PL sağlayıcının detaylı maliyet bilgisi eksikliği ve iki iş ortağı (3PL hizmet sağlayıcısı ve müşterisi) arasında ortaya çıkabilecek olan anlaşmazlıkları, 3PL kullanımının dezavantajları olarak saymak mümkündür.

Dış kaynak kullanımı ile ortaya çıkabilecek olan riskler; stratejik, ticari ve yönetsel riskler olmak üzere üçe ayrılmaktadır (İgeme, 2005):

Stratejik riskler, dış kaynak kullanımı ile alınan bir hizmetin, 3PL sağlayıcı firma tarafından rakip firmaya da sunulması ile rekabet avantajının ortadan kalkmasına neden olan risklerdir.

Ticari riskler, 3PL sağlayıcı firmanın aynı zamanda iş ortağı konumunda olduğu ve yarattığı olumlu ya da olumsuz imajın doğrudan hizmet müşterisine yansıdığı risklerdir. Yapılacak olan her hatalı, geç sevkiyat firmanın itibarını olumsuz yönde etkiliyor olacaktır.

Yönetsel olarak adlandırılan üçüncü risk türü ise, dış kaynak kullanımı ile ortaya çıkabilecek olan kontrol kaybından doğacak olumsuz etkileri kapsamaktadır.

3PL kullanım ile elde edilebilecek faydalar kuşkusuz çok fazla olmakla birlikte tüm bu faydalar ve oluşabilecek olumsuz etkiler iyi analiz edilmeli ve doğru zamanlama ve doğru iş ortağı ile dış kaynak kullanım kararı alınmalıdır.

2.3.2 Dördüncü Parti Lojistik Sistemi

Şirketlerin; müşterilerin artan ihtiyaçlarına karşılık verebilmek ve aynı zamanda düşük maliyetlerde çalışabilmek için 3PL hizmet sağlayıcılarından yararlanmayı tercih ettiklerini belirtmiştik.

Bununla birlikte, pratikte 3PL uygulamaları tedarik zinciri boyunca gerçekleşen operasyonları ve tedarik zinciri entegrasyonunu stratejik olarak destekleyememektedir. Çoğu 3PL hizmet sağlayıcı firma, yalnızca taşımacılık ve depolamaya konsantre olmakta ve dolayısıyla müşterilerin entegre çözüm isteklerini tam olarak karşılayamamaktadırlar.

Bu eksikliği gidermek için tedarik zinciri dış kaynak kullanımında tedarikçiler ve firmalar arasındaki yeni bir boyuttaki ilişkiyi içeren yeni bir kavram ortaya çıkmıştır: 4PL. 3PL dış kaynak kullanımından farklı olarak 4PL kapsamında, müşterilerin operasyonel süreçlerinin dış kaynak yardımı ile yapılandırılması ve yönetilmesi bulunmaktadır. İş, görev ve sorumlulukları uzman bir ele teslim etme anlayışının yanında, 4PL hizmet sağlayıcıları uzman oldukları konulardaki bilgi, deneyim, teknoloji ve işletme süreçlerindeki yapılandırma çalışmaları (süreçlerin yeniden yapılandırılması) ile müşteriye özel çözümler üretmektedirler. 4PL şirketlerinde, bilginin yönetimi birinci öncelik taşırken, operasyon veya işletim arka planda kalmaktadır. 4PL firmalarının temel misyonu çözüm geliştirme ve çözüm yönetimidir. Operasyon sorumluluğu ise üst seviye gözlemden işletime kadar geniş bir yelpazeyi içermektedir (Quattro Business Consulting, 2008).

Kısaca; 4PL firmaları kapsamlı tedarik zinciri çözümleri sunmak için, kendi organizasyonlarının kaynaklarını, yeteneklerini ve teknolojisini 3PL şirketler ile bir araya getiren ve yöneten tedarik zinciri bütünleştiricileridir. 4PL kavramında, yönetici unsurunun ön planda olması sebebi ile 4PL aynı zamanda Lider Lojistik Sağlayıcı (Lead Logistics Provider – LLP) olarak da adlandırılmaktadır (Quattro Business Consulting, 2008).

4PL uygulayıcılarının başarı sağlayabilmeleri için, 3PL sağlayıcıların, bilgi sistem ve altyapı sağlayıcıların ve çağrı merkezi gibi farklı hizmet sağlayan tedarikçilerin uygulamalarını bünyelerinde barındırmaları gerekmektedir. Bu sayede 4PL'yi bünyelerinde barındıran firmalar, farklı servis sağlayıcıları ile çalışmak yerine, tek bir ara yüz ile tüm iletişimi ve yönetimi gerçekleştirme kolaylığı sağlamaktadır. Bu anlamda, 3PL hizmet sağlayıcıların kaydettikleri her ilerleme/büyüme, doğrudan 4PL firmalarını etkilemektedir. 4PL firmalarının başarısı, 3PL firmalarının varlığı ile doğrudan ilintilidir. 4PL firmalarının varlıklarını sürdürebilmeleri için ise, 3PL firmalarından daha yüksek bir performans sergilemeleri ve sağlayacakları faydaların 4PL kullanımından kaynaklanabilecek her türlü olumsuzluğu aşacak nitelikte olması gerekmektedir.

Çok büyük ölçekli 3PL projeleri artık 4PL niteliğine bürünmeye başlamıştır. 3PL ile 4PL arasındaki ayırıcı temel nokta yönetim ile işletimdir. 4PL firmaları daha çok yönetim tarafına

doğru kaymaktayken, 3PL firmaları işletime odaklanmaktadır. Bu bağlamda büyük 3PL firmaları, 4PL firmalarının iř alanına doğru girmektedirler. Bu geçişteki en önemli katkıyı ise iyi tasarlanmış bir yönetim ve işletim modelinin yapacağı açıktır.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Son yıllarda lojistik firmaları arasında optimizasyon kavramı gittikçe önem kazanmaya başlamıştır. Müşterilerine nakliye hizmeti sunan 3PL firmaları özellikle dağıtım ağı optimizasyonu konusu üzerine eğilmektedirler.

Yapılan çalışmada dağıtım ağı optimizasyonunun temelinde, farklı kapasitelere sahip araçlara siparişlerin atanması ve bu araçlar için rota optimizasyonu yapılması yatmaktadır. Literatür taramasında ilk olarak araç rotalama problemi için kullanılan yöntemler incelenmiş, daha sonra ise genetik algoritma kullanılarak çözülen araç rotalama problemleri araştırılmıştır. Çalışmada ele alınan problem bir 3PL şirketinin süreçlerinin incelenmesi sonucu ortaya çıktığından özellikle lojistik sektörüne yönelik araç rotalama problemi için literatür taraması yapılmıştır.

Araç Rotalama Problemi NP (nondeterministic polynomial) karmaşıklığına sahip ve çözülmesi zaman alan bir problemdir. Bu sebeple, farklı alanlarda kullanılabilen ve kesin çözüme ulaşan tek bir araç rotalama problemi yaklaşımı bulunmamaktadır ve problemin çözümü için kullanılan yaklaşımların çoğu sezgisel yaklaşımlardır. Sezgisel yaklaşımlar, probleme kesin bir çözüm bulmamakla beraber yaklaşık sonuç bulurlar. Literatürde farklı tiplerde çok sayıda araç rotalama problemiyle karşılaşmak ve bu problemlerin çözümünde kullanılan farklı metotlara rastlamak mümkündür. Aşağıdaki tabloda literatürdeki farklı tip araç rotalama problemleri ve çözümlerine örnekler verilmiştir.

Çizelge 3.1 Araç rotalama problemleri için genel literatür

ADI	YILI	YAZARI	KONU	KULLANILAN METODOLOJİ
Dynamic window reduction for the multiple depot vehicle scheduling problem with time windows (Çok depolu zaman kısıtlı araç çizelgeleme problemi için dinamik zaman penceresi daraltma)	2009	Ahmed Hadjar, François Soumis	Çok depolu zaman pencereli araç çizelgeleme problemi klasik dal & fiyat algoritması kullanılarak çözülmüştür. Sütun üretiminde (column generation) harcanan zamanı azaltmak için, problemdeki zaman penceresi her bir noktalar arası geçişte daraltılarak dinamik bir yapıya kavuşturulmuştur. Böylece daha kısa sürede probleme çözüm sağlanmaya çalışılmıştır.	Dal & Fiyat Algoritması

<p>Production scheduling and vehicle routing with time windows for perishable food products</p> <p>(Kolay bozulan yiyecekler için üretim çizelgeleme ve zaman pencereci araç rotalama)</p>	2009	Huey-Kuo Chen, Che-Fu Hsueh, Mei-Shiang Chang	<p>Kolay bozulan yiyecek maddeleri için üretim çizelgeleme ve araç rotalama iki alt problem olarak ele alınmıştır. Üretim çizelgeleme problemini çözmek için Nelder - Mead metodu (lineer olmayan optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan sezgisel bir metot), zaman pencereci araç rotalama problemini çözmek için ise bir çözüm algoritması önerilmiştir.</p>	Karışık - tamsayıli nonlinear programlama
<p>A Guided Tabu Search for the Vehicle Routing Problem with two-dimensional loading constraints</p> <p>(2 boyutlu yükleme kısıtı olan araç rotalama problemi için kılavuzlu tabu arama)</p>	2009	Emmanouil E. Zachariadis, Christos D. Tarantilis, Christos T. Kiranoudis	<p>2 boyutlu yükleme kısıtı olan araç rotalama ve kutu doldurma (bin packing) problemlerinin birleşimidir. Problemin çözümünde kılavuzlu yerel arama (guided local search) algoritmasının mantığı tabu arama algoritmasının içinde kullanılmıştır.</p>	Tabu arama algoritması
<p>A variable neighborhood search heuristic for periodic routing problems</p> <p>(Periyodik rotalama problemleri için değişken komşuluk arama sezgiseli)</p>	2009	Vera C. Hemmelmayr, Karl F. Doerner, Richard F. Hartl	<p>Periyodik araç rotalama problemi, farklı günlerdeki planlama periyodunu ele alan ve farklı müşterilere farklı sayıda ziyaret gereken, müşterilere birden fazla uğrama imkanı olan problemdir. Çalışmada periyodik araç rotalama problemi ile periyodik gezgin satıcı problemine benzetim tavlamaından esinlenen bir değişken komşuluk arama sezgiseli ile çözüm aranmıştır.</p>	Değişken komşuluk arama sezgiseli
<p>A variable neighbourhood search algorithm for the open vehicle routing problem</p> <p>(Açık uçlu araç rotalama problemi için değişken komşuluk arama algoritması)</p>	2009	Krzysztof Fleszar, Ibrahim H. Osman, Khalil S. Hindi	<p>Açık uçlu araç rotalama probleminde depodan çıkan aracın tekrar depoya dönmesi kısıtı yoktur. Çalışmada problemin çözümü için rotaların alt gruplarını tersine çevirme ve bu alt rotaları rotalar arasında yer değiştirme ilkelerine göre oluşturulan komşuluğa dayanan bir algoritma önerilmiştir.</p>	Değişken komşuluk arama algoritması

<p>Real-time vehicle rerouting problems with time windows</p> <p>(Gerçek zamanlı, zaman pencereli yeniden rotalama problemleri)</p>	2009	Jing-Quan Li, Pitu B. Mirchandani, Denis Borenstein	<p>Gerçek zamanlı yeniden rotalama problemi, araç bozulmaları gibi problemler nedeniyle rotalaması yapılmış olan dağıtımın yeniden rotalanmasını ele alan problemidir. Ortaya çıkan problem nedeniyle bazı araçları tekrar rotalanması gerekir. Problemin çözümünde Lagrange relaxation metodu kullanılarak kısıtlar esnetilmiş, ortaya çıkan yeni problem kısıtlı en kısa yol problemlerine ayrıştırılmıştır. Bu problemin çözümü primal sezgisele bir başlangıç çözüm oluşturmuştur.</p>	Lagrange relaxation
<p>Ant colony optimization for the two-dimensional loading vehicle routing problem</p> <p>(2 boyutlu yüklemeli araç rotalama problemi için karınca kolonisi optimizasyonu)</p>	2009	Guenther Fuellerer, Karl F. Doerner, Richard F. Hartl, Manuel Iori	<p>Çalışmada 2 boyutlu araç yükleme problemi ile araç rotalama probleminin kombinasyonuna karınca kolonisi algoritmasıyla çözüm aranmıştır.</p>	Karınca kolonisi algoritması
<p>A hybrid metaheuristic algorithm for the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up service</p> <p>(Eşzamanlı dağıtım ve toplamalı araç rotalama problemi için hibrit metasezgisel algoritma)</p>	2009	Emmanouil E. Zachariadis, Christos D. Tarantilis, Chris T. Kiranoudis	<p>Depodan müşteri lokasyonlarına doğru olan dağıtım akışı ile müşteri lokasyonlarından depoya olan toplama akışının aynı anda olduğu araç rotalama problemine, tabu arama ve kılavuzlu yerel arama algoritmalarından oluşan karma bir algoritmayla çözüm aranmıştır.</p>	Tabu arama algoritması, Kılavuzlu yerel arama
<p>A hybrid genetic algorithm that optimizes capacitated vehicle routing problems</p> <p>(Kapasite kısıtlı araç rotalama problemlerini optimize eden hibrit bir genetik algoritma)</p>	2009	Chung-Ho Wang, Jiu-Zhang Lu	<p>Kapasite kısıtlı araç rotalama probleminin çözümü 3 adımda yapılmıştır. İlk adımda en yakını ekleme metodu, tarama algoritması ile birleştirilmiştir. İkinci adımda tepki alanı metodolojisi çaprazlama ve mutasyon olasılığını optimize etmek için kullanılmıştır. Son olarak da gelişmiş bir tarama algoritması genetik algoritma ile birlikte kullanılmıştır.</p>	Hibrit genetik algoritma

<p>Applying hybrid meta-heuristics for capacitated vehicle routing problem</p> <p>(Kapasite kısıtlı araç rotalama problemi için hibrit meta sezgisel uygulanması)</p>	2009	Shih-Wei Lin, Zne-Jung Lee, Kuo-Ching Ying, Chou-Yuan Lee	Çalışmada, kapasite kısıtlı araç rotalama problemini çözmek için benzetim tavlama ve tabu arama algoritması tekniklerinin avantajları kombine edilmiştir.	Hibrit benzetim tavlama ve tabu arama algoritması
<p>An evolutionary algorithm for the vehicle routing problem with route balancing</p> <p>(Rota dengelemesiyle araç rotalama için evrimsel bir algoritma)</p>	2009	Nicolas Jozefowicz, Frédéric Semet, El-Ghazali Talbi	Rota uzunluklarının dengeli dağılması sağlanarak genetik algoritma yaklaşımıyla araç rotalama problemine çözüm aranmıştır.	Genetik Algoritma
<p>A fuzzy guided multi-objective evolutionary algorithm model for solving transportation problem</p> <p>(Taşıma probleminin çözümü için bir bulanık çok amaçlı evrimsel algoritma)</p>	2009	H.C.W. Lau, T.M. Chan, W.T. Tsui, F.T.S. Chan, G.T.S. Ho, K.L. Choy	Tedarik zinciri yönetimi ve lojistik sektöründe araçların optimum rotalarının bulunmasında genetik algoritma kullanılmıştır. Çalışmada bulanık mantık kullanılarak çaprazlama ve mutasyon oranı çözüm sırasında yeniden ayarlanmış ve algoritmaya dinamik bir yapı kazandırılmıştır.	Bulanık Genetik Algoritma
<p>A hybrid genetic algorithm for the multi-depot vehicle routing problem</p> <p>(Çok depeolu araç rotalama problemi için hibrit genetik algoritma)</p>	2007	William Ho, George T.S. Ho, Ping Ji, Henry C.W. Lau	Lojistik firmaları için uygun olan çok depolu araç rotalama problemini ele alınmış ve hibrit bir genetik algoritma çözümü kullanılmıştır.	Hibrit genetik algoritma

Genetik algortimalar, başlangıç çözümünden bağımsız olma, paralel çözüm arama ve hızlı çalışma özelliklerinden dolayı bir çok problemin çözümünde kabul gören bir tekniktir. Son yıllarda literatürde oldukça geniş bir yer kaplayan genetik algoritma tekniği araç rotalama probleminin çözümü için tercih edilen yöntemlerden biridir. Bu çalışmada da çözüm metoodu olarak genetik algortima tercih edilmiştir.

3PL firmalarında araç rotalama optimizasyonu araç rotalama problemine bir çok kısıtın eklenmesini zorunlu kılar. Farklı kapasitelere sahip, farklı maliyetlerdeki, farklı tedarik yolları kullanılarak tedarik edilen, kapasite ve zaman kısıtları olan araçların kısıt olarak eklendiği araç rotalama problemleri lojistik firmalarının operasyonunu daha iyi simüle edebilecek

niteliktedir. Bu karmaşık problemi ele alan literatürde karşımıza çıkan makaleler aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 3.2 3PL firmalarında araç rotalama optimizasyonu literatürü

ADI	YILI	YAZARI	KONU	KULLANILAN METODOLOJİ
<p>A deterministic tabu search algorithm for the fleet size and mix vehicle routing problem</p> <p>(Filo boyutu ve karışık araç rotalama problemi için deterministik bir tabu arama algoritması)</p>	2009	José Brandão	<p>Filo boyutu ve karışık araç rotalama problemi, farklı araç tiplerinden farklı sayılarda bulunan bir filonun rotalanmasını ele alır. Çalışmada problem tabu arama algoritması kullanılarak çözülmüş ve yüksek kalitede çözümler uygun bir işlem zamanında elde edilmiştir.</p>	Tabu arama algoritması
<p>Solving the truck and trailer routing problem based on a simulated annealing heuristic</p> <p>(Kamyon & romörk rotalama probleminin benzetim tavlama sezgiseline dayalı çözümü)</p>	2009	Shih-Wei Lina, Vincent F. Yub, Shuo-Yan Choub	<p>Kamyon & romörk probleminde bazı müşterilere sadece kamyonla, bazılarına ise kamyon + romörk ikilisiyle hizmet verilir. Farklı müşteri isteklerine göre belirlenen bu özellik dikkate alınarak benzetim tavlama metodu ile problem çözülmeye çalışılmıştır.</p>	Benzetim tavlama
<p>A hybrid method based on linear programming and tabu search for routing of logging trucks</p> <p>(Günlük kamyon rotalama için lineer programlama ve tabu aramaya dayalı hibrit bir metot)</p>	2009	Patrik Flisberg, Bertil Lidén, Mikael Rönnqvist	<p>Kamyonların günlük olarak rotalanmaları için öncelikle kaynak noktasından talep noktasına olan akışın istikametini belirlemek amacıyla bir lineer programlama modeli çözülmüş, sonrasında ise tabu arama algoritması kullanılarak probleme çözüm aranmıştır.</p>	Lineer programlama, Tabu arama
<p>A hybrid local improvement algorithm for large-scale multi-depot vehicle routing problems with time windows</p> <p>(Büyük ölçekli, çok depolu, zaman pencereci araç rotalama problemleri için hibrit yerel geliştirme algoritması)</p>	2009	Rodolfo G. Dondo, Jaime Cerdá	<p>Lojistik sektörü için uygun olan farklı araç tipleri ve çok sayıda depo içeren zaman kısıtlı araç rotalama problemleri için yerel arama tabanlı bir metot kullanılarak çözüm aranmıştır.</p>	Hibrit yerel arama algoritması

<p>An effective genetic algorithm for the fleet size and mix vehicle routing problems</p> <p>(Filo boyutlu ve karışık araçlı rotalama problemleri için etkili bir genetik algoritma)</p>	2009	Shuguang Liu, Weilai Huang, Huiming Ma	Farklı kapasitelere ve farklı maliyetlere sahip araçların sınırsız olarak kullanıldığı problemde amaç kullanılan araç sayısını minimize ederek rota optimizasyonunu sağlamak. Problemin çözümünde genetik algoritma yaklaşımı kullanılmıştır.	Genetik Algoritma
<p>Two memetic algorithms for heterogeneous fleet vehicle routing problems</p> <p>(Karışık filo araç rotalama problemleri için iki memetik algoritma)</p>	2008	Christian Prins	Yerel arama yöntemleriyle hibritleştirilmiş genetik algoritmalarla farklı araç tipleri, kapasiteleri ve maliyetleri kullanılan filolar için araç rotalama probleminin çözümü yapılmıştır.	Memetik algoritma
<p>Transportation planning in freight forwarding companies - Tabu search algorithm for the integrated operational transportation planning problem</p> <p>(Nakliye şirketlerinde nakliye planlama - Bütünleşik operasyonel nakliye planlama problemi için tabu arama algoritması)</p>	2008	Marta Anna Krajewska, Herbert Kopfer	Müşteri taleplerini karşılamak üzere kendi araçlarını ve tedarikçilerden sağladığı araçları kullanarak taşıma hizmeti veren firmalar için araç rotalama probleminin çözümü tabu arama algoritmasıyla yapılmıştır.	Tabu arama algoritması
<p>A hybrid evolution strategy for the open vehicle routing problem</p> <p>(Açık uçlu araç rotalama problemi için hibrit bir gelişim stratejisi)</p>	2008	P.P. Repoussis, C.D.Tarantilis, O.Bräysy, G.Ioannou	Farklı kapasitelere sahip araçların depoya dönme zorunluluğu olmadığı rotalama probleminin çözümünde evrimsel algoritmanın içinde yerel arama yöntemi kullanılarak bir çözüm yöntemi geliştirilmiştir.	Evrimsel algoritma
<p>A hybrid multi-objective evolutionary algorithm for solving truck and trailer vehicle routing problems</p> <p>(Kamyon ve römork araç rotalama problemleri için bir hibrit çok amaçlı evrimsel algoritma)</p>	2006	K.C. Tan, Y.H. Chew, L.H. Lee	Amacı rota uzunluğunu ve kullanılan araç sayısını minimize etmek olan kamyon ve römork araç rotalama problemi evrimsel algoritma yöntemi ile çözülmüştür.	Evrimsel algoritma

4. 3PL SİSTEMİ YÖNETİM SÜRECİ

Quattro Business Consulting Firmasının Borusan Lojistik için hazırladığı 2008 yılına ait Türkiye Lojistik Sektörü Araştırması'nda tedarik zinciri yönetimi süreci stratejik, taktik ve operasyonel seviyelerde incelenmiş ve bir yönetim metodolojisi ortaya konmuştur. Bu araştırmadan yararlanarak tedarik zincirinin yönetiminin en önemli halkası olan lojistik yönetiminde izlenmesi gereken süreç oluşturulabilir. Bir üretim firmasının bünyesinde bulunan lojistik yönetimi süreci ile bir 3PL firmasının uygulaması gereken süreç benzerlikler gösterse de bu iki süreci birbirinden ayıran çok önemli farklar olduğu da açıktır. Bu bölümde bir 3PL firmasına yol gösterecek şekilde lojistik yönetimi süreci ortaya konulmuştur.

3PL sisteminin yönetimi üç seviyede incelenebilir. Bunlar stratejik, taktik ve operasyonel seviyelerdir [1].

Stratejik seviye; uzun vadeli planlamaların yapıldığı ve stratejilerin belirlendiği seviyedir. Bu seviyede, lojistik faaliyetlerinin stratejik planlaması gerçekleştirilmektedir.

Taktik seviye; orta vadeli planlamanın yapıldığı ve kararların verildiği seviyedir. Tedarik, depolama, sevkiyat ve dağıtım gibi fonksiyonları içeren lojistik faaliyetlerinin operasyonel planlama ve çizelgeleme faaliyetlerini desteklemektedir.

Operasyonel seviye ise; kısa vadeli kararların verildiği ve günlük uygulamaların yürütüldüğü seviyedir.

Bu çalışmada yapılan uygulamanın anlaşılabilmesi açısından 3PL sisteminin yönetilmesini sağlayan bu üç aşamasının ele alınması önemlidir.

4.1 Stratejik Seviye

Stratejik seviyede yapılması gereken dört temel işlem vardır:

- Lojistik Stratejisinin Belirlenmesi
- Lojistik Ağı Tasarımı
- Optimizasyon
- Entegrasyon

4.1.1 Lojistik Stratejisinin Belirlenmesi

Lojistik stratejisi, lojistik süreçlerinin (tedarik, hizmet satışı, dağıtım, depolama vb.),

hedeflerinin ve işleyişlerinin birbirleriyle olan ilişkilerinin ortaya konulduğu ve faaliyetlerin ana çatısının ne şekilde oluşturulacağını belirlediği plandır.

Lojistik stratejisinin kurum stratejisiyle uyumlu bir şekilde geliştirilmesi, kuruluşun belirlediği hedeflere ulaşmasında önemli bir etkidir. Dolayısıyla, bir 3PL kuruluşunun lojistik stratejisini geliştirmesi için, öncelikle, kurum stratejisi kapsamında, müşteriye sunacağı hizmetin özelliklerini belirlemesi gerekmektedir. Hizmetin özelliklerine bağlı talep belirsizliği, müşteri hizmet seviyesi ve fiyat gibi bazı faktörler, lojistik stratejisini doğrudan etkilemektedir. Bu faktörler, hizmetin işlevsel ya da yenilikçi bir karakteristiğe sahip olduğunu göstermektedir.

Lojistik stratejisinin geliştirilmesinin ardından kurum stratejisiyle uyumlu biçimde tedarik, depolama, sevkiyat, dağıtım ve satış süreçleriyle ilgili hareket planlarının yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

4.1.2 Lojistik Ağı Tasarımı

Lojistik ağı tasarımı, kuruluşun yatırım ve aktiflerin kullanım kararlarının en verimli şekilde verilebilmesi, dolayısıyla uzun vadede karlılığın yakalanması için yapılan, stratejik seviyede öneme sahip bir plandır. Bu süreç aşağıdaki aktiviteleri içermektedir:

- Sevkiyat noktaları ve depo yerlerinin belirlenmesi, kapasitelerinin tespit edilmesi
- Nakliye rotalarının belirlenmesi
- Kaynak tedarik ve tahsisinin nasıl yapılacağına karar verilmesi
- Müşteri alışkanlıklarının analizi

Lojistik ağ yapısı, müşteri hizmet seviyesi göz önünde bulundurularak, müşteri talebini en iyi karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır. Tasarım yapılırken gerek kısa, gerekse uzun vadede oluşabilecek ekonomik, politik, teknolojik ve stratejik etkilerin incelenmesi ve oluşabilecek çeşitli senaryoların dikkate alınması gerekmektedir.

Lojistik ağ yapısını etkileyen en önemli faktörlerden biri de hizmetin özelliğidir. Etkin bir lojistik sisteminin kurulmasında belirleyici olan sunulan hizmetin özellikleri, talebin öngörülebilirliği, hizmet çeşitliliği, hizmet entegrasyonu, talebin hızla karşılanabilme oranı, tedarik süresi, vb. olarak sıralanabilir. 3PL hizmetleri günümüzde, tüketicilerin zaman içinde fazla değişmeyen temel ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik ve bu sebeple de öngörülebilir ve istikrarlı bir talebi olan hizmetler değil; tüketicilerin kullanımına daha önce sunulmayan

değerler sunan ve bu yolla tüketicinin daha fazla para ödemeye razı olacağı yenilikçi hizmetlerdir.

Bir hizmetin fonksiyonel ya da yenilikçi olması, tedarik zinciri ağında şu etkilere neden olmaktadır:

- İşlevsel hizmet: Talep belirsizliğinin az olması, üretim, envanter ve nakliye maliyetlerinin düşürülmesine olanak sağlamakta, dolayısıyla düşük maliyet odaklı bir lojistik yapısı tasarlanmasını mümkün kılmaktadır.
- Yenilikçi hizmet: Talep belirsizliğinin çok fazla olması, lojistik yapısının tasarlanmasında, maliyeti düşürmekten çok, istenilen müşteri hizmet seviyesinin yakalanması kavramını ön plana çıkarmaktadır. Bu tip hizmetler için, müşteri taleplerine duyarlı ve talep değişimleri karşısında hızlı harekete geçmeye imkân sağlayan bir yapının tasarlanması gerekmektedir.

Hizmet özelliklerine göre tedarik zinciri ağını tasarlanması sürecinde, Tedarik Zinciri Planlama ve Optimizasyon yazılımları güçlü bir teknoloji desteği sağlamaktadır.

4.1.3 Optimizasyon

Lojistik optimizasyonu, lojistik süreçlerinin işleyişleriyle ilgili olarak stratejik, taktik ve operasyonel seviyelerdeki kararların, kuruluşun hedeflerine ulaşmasını sağlayacak şekilde alınmasıdır.

Optimizasyon işleminde kısıtlar ve karar değişkenleri, iş kurallarını yansıtacak şekilde modellenmektedir.

Optimizasyonda, lojistik faaliyetlerinin çeşitli noktalarındaki limitler, belirlenen hedefe ulaşma sürecinde kısıtları (hizmet hacmi, bütçe, depo kapasiteleri gibi) oluşturmaktadırlar. Karar değişkenleri (lojistik maliyetlerini minimize etmek, müşteri hizmet seviyesini maksimize etmek vb.) ise, kuruluşun stratejisiyle uyumlu hedefler doğrultusunda belirlenmektedir.

Optimizasyon sürecinin sonunda ise, bir deponun belli bir zaman dilimindeki doluluk oranı, bir sevkiyat için ne kadar araç gerekeceği gibi karar değişkenlerinin alacağı değerler belirlenmektedir.

Optimizasyon modelindeki karar değişkenlerinin değerlerinin belirlenmesi, çeşitli lojistik optimizasyon yazılımları tarafından gerçekleştirilmektedir.

Optimizasyon sürecinin başarısı için tek tek süreçlerin optimizasyonu değil, zincirin tüm

süreçlerinin birbirleriyle olan ilişkileri dikkate alınarak optimizasyonu öngörülmelidir. Bununla birlikte, bir optimizasyon modeli iş kurallarını ne kadar iyi yansıtır ve ne kadar gerçekçi verilerle beslenirse, ortaya çıkacak sonuç o kadar güvenilir olmaktadır.

4.1.4 Entegrasyon

Entegrasyonda ilk aşama şirket içi entegrasyondur. İyi yönetilen lojistik operasyonlarında bile dağıtım, nakliye, envanter yönetimi ve lojistik ile ilintili diğer fonksiyonların ayrı ayrı çalıştıkları görülmektedir. Süreçler arasında entegrasyon olması durumunda, önemli kazanımlar sağlanabilmektedir.

Örneğin, nakliye planlama ve nakliye operasyonlarının dağıtım fonksiyonu ile entegre çalışması, maliyetleri azaltmakta ve verimliliği yükseltmektedir. Yükleme planlarının toplama planları ile senkronize edilmesi, sıralamanın optimal olmasını ve asgari seviyede elleçleme yapılmasını sağlamaktadır. Dağıtım merkezi operasyonuna uygun bir örnek ise, tedarik tarafında bir teslimatın gecikmesi durumunda, nakliye planlarının yeni sevkiyat planına göre gözden geçirilmesi ve taşıyıcılara ve müşterilere önceden gerekli uyarıların gönderilmesidir.

4.2 Taktik Seviye

Lojistik Planlaması, arz-talep dengesini gözeterek kaynak ve sevkiyat ihtiyaçlarını belirlemeyi içermektedir. Taktik seviyede lojistik planlamasının aşağıdaki adımları izlenir:

- Talep Planlama ve Tahmini
- Envanter Planlama
- Dağıtım Planlama

Talep planlama ve tahmini, belirlenen stratejik hedeflere ulaşılması amacıyla, geçmiş ve mevcut satış ve pazarlama verileri ile makro ve mikro çevre faktörlerinin değerlendirilmesi yoluyla talep tahmininde bulunulması ve talep yaratma amaçlı faaliyetlerin orta vadede planlanmasını içerir.

Envanter planlama, yapılan talep planları ve tahminleri dikkate alınarak, talebi karşılamaya yönelik orta vadedeki envanter ihtiyacının belirlendiği planlama sürecidir.

Dağıtım planlama, bir işletmenin nihai ürünlerine ait dağıtım faaliyetlerinin, envanteri ve taşıma maliyetlerini minimize etmek amacıyla orta vadeli olarak planlanmasıdır.

Tüm planlama süreç bilgilerinin tutarlılığının sağlanarak toplanmasını, saklanmasını ve ilgili alanlarda kullanılmasını sağlayacak sistemlerin oluşturulması, lojistik planlamasının etkin ve verimli bir şekilde yapılması açısından önem taşımaktadır. Planlamanın etkin bir şekilde yapılabilmesi için zincir içindeki tüm birimlerin birbirleriyle kesintisiz iletişim kurmaları ve gerekli bilgi ve geri beslemeleri ilgili birimlere zamanında ve doğru aktarmaları gerekmektedir.

Tedarik zinciri planlama yazılımları, tedarik zinciri planlama aktiviteleri için gerekli bilginin bulunabilirliğini kolaylaştırmakta ve bu aktivitelerin etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine destek olmaktadır.

4.3 Operasyonel Seviye

Stratejik ve taktik seviyede yapılan planlamaların sonucunda, operasyonel planlar oluşturularak uygulanmaktadır. Operasyonel planlar, haftalık ya da günlük dönemler için hazırlanmakta ve günlük uygulamaların nasıl gerçekleştirileceğini tanımlamayı amaçlamaktadır.

Operasyonel planlama süreci temel olarak,

- Satış siparişi yönetimi
- Hizmet yönetimi
- Depo ve envanter yönetimi
- Nakliye yönetimi

aktivitelerini içermektedir.

Satış siparişi yönetimi, müşteriden siparişin alınmasından, malın teslim edilmesi ve tahsilat işlemlerine kadar olan sürecin günlük ya da haftalık dönemler için planlanması, yönetimi ve kontrolünü kapsamaktadır.

Satış siparişi karşılama sürecinde ele alınan aktiviteler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tüm müşterilerin sisteme tanımlanmasıyla bir müşteri veritabanı oluşturularak uzun vadede karlı müşteri ilişkileri kurmak için bir altyapının kurulması
- Kontrat ve anlaşmaların takibiyle gerekli güncellenmelerin yapılması ve ortaya çıkabilecek aksaklıklar ile değerlendirilebilecek fırsatların önceden belirlenmesi

- Müşteri ya da müşteri segmenti, ürün maliyetleri ve rakiplerin durumu gibi etkenler dahilinde satış performansını arttıracak fiyatlandırmanın yapılması
- Sipariş tarihçesi takip edilerek gerekli noktalarda müşterinin siparişin durumuyla ilgili bilgilendirilmesinin sağlanması ve ortaya çıkabilecek aksaklıklar ile değerlendirilebilecek fırsatların önceden belirlenmesi
- Sipariş yönetimi sürecinde kullanılacak dış hizmetler ile ilgili komisyonların hesaplanması ve bu komisyonların tüm sipariş yönetimi
- Sipariş yönetimi sürecinde kullanılacak dış hizmetler ile ilgili komisyonların hesaplanması ve bu komisyonların tüm sipariş yönetimi üzerindeki etkisinin incelenmesi

Operasyonel seviye dahilindeki hizmet yönetimi ile taktik seviyede yapılan toplu üretim planları, haftalık ya da günlük baza indirgenmektedir. Ayrıca talep planlaması ve tahminlemesi, gerçek tüketim değerleri göz önünde bulundurularak güncellenmeli ve bu bilgiler planlama sürecinde dikkate alınmalıdır.

Bu süreçte ele alınan aktiviteleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

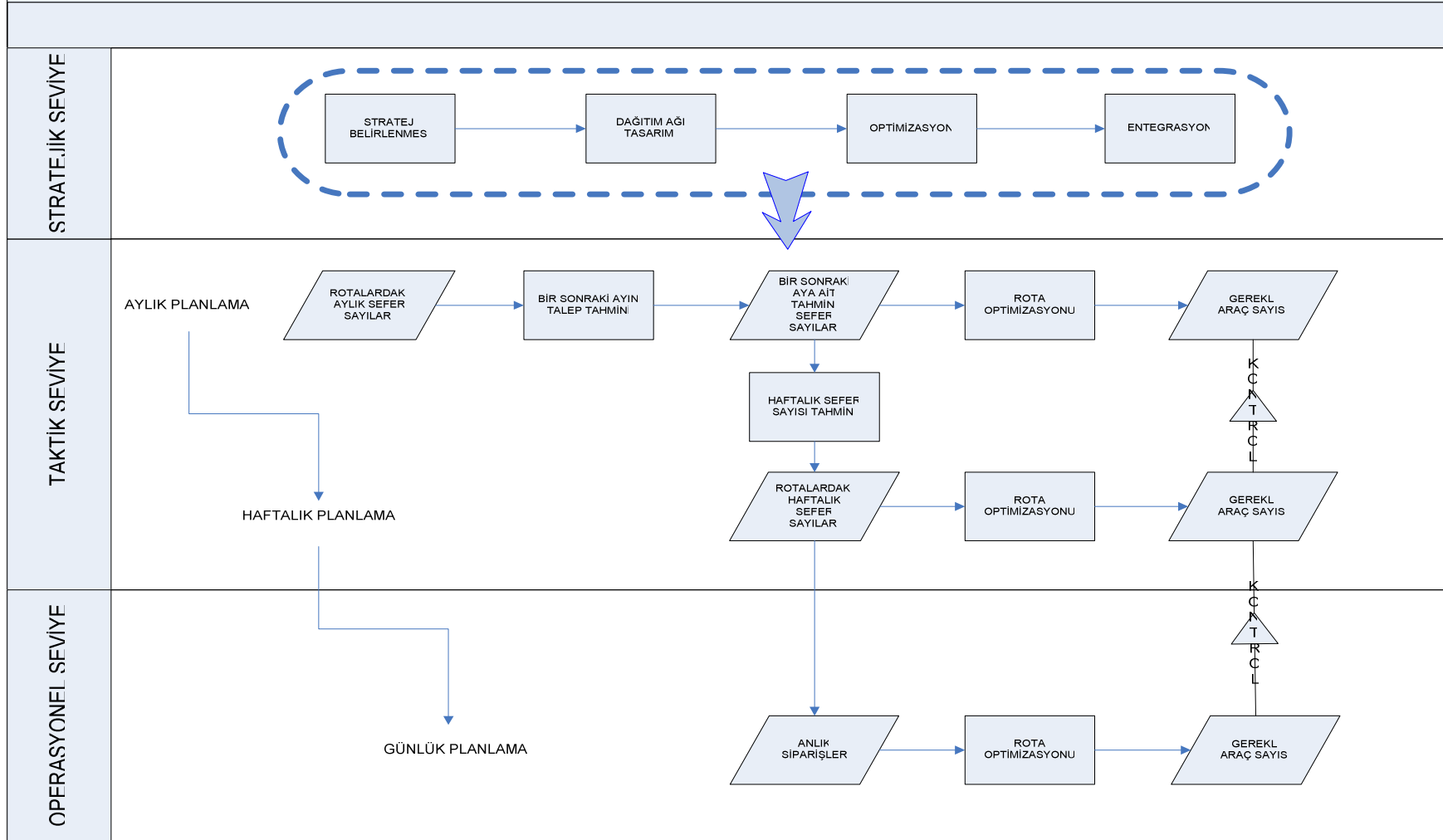
- Günlük hizmet üretimi seviyelerinin belirlenmesi
- Kullanılacak işgücü miktarı ve ekipmanların belirlenmesi
- Hizmetteki aksama ya da iyileştirme fırsatlarına ilişkin bilgilerin hızlı ve doğru bir şekilde ilgili birime iletilmesini sağlayacak bir altyapının oluşturulması

Operasyonel seviyede depo ve envanter yönetiminin hedefi, envanterin; haftalık ya da günlük dönemler için, iş stratejileri doğrultusunda belirlenen müşteri tatmin seviyesini sağlayacak şekilde, yönetimini ve envanter maliyetlerinin optimizasyonunu sağlamaktır. Ayrıca depo ve dağıtım merkezleri dahilinde gerçekleştirilen operasyonların yönetim süreçleri de depo ve envanter yönetimi dahilinde gerçekleştirilir.

Operasyonel seviyede nakliye yönetimi, haftalık ya da günlük dönemler için, depo ve dağıtım merkezlerinden ürünün teslim alınarak müşteriye iletilmesi ve müşteri iadelerinin alınması süreçlerinin yönetimi ve planlanmasını içermektedir.

Aşağıdaki şekil stratejik, taktik ve operasyonel seviyelerde yer alan optimizasyon süreçlerini göstermektedir.

3PL DAĞITIM AĞI OPTİMİZASYON MODELİ



Şekil 4.1 3PL Dağıtım ağı optimizasyon modeli

5. BORUSAN LOJİSTİK YURTIÇİ DAĞITIM YÖNETİMİ

5.1 Borusan Lojistik Tanıtımı

Borusan Lojistik, 1973 yılında sadece Borusan Grubu Şirketlerine hizmet vermek amacıyla Boru Nakliyat ismiyle kurulmuştur. 2000 yılında deneyim ve bilgi birikimini grup dışı firmaların hizmetine sunabilmek amacıyla entegre lojistik hizmet sağlayıcı olarak yeniden yapılandırılmıştır.

İstanbul Kozyatağı'nda genel müdürlüğü, İstanbul Anadolu, İstanbul Avrupa, İzmir, Bursa, Ankara, Mersin ve Karadeniz Ereğli'de bölge müdürlükleri bulunan Borusan Lojistik, liman hizmetleri, entegre lojistik hizmetleri ve Borgüm A.Ş.'den sağladığı gümrükleme hizmetleri ile üç stratejik iş alanına odaklanmaktadır.

Gemlik'te bulunan liman tesislerinde genel kargo ve konteyner tahliye, yükleme ve depolama hizmetlerini tek merkezde sunmakta, ithal ve ihraç edilen binek ve ticari araçlar için ayrıca Ro-Ro ve araç park hizmetleri vermektedir.

Entegre lojistik hizmetleri alanında müşterilerinin tedarik zincirlerinde yetkin işgücü, kalite ve bilgi sistemleri ile yer alan Borusan Lojistik, Gebze ve Tuzla'daki lojistik merkezleriyle, Köseköy Araç Lojistik Merkezine ek olarak, antrepo ve depo tesisleri ile tüm Türkiye'de depolama ve dağıtım hizmeti organize etmektedir.

Uluslararası forwarding hizmetiyle Avrupa, Türki Cumhuriyetler, Rusya, Ukrayna ve Ortadoğu'da güçlü iş ortaklıkları kurarak ithalat-ihracat operasyonları gerçekleştirmekte, gemi kiralama, yurtiçi taşıma ve dağıtım hizmetleri ile entegre lojistik hizmetlerini bütünleştirmektedir.

Kurumsal alt yapıya sahip ve modern yönetim teknikleriyle yönetilen Borusan Lojistik, ağırlıklı olarak otomotiv, otomotiv yan sanayi, demir çelik, beyaz ve kahverengi eşya, yiyecek-ıçecek, kimya ve yüksek teknoloji sektörlerinde faaliyet gösteren ulusal ve uluslararası seçkin müşterilere hizmet sunmaktadır [2].

5.2 Borusan Lojistik Yurtiçi Dağıtım Süreci

Borusan Lojistik yurtiçi karayolu taşımacılığı operasyonunu 7 adet bölgeye bağlı 82 adet sevkiyat noktası ile yürütmektedir. Sevkiyat noktalarında, müşteri taleplerini karşılamak üzere araç bulma ve kontrol, dağıtım planlama, bakiye ödeme operasyonları mevcuttur. Günlük

operasyonlar sevkiyat noktaları üzerinden yürümektedir. Bölge müdürlüklerindeki kara nakliye birimleri ise kendilerine bağlı sevkiyat noktalarındaki operasyonların takibini ve yönetimini yapmaktadırlar. İstanbul'da bulunan Türkiye Kara Nakliye departmanı ise süreç yönetimi, iş geliştirme, bölgeler arası operasyonların takibi ve standardizasyonu ile raporlama işlemlerini yürütmektedir.

Borusan Lojistik'in müşterilerine hizmet verdiği araçlar genel olarak dört grupta toplanabilir:

- Özmal Araçlar
- Sözleşmeli Araçlar
- Aylık Kiralık Araçlar
- Spot Araçlar

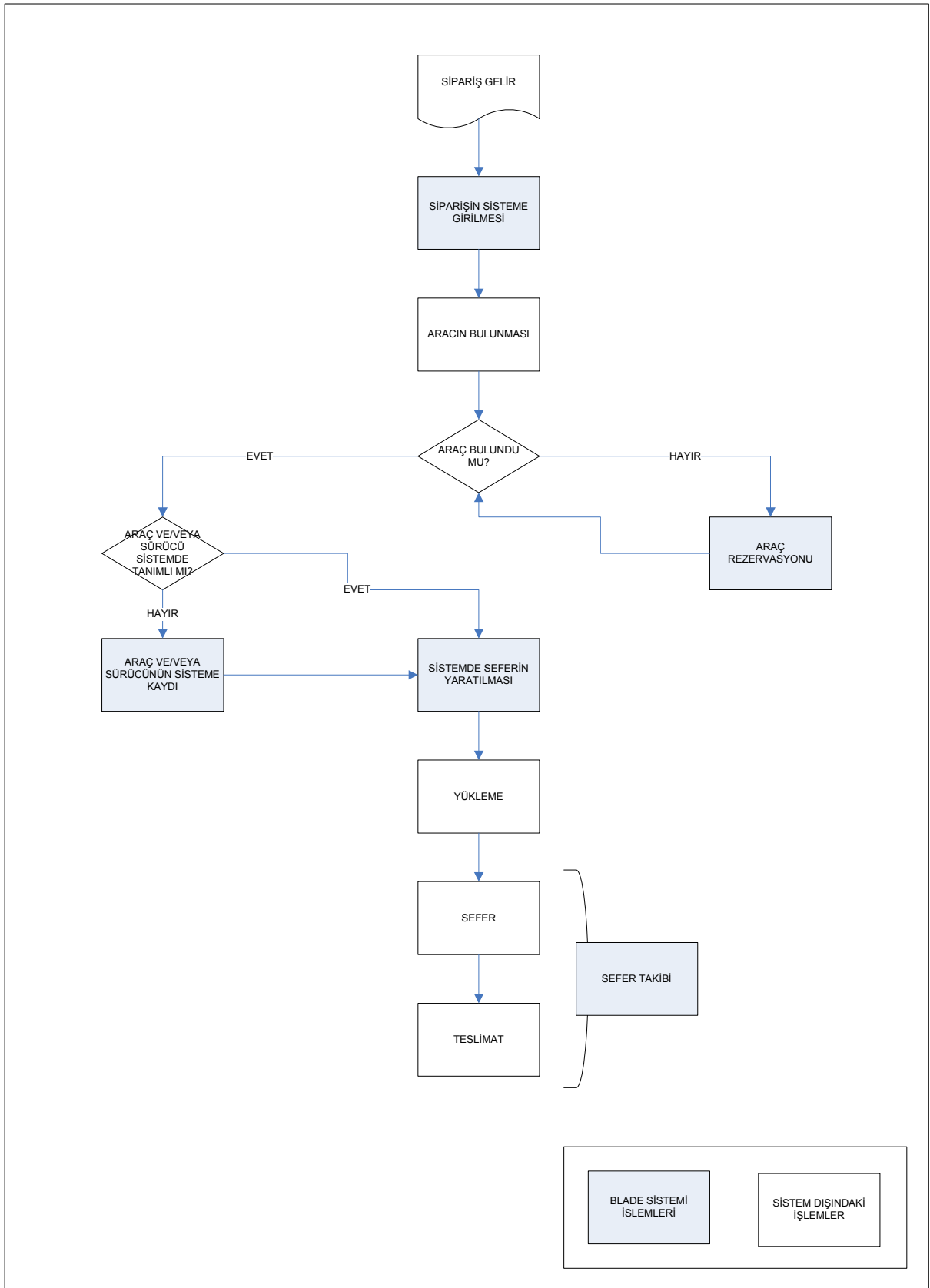
Borusan Lojistik dağıtım operasyonlarının %40-50'sini spot piyasadan sağladığı araçlarla yapmaktadır. Bu araçlarla hiçbir sözleşme yapılmadan bir veya birkaç seferlik taşımalar yapılır. Sözleşmeli araçlarda ise Borusan Lojistik araç tedarikçisine yük bulma yükümlülüğü altına girer. Sözleşmeler güzergahlara, yükün ağırlığına, cinsine... vb göre yapılabilmektedir. Borusan Lojistik aylık kiralık araçlar için de araç tedarikçisi ile sözleşme imzalar. Ancak kiralık araçların sözleşmeli araçlardan farkı aylık olarak sabit bir fiyatla tedarikçiye anlaşılmasıdır. Ay boyunca yapılan sefer sayısından, yük miktarından bağımsız olarak belirli bir fiyat üzerinden araçlar kiralanır. Borusan Lojistik dağıtım operasyonlarının %10'u civarını ise kendi özmal araçlarıyla gerçekleştirmektedir. Borusan Lojistik araçların bakımı, belirli standartları, filo yönetim giderleri gibi ek maliyetleri dolayısıyla bünyesinde sınırlı sayıda özmal araç bulundurmaktadır.

Borusan Lojistik bu dört farklı araç tedarik türünü belirli bir strateji doğrultusunda kullanmaktadır. Buna göre hedef, öncelikli olarak özmal araçların en verimli şekilde kullanılarak, bu araçların maliyet yükünü ortadan kaldırmaktır. Bu nedenle gelen siparişlere araç atanırken öncelikli olarak özmal araçlar tercih edilir. Özmal araçların uygun olmadığı durumlarda sözleşmeli araçlar seferlere atanır. Uygun özmal ve sözleşmeli araç bulunmadığı takdirde ise piyasadan spot araç tedariki sağlanır.

5.3 BLADE Yazılımı

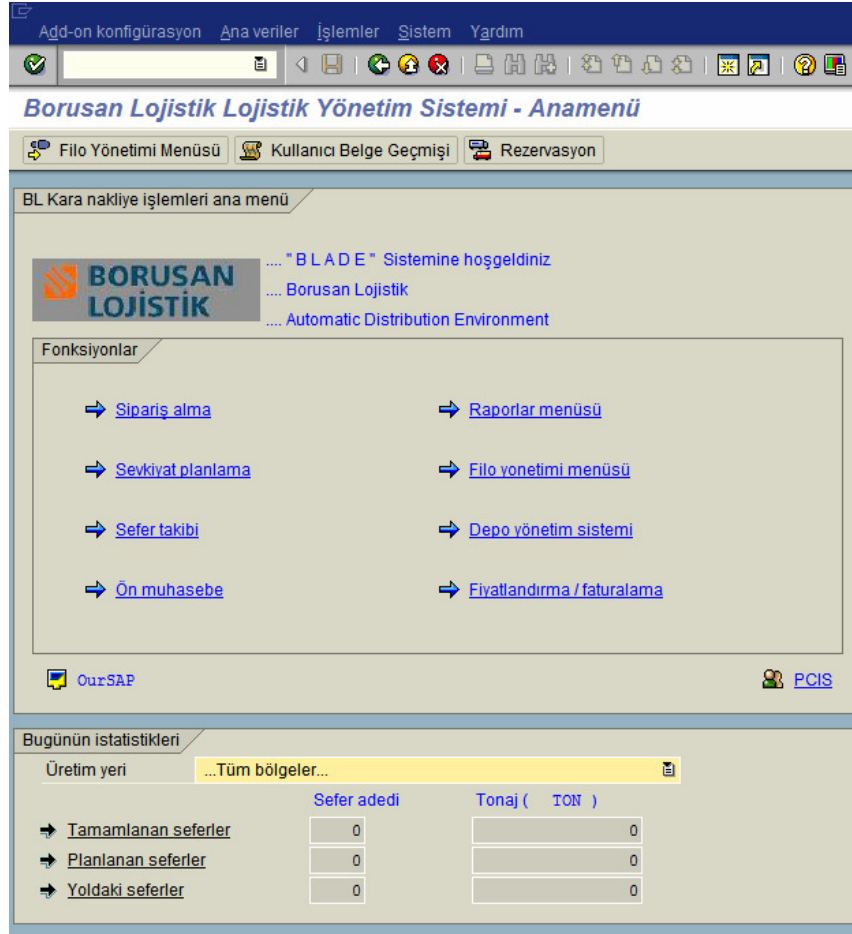
BLADE, “Borusan Lojistik Automatic Distribution Environment” kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuş bir kısaltma olup, tüm Borusan Lojistik Kara Nakliye operasyon kayıtlarının girildiği ve raporlandığı, SAP R/3 tabanlı bir programdır.

Borusan Lojistik Kara Nakliye süreci sistemsal olarak aşağıdaki gibi özetlenebilir:



Şekil 5.1 Borusan Lojistik kara nakliye süreci

Borusan Lojistik “BLADE” sistemi ana menüsü aşağıda görülmektedir.



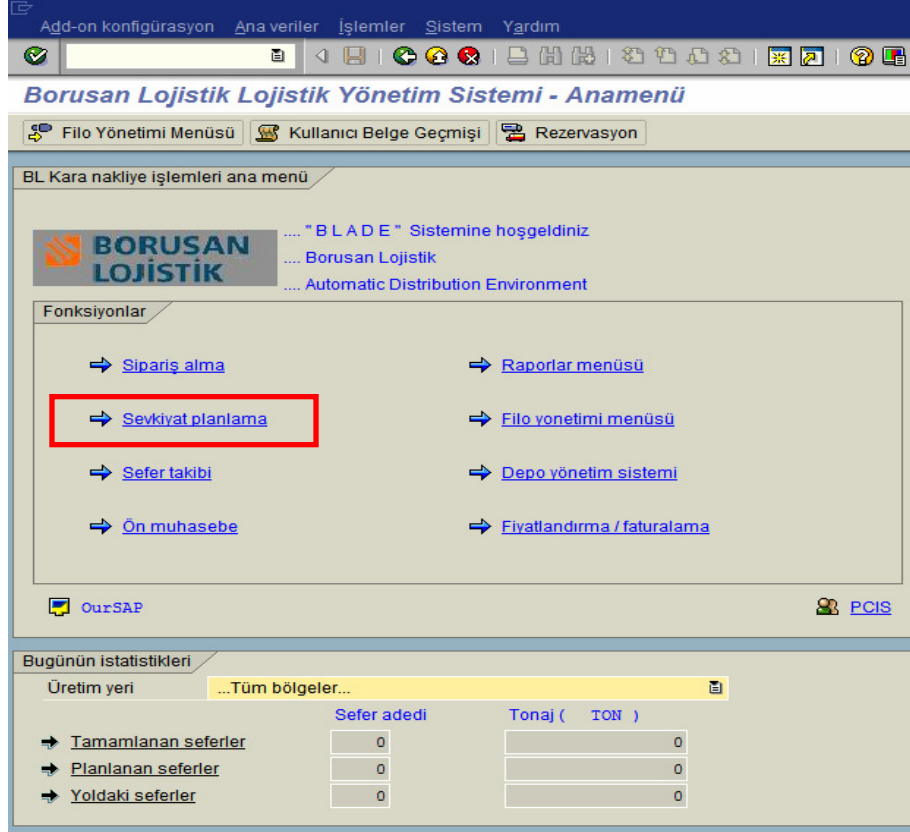
Şekil 5.2 BLADE ana ekran görüntüsü

Blade'in temel taşı sipariştir. Tüm gelir ve giderler sipariş üzerinden yürür. Bu yüzden Blade sisteminde tüm işlemler siparişe başlar.

Aşağıdaki ekran elektronik posta, faks veya telefonla Borusan Lojistik'e iletilen siparişlerin sisteme girildiği ekrandır. Siparişin kimden geldiği, hangi sevkiyat noktasından işlem yapıldığı gibi bilgiler bu ekranda doldurulur.

Bu ekranda, malı teslim eden firma/yer, malı teslim alan firma/yer, malzeme cinsi, miktar, vb. bilgiler girilir. Girilen sipariş bilgileri kaydedildiğinde sipariş sistemde yaratılmış olur.

Siparişler kaydedildikten sonra Sevkiyat Planlama havuzuna düşer. Bu ekrana ulaşmak için yine BLADE ana menüde SEVKİYAT PLANLAMA menü adımı seçilir.



Şekil 5.5 BLADE ana ekran görüntüsü

Sevkiyat noktasına açılan siparişler gelen ekranda görülebilir.

Halkali Kara Nakliye Sevkiyat - Sevkiyat planlama "Yeni Sefer"

Günlük (mesaj yok)

Sefer detayları

Nakliye şirketi: Özmal Araç Türü:

Araç no/plaka: Kiralık Araç sınıfı:

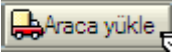
Sürücü adı: Spot araç Ring no: Ring yok 0,000

SD belgesi	Kalem	Y.	Mali tsl. ed...	Mali teslim eden	Mali tsl.alan	W...	Mali tsl.alan	Akrama m...	Malzeme	İka...	Tanım	Yüklenen mik.

Nakl.trh. 08.09.2005 itibariyle açık siparişler (2 kalem)

Belge	Kalem	Müşteri	Brüt	Brm	SA sprş	Tsl.alan	Mali teslim alanın adı	Tsl. eden	M.Teslm.Ed	Malzeme	Tanım	Miktar AOB	Siparişi verenin
298165	20	1041002	50.000	KG		4006588	MANNESMAN BORU İZMIT	34020	HALKALI	70014	SAÇ BORU	50.000	BORUSAN MAN
298166	20	1041002	50.000	KG		1041002	BORUSAN MANNESMANN BORU SAN.VE TIC	34020	HALKALI	70014	SAÇ BORU	50.000	BORUSAN MAN

Şekil 5.6 BLADE sefer yaratma ekranı – 1

Sevkiyat planlaması yapılacak sipariş veya siparişler en sol tarafından seçilerek  butonuna basılır.

Halkali Kara Nakliye Sevkiyat - Sevkiyat planlama "Yeni Sefer"

Günlük (mesaj yok)

Sefer detayları

Nakliye şirketi: DAVUT BIYIK TOPAĞAÇ KÖYÜ... 5000304 Özmal Araç Türü: TIR T.I.R.

Araç no/plaka: 54HH920 34 Kiralık Araç sınıfı: 22TON 22 Tonluk TIR

Sürücü adı: ABUZER BOZER Spot araç Ring no: Ring yok 50,000 KG

SD belgesi	Kalem	Y.	Mali tsl. ed...	Mali teslim eden	Mali tsl.alan	W...	Mali tsl.alan	Akrama m...	Malzeme	İka...	Tanım	Yüklenen mik.
298165	20	34020	HALKALI	4006588			MANNESMAN BORU...		70014		SAÇ BORU	50,000

Nakl.trh. 08.09.2005 itibariyle açık siparişler (2 kalem)

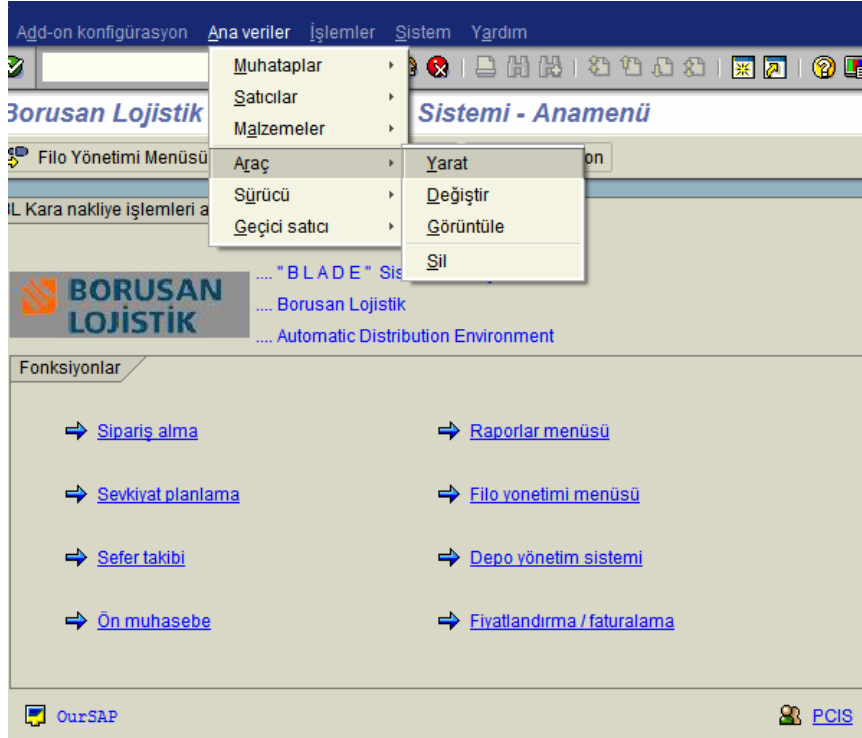
Belge	Kalem	Müşteri	Brüt	Brm	SA sprş	Tsl.alan	Mali teslim alanın adı	Tsl. eden	M.Teslm.Ed	Malzeme	Tanım	Miktar A...	Siparişi verenin
298165	20	1041002	50.000	KG		4006588	MANNESMAN BORU İZMIT	34020	HALKALI	70014	SAÇ BORU	50.000	BORUSAN M...
298166	20	1041002	50.000	KG		1041002	BORUSAN MANNESMANN BORU SAN.VE TIC	34020	HALKALI	70014	SAÇ BORU	50.000	BORUSAN M...

Şekil 5.7 BLADE sefer yaratma ekranı – 2

Araç no/plaka, sürücü adı bilgileri girilir ve işlem kaydedilir. Böylece sefer yaratma işlemi gerçekleştirilir.

Eğer araç ve/veya sürücü bilgileri sistemde tanımlı değil ise, bu bilgilerin sisteme girilmesi gerekmektedir. Anaveriler → Araç → Yarat adımları takip edildiğinde araç tanımlama ekranına ulaşılır. Anaveriler → Sürücü → Yarat adımları takip edilerek de sürücü

tanımlaması yapılabilir. Araç veya sürücü ile ilgili bilgilerin güncellenmeleri de bu yolla yapılabilmektedir.



Şekil 5.8 BLADE ana ekran görüntüsü

Sipariş geldiğinde uygun araç bulunamadığı takdirde araç ataması yapılmadan sefer yaratılır. Bu sefer araç rezervasyon ekranında görüntülenebilir.

Araç bulunacak seferler üst pencerede, bize doğru gelen araçlarda aşağıdaki bölümde görülmekte ve araçların sadece son seferi listelenmektedir.

Araç numarası olmayan seferlere araç atamak için ilgili sefer seçilir, yoldaki seferlerden uygun araç seçilerek "REZERVASYON" butonuna basılır. Böylece farklı bölgelerdeki özmal araçların boş dönüşleri engellenmeye çalışılır.

Sistem Yardım SAP

Araç bulunacak seferler

Rezervasyon iptal Detaylar

Sefer no	SNkt	Tanım	Araç no	Araç...	Araç sınıfı	Sef...	Sahibi	Sefer durum metni	Plaka	Surücü no	Surücü adı
100069	3002	Arzum İstanbul KN...	2604	K4M...	4LUK	Δ	S	Sefer yeni yaratıldı	34SZS97	116633	ÖZGÜR PALO
142101	3002	Arzum İstanbul KN Se	777	TIR	27TON	Δ	S	Sefer yeni yaratıldı	34TN0926	4131	MEHMET ALTINSU
142107	3002	Arzum İstanbul KN ...	1854	KIRKA	18LIK	Δ	S	Sefer yeni yaratıldı	35AG2989	111115	MEHMET BALLI
142108	3002	Arzum İstanbul KN ...	777	TIR	27TON	Δ	S	Sefer yeni yaratıldı	34TN0926	4131	MEHMET ALTINSU
142124	3002	Arzum İstanbul KN ...	777	TIR	27TON	Δ	S	Sefer yeni yaratıldı	34TN0926	4131	MEHMET ALTINSU
142129	3002	Arzum İstanbul KN ...	777	TIR	27TON	Δ	S	Sefer yeni yaratıldı	34TN0926	4131	MEHMET ALTINSU
142262	3002	Arzum İstanbul KN ...	9881	TIR	25TON	Δ	S	Sefer yeni yaratıldı	76AC413	208826	YUCEL KARAGAÇ
142263	3002	Arzum İstanbul KN ...	662	TIR	24TON	Δ	S	Sefer yeni yaratıldı	34ED681	202247	TEVFIK ÖZDEMİR
142264	3002	Arzum İstanbul KN ...	662	TIR	24TON	Δ	S	Sefer yeni yaratıldı	34ED681	202247	TEVFIK ÖZDEMİR

Puan	Sa...	Araç...	Sefer no	Rota sıra	Rez. Sefer	Uike	Nkl.bölg.	SNkt	Araç...	Araç sınıfı	Araç no	Surücü no	Satıcı	Sefer	
20	S		109526	2		I	TR	034-KARTAL	1001	TIR	27TON	9703	208333	5013396	THYS
20	S		110112	1		Y	TR	026-ESKS...	1301	TIR	27TON	9750	203022	5024293	TAT
20	S		110112	2		I	TR	041-GEBZE	1301	TIR	27TON		203022	5024293	TAT
20	S		113434	1		Y	TR	016-GEMBBF	1002	KIRKA	18LIK	9763	208488	5033380	BOR
20	S		113434	2		I	TR	034-KDKKOY	1002	KIRKA	18LIK		208488	5033380	BOR
30	S	02	111375	1		Y	TR	026-ESKS...	1301	KIRKA	20LIK	9801	208597	5033406	TAT
30	S	02	111375	2		I	TR	041-GEBZE	1301	KIRKA	20LIK		208597	5033406	TAT
20	S		129952	1		Y	TR	016-GEMK...	1001	TIR	27TON	9844	208720	5033489	THYS
20	S		129952	2		I	TR	034-KARTAL	1001	TIR	27TON		208720	5033489	THYS
30	S	02	112748	1	142262	Y	TR	035-IZMIR	6004	TIR	25TON	9881	208826	5033548	TAT
30	S	02	112748	2	142262	I	TR	041-GEBZE	6004	TIR	25TON		208826	5033548	TAT
30	S	02	112860	1		Y	TR	035-KEMALP	6002	TIR	25TON	9889	208848	5031702	TUR
30	S	02	112860	2		I	TR	041-GEBZE	6002	TIR	25TON		208848	5031702	TUR
30	S	02	112875	1		Y	TR	016-GEMBBF	1002	KIRKA	22LIK	9890	208852	5000595	BOR
30	S	02	112875	2		I	TR	034-KDKKOY	1002	KIRKA	22LIK		208852	5000595	BOR

SPENSE bsitest INS

Şekil 5.9 BLADE araç rezervasyon ekranı

6. UYGULAMA

Bu çalışma kara nakliye hizmeti veren 3PL firmalarına bir model önerisidir. Amaç, firmalara müşterilerine vaat ettikleri entegre lojistik hizmetini gerçekleştirmeleri için yol göstermektir. Entegre bir lojistik hizmetini sıradan taşımacılık anlayışından ayırmak önemlidir. Bugün birçok 3PL firmasında karşımıza çıkan özel standartlarla donatılmış filo, araç takip sistemi, hasar sigortası, depolama, gümrükleme gibi hizmetler artık standart hizmet paketinde yer almaktadır. Entegre lojistik hizmeti sunduğunu söyleyen bir firmanın bütün bu hizmetleri bir arada veriyor olmasının dışında entegre bir yönetim anlayışına sahip olması gerekmektedir. Bir firma aynı müşteriye hem dağıtım, hem depolama, hem gümrükleme hizmeti verebiliyorsa, müşteriye özel yönetim teknikleri ve hizmet anlayışı sunabiliyorsa, farklı dağıtım ve depolama tekniklerini bünyesinde barındırabiliyorsa, kullandığı bilgi sistemi yazılımını sadece veri depolamak için değil aynı zamanda ileri tahmin ve optimizasyon tekniklerinden yararlanıp gelecek operasyonlar için yol gösterici bilgiye dönüştürebiliyorsa, müşteri memnuniyeti temeline dayalı bir organizasyon yapısı oluşturabiliyorsa, uzun süreli tedarikçi ilişkileri kurup bunu doğru bir şekilde yönetebiliyorsa, dünyadaki gelişmeleri takip edip, müşteri talep etmeden hizmet kalitesini arttırabiliyorsa ve tüm bu çalışmalarında yüksek teknolojiden yararlanabiliyorsa işte o zaman entegre bir hizmet sunma yolunda ilerliyor demektir. Entegre lojistik hizmeti sunan bir 3PL firması bütün tedarikçilerine de bu yönetim anlayışı konusunda teknik ve yönetsel destek sağladığı takdirde ise 4PL firması olma yolunda adım atmış demektir.

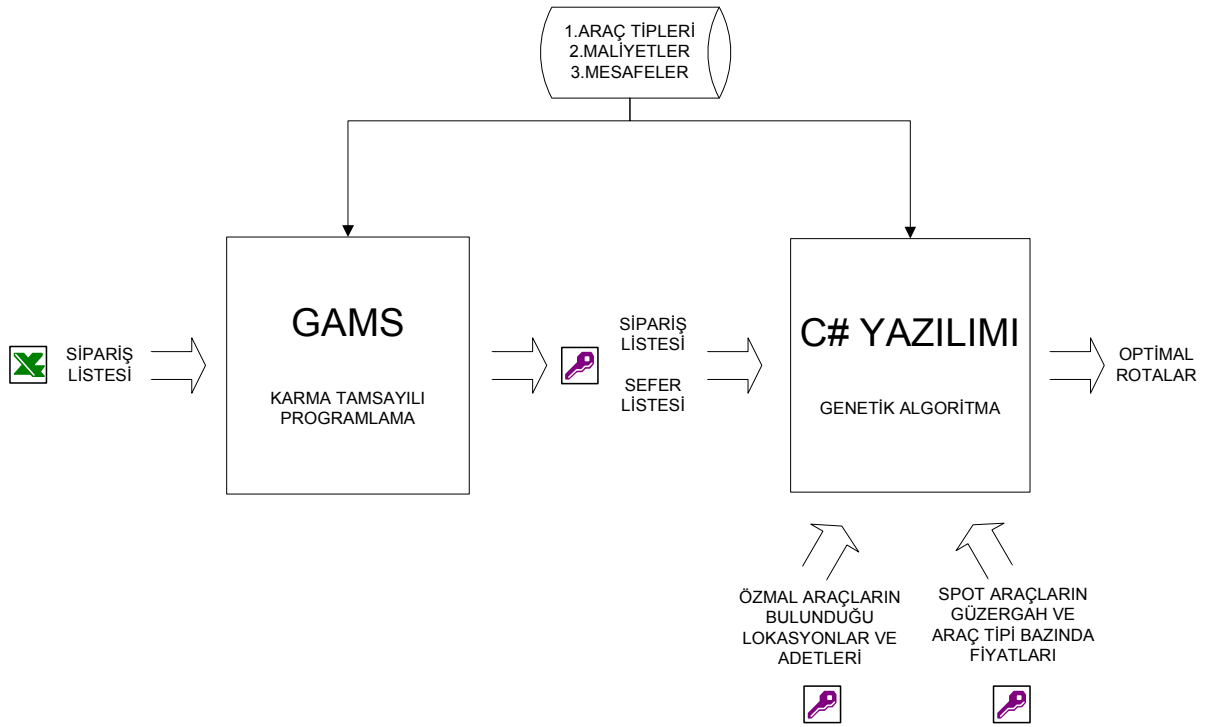
Çalışmada bir 3PL firması olan Borusan Lojistik yurtiçi dağıtım süreci incelenmiş ve bu süreçte eksik olan lojistik yönetiminin tüm seviyelerinde karşımıza çıkan optimizasyon konusu durulmuş ve dağıtım ağı optimizasyonu ile ilgili bir süreç akışı ve yönetim anlayışı modeli geliştirilmiştir.

6.1 Dağıtım Ağı Optimizasyon Modeli

Dağıtım yönetimi, lojistik yönetimi için operasyonel seviyede bir aktivitedir. Dağıtım yönetimindeki en önemli model araç rotalama problemidir. Araç rotalama problemi toplam masrafı en küçükleyecek şekilde her araç için hangi müşterinin ziyaret edileceği ve hangi rotanın izleneceği kararının verilmesini içerir. Lojistik firmalarında birden çok müşteriye, birbirinden farklı süreç gereksinimlerini karşılayarak hizmet götürme söz konusudur. Bu hizmet verilirken araç filolarının optimal olarak rotalanması görevi çok önemlidir ancak bir o kadar da zor olduğu açıktır.

Çalışmada öncelikle kara taşımacılığında kullanılacak araç tipleri belirlenmiş ve taşımaya etki eden sabit ve değişken unsurlar belirlenerek bir maliyet çalışması yapılmıştır. Optimizasyon problemine maliyeti minimum yapacak şekilde çözüm aranmıştır.

Optimizasyon problemi iki aşamalı olarak çözülmüştür. Birinci aşamada gelen siparişlerin araç tiplerine göre seferleştirilmesi söz konusudur. Bu ilk aşamada GAMS yazılımı kullanılarak karma tamsayılı programlama metodu ile çözüm aranmıştır. Birinci aşamadan elde edilen çıktılar optimizasyon probleminin ikinci aşamasında girdi olarak kullanılarak araç rotaları belirlenmiştir. İkinci aşamada araç rotalarının belirlenmesi için C# programlama dili ile bir genetik algoritma yazılımı geliştirilmiştir. Şekil 6.1 önerilen bu modeli göstermektedir.



Şekil 6.1 Optimizasyon modeli

Aşağıda yapılan maliyet çalışması ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Oluşturulan optimizasyon modeli ise bir örnek üzerinden anlatılmıştır.

6.1.1 Maliyet Çalışması

Modelde yüklerin taşınması için 2 tip araç düşünülmüştür:

- Kamyon
- Çekici+yarı römork

Bu araç tiplerinden kamyonun 20 tona kadar taşıma yaptığı, çekici + yarı römorkla ise 30 tona kadar taşıma yapılabildiği kabul edilmiştir.

Modelde araçların tedariği 2 yolla yapılacaktır. Firmanın kendine ait özmal araçları öncelikli olarak seferlere atanacak, bu araçların yeterli olmadığı noktada ise spot piyasadan araç tedarik edilecektir.

Bir lojistik firması için özmal araçların maliyetleri birçok kalemden oluşmaktadır. Bu maliyet kalemleri aşağıdaki gibi listelenebilir:

1) SABİT MALİYETLER

- Şoför Maliyeti
 - Sürücü Maaşı
 - İzin, Yol, Servis, Sosyal Haklar
 - Eğitim Maliyeti
 - Melbusat maliyetleri
- Amortisman
- Sigorta ve Vergiler
 - Motorlu Kara Taşıt Vergisi
 - Kasko Sigortası
 - Trafik Sigortası
 - Taşıyıcı Sorumluluk Sigortası
 - Muayene Bedeli

2) DEĞİŞKEN MALİYETLER

- Yakıt Maliyeti
- Bakım Maliyeti

Sabit maliyetler seferden bağımsız olarak ortaya çıkan maliyetlerdir. Değişken maliyetler ise aracın yaptığı kilometre ile doğru orantılıdır.

Şoför maliyetine etki eden unsurlar sürücü maaşı, izin, yol, servis, sosyal haklar, eğitim maliyeti ve melbusat maliyetleri olarak sıralanabilir. Tüm bu maliyetler göz önünde bulundurularak günlük maliyet değeri hesaplanabilmektedir.

Genel olarak, üretim faaliyetleri sonucunda mal ve hizmetler yaratılırken geçmiş yıllardan devralınan sermaye mallarında meydana gelen aşınma ve eskimenin parasal değeri amortisman olarak tanımlanır. Kullanıldığı süre boyunca değerden düşmesi söz konusu olan araçların uğradıkları değer kayıplarının taşıma maliyetine eklenmesi gerekmektedir. Buna göre her bir araç tipi için öngörülen kullanım süresi ışığında amortisman değerleri hesaplanmıştır.

Araçlara ait yıllık sigorta ve vergi harcamaları da sabit maliyetler arasındadır. Motorlu kara taşıt vergisi, kasko sigortası, trafik sigortası, taşıyıcı sorumluluk sigortası ve muayene bedeli sigorta ve vergi maliyetleri başlığı altında toplanmıştır.

Değişken maliyetlerden olan yakıt maliyeti taşıma maliyetinin en büyük kısmını oluşturmaktadır. Kamyon ve çekici + yarı römork araçları için öngörülen yakış oranları birim yakıt maliyetiyle çarpılarak km başına yakıt maliyeti hesaplanır. Yakış oranı, basit olarak 100 km yolda kaç km yakıt kullanıldığının göstergesi olarak ifade edilebilir. Yakış oranına taşınan tonaj, yolların durumu, hava koşulları gibi birçok faktör etki edebilir. Bu çalışmada tonajın etkisi kısmen göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre çekici + yarı römork araçlarda 26 tona kadar olan taşımaların yakış oranı %34,5 olarak alınırken, 26 tondan fazla olan taşımalar için bu oran %36,5 olarak alınmıştır.

Araçların belirli kilometre değerlerine ulaştıkları zaman zorunlu olarak yapılması gereken bakımları söz konusudur. Örneğin 15000 km'de bir kamyonun hava ve yağ filtrelerinin değiştirilmesi gerekmektedir. 90000 km'de ise diferansiyel yağının değiştirilmesi öngörülmüştür.

Tüm bu maliyetler göz önünde bulundurularak her bir araç tipi için taşıma maliyetini ortaya koyan fonksiyonlar Borusan Lojistik'ten elde edilen verilere göre hesaplanmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 6.1 Araç tiplerine göre maliyet fonksiyonları

MALİYET FONKSİYONU = A + BX				
KAMYON		ÇEKİCİ + YARI RÖMORK		
A	B	A	B	
			0 - 26 TON	+26 TON
108,66	0,62	159,91	0,88	0,92

Tablodan da görüldüğü gibi çekici + yarı römork aracında 26 tona kadar taşınan yükler için değişken maliyet katsayısı 0,88 iken, 26 tondan daha fazla taşınan yükler için bu katsayı

0,92'dir. Bu fark yakıt maliyetinden kaynaklanmıştır. Buna göre çekici + yarı römork araçlarını taşıyan yük miktarına göre 2 ayrı tipe ayırabiliriz. Böylece yük taşımada kullanacağımız araçların 3 farklı tipte olabileceğini söyleyebiliriz. Bunlar kapasiteleriyle birlikte aşağıdaki tabloda görülebilir.

Çizelge 6.2 Kullanılan araç tipleri ve kapasiteleri

ARAÇ TİPİ	MAX KAPASİTE
KAMYON	20 TON
ÇEKİCİ + YARI RÖMORK 1	26 TON
ÇEKİCİ + YARI RÖMORK 2	30 TON

Spot araç maliyetlerine etki eden faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Güzergah
- Mesafe
- Hava şartları
- Yük durumu
- Yük özellikleri
- Araç özellikleri ...vb.

Örneğin;

- Piyasada taşınacak yük fazlası mevcutken navlun değeri düşer.
- Yükün götürüleceği lokasyonda dönüş yükü bulma ihtimali düşükse navlun değeri yükselir.
- Yükün özelliğinden kaynaklanan tehlikeli bir taşıma söz konusuysa navlun değeri yükselir.
- Piyasada araç tedarikçileri arasında rekabet artarsa navlun değeri düşer.

Bütün bu faktörler gözönünde bulundurulduğunda spot araç maliyetlerinin oldukça değişken olduğu söylenebilir.

6.1.2 GAMS – Karma Tamsayılı Programlama

6.1.2.1 GAMS Yazılımı

GAMS (General Algebraic Modeling System), matematiksel programlama ve optimizasyon için kullanılan yüksek seviyeli bir modelleme yazılımıdır. Özellikle büyük ve karmaşık lineer, nonlineer ve tamsayılı optimizasyon problemlerini modellemek ve çözmek için oldukça kullanışlı bir programdır. İçinde CPLEX, CONOPT, LINDO gibi çok sayıda çözücü seçeneği barındıran yazılımda, modele uygun olan çözücü seçilerek optimal sonuçlara kolaylıkla ulaşılabilir [3].

Aşağıda GAMS programı ile modelleme yapılırken kullanılan ifadelerden bazıları açıklanmıştır:

- SETS: Modelin temel taşıdır. i, j, k gibi indisleri tanımlamak için kullanılır.
- PARAMETERS: Modelde indislere bağlı parametreleri belirtmek için kullanılır.
- TABLE: İndislere bağlı tabloları ifade etmek için kullanılır.
- VARIABLES: Modelde kullanılan değişkenleri tanımlamak amacıyla kullanılır.
- EQUATIONS: Modeldeki amaç fonksiyonu ve kısıtları yazarken kullanılan ifadedir.
- MODEL: Modelde hangi eşitliklerin kullanılacağını belirtmek için kullanılır.
- SOLVE: Modelin tipini ve hangi çözücü ile çözüleceğini belirlemek için kullanılır.

$$\max \quad 109 \cdot x_1 + 90 \cdot x_2 + 115 \cdot x_3$$

s.t

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 100$$

$$6x_1 + 4x_2 + 8x_3 \leq 500$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Yukarıdaki örnek model için bu ifadelerin kullanımı aşağıda gösterilmiştir:

```

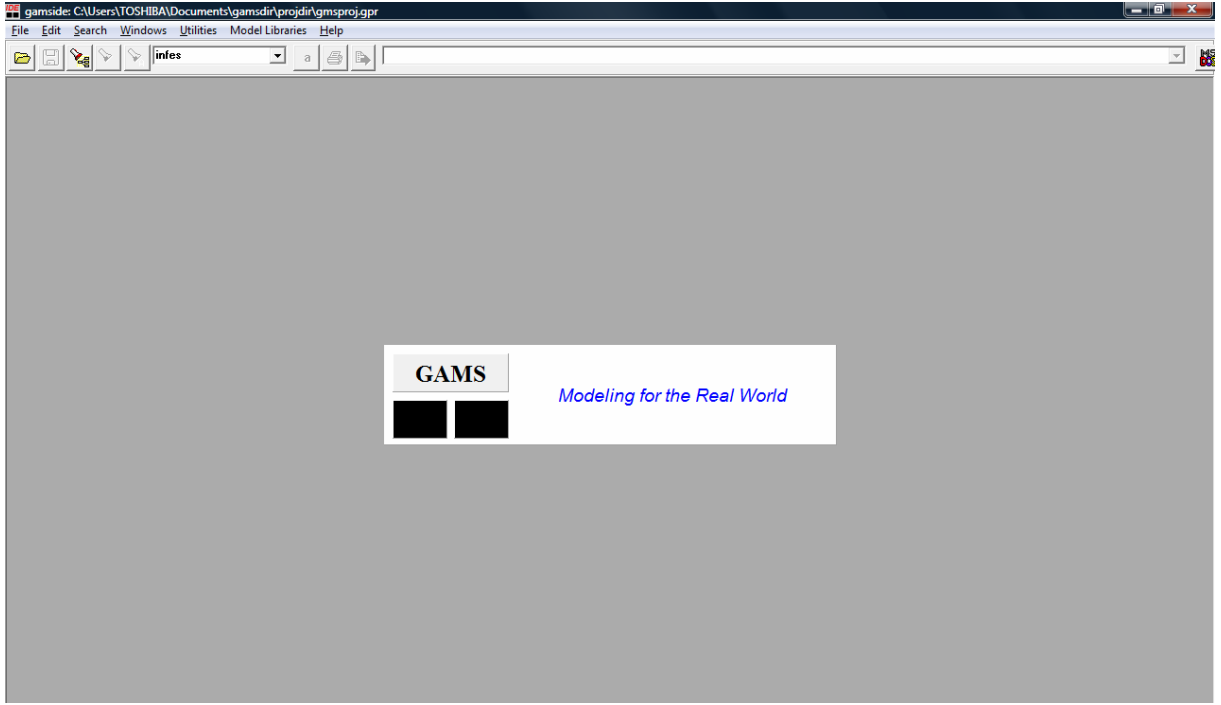
SETS i /1,2,3/;
PARAMETERS kisit_katsayisi(i) /1 6,2 4,3 8/;
PARAMETERS amac_katsayisi(i) /1 109,2 90,3 115/;
VARIABLES Z;
POSITIVE VARIABLES X(i);
EQUATIONS AMAC, KISIT1, KISIT2;
AMAC.. Z =E= SUM(i,amac_katsayisi(i)*X(i));
KISIT1.. SUM(i,X(i)) =L= 100;
KISIT2.. SUM(i,kisit_katsayisi(i)*X(i)) =L= 500 ;
MODEL PROBLEM /ALL/;
SOLVE PROBLEM USING LP MAXSIMIZING Z;

```

Buna göre;

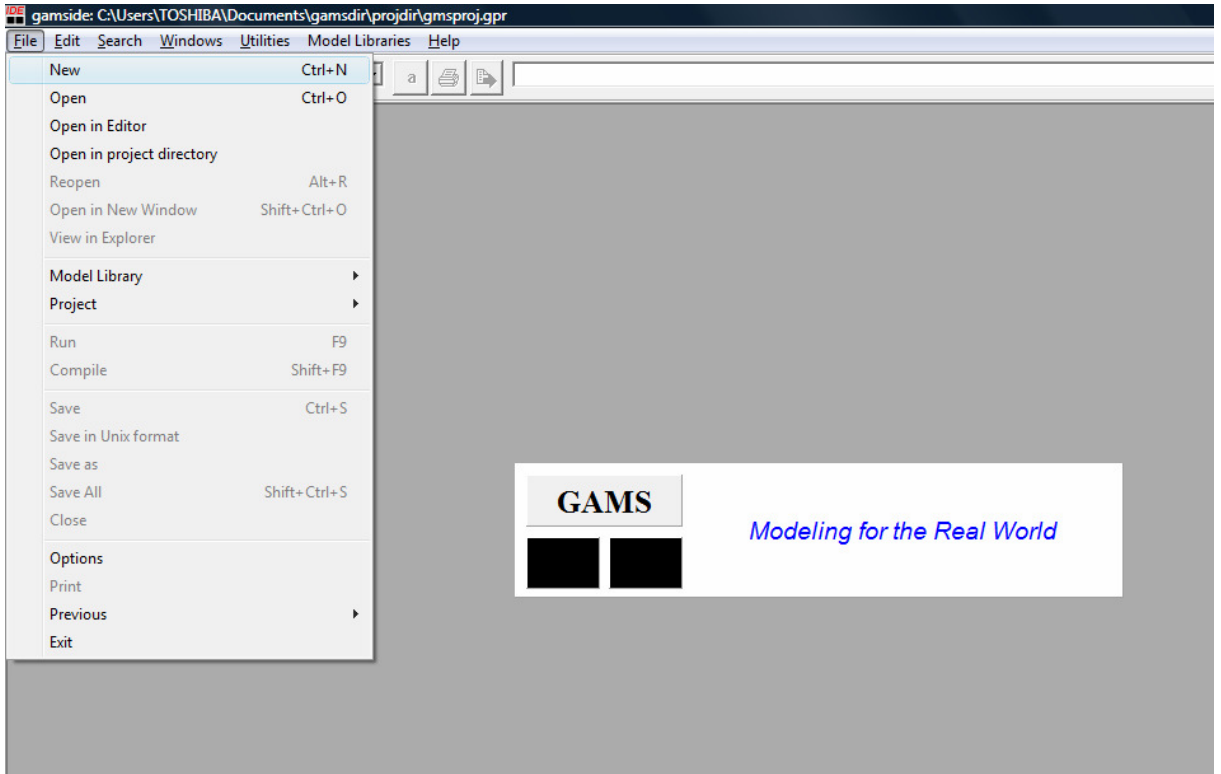
- SETS ile i indisi 1,2,3 değerlerini alacak şekilde belirlenmiştir.
- Modeldeki ilk kısıttaki katsayılar i indisine bağlı olarak kisit_katsayisi adı altında PARAMETERS ifadesi ile belirtilmiştir. Buna göre i 1 değerini aldığı anda katsayı 6, i 2 değerini aldığı anda katsayı 3, i 3 değerini aldığı anda katsayı 8 olarak belirlenmiştir. amac_katsayisi parametresi de aynı mantıkla yazılmıştır.
- Problemin amaç denklemi Z değişkenine eşit olacak şekilde kabul edilmiş ve bu değişken VARIABLES ifadesiyle belirtilmiştir.
- Problemdeki x_1, x_2, x_3 pozitif değişkenleri POSITIVE VARIABLES ifadesiyle i parametresine bağlı olacak şekilde X(i) şeklinde yazılmıştır.
- Modelde kullanılacak AMAC, KISIT1 ve KISIT2 olarak adlandırılan denklemler EQUATIONS ifadesi ile tanımlanmıştır.
- Denklemlerin yazılışı “Denklem_Adı . . (denklem ifadesi)” genel şekli ile yapılmıştır. Denklemlerdeki eşitlik ifadesi =E=, küçük eşit ifadesi ise =L= şeklinde yazılmıştır.
- SUM ifadesi toplama işlemini ifade etmektedir. SUM (i, X(i)) yazılımı bize $x_1 + x_2 + x_3$ ifadesini vermektedir.
- Modelin adı PROBLEM şeklinde ifade edilmiş ve MODEL ifadesi ile PROBLEM modelinde kullanılacak eşitlikler belirlenmiştir. Buna göre /ALL/ ifadesi dikkate alındığında modelde bütün eşitlikler kullanılarak çözüme gidileceği anlaşılmaktadır.
- SOLVE ifadesi ile de PROBLEM modelinin LP (lineer programlama) modeli olduğu ve bu modelin Z değişkenini maksimize edecek şekilde çözülmesi gerektiği belirtilmiştir.

GAMS programının arayüzü aşağıdaki gibidir:



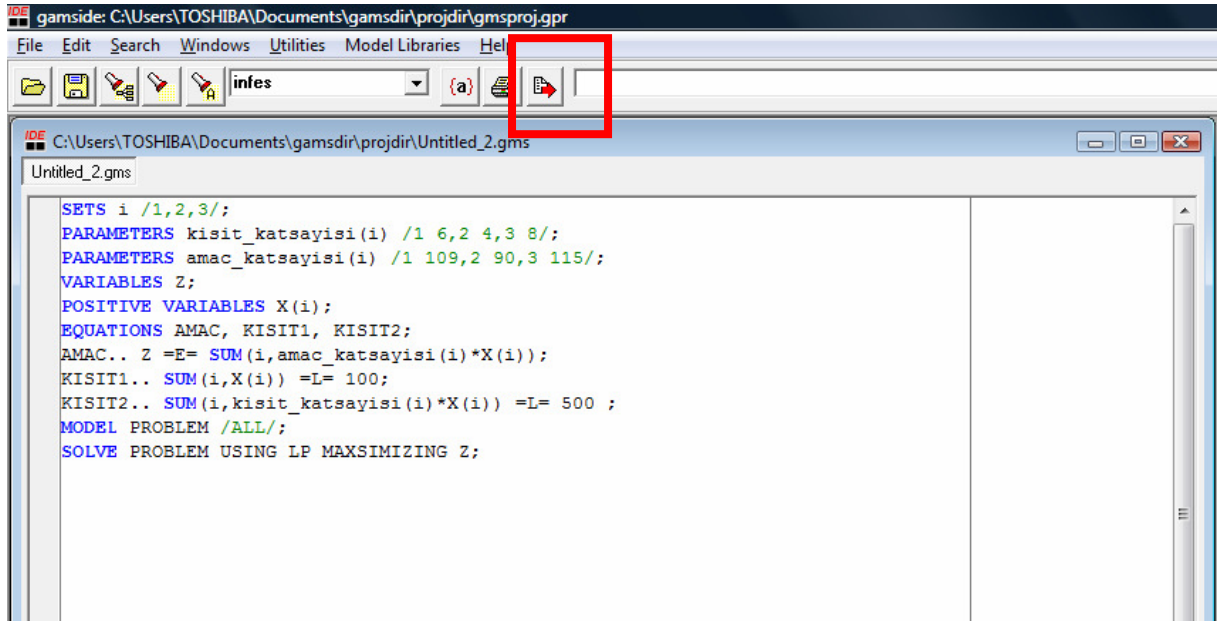
Şekil 6.2 GAMS programı ekran görüntüsü – 1

Menüden File → New seçildiğinde yeni bir model sayfası açılır.



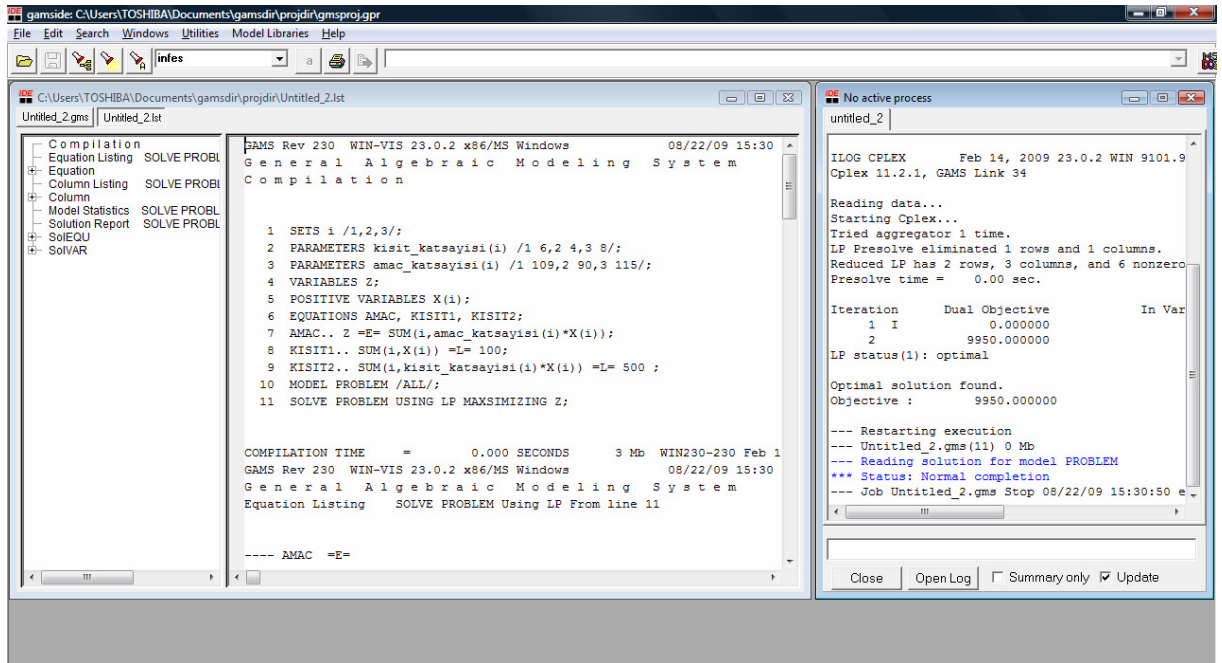
Şekil 6.3 GAMS programı ekran görüntüsü – 2

Açılan ekrana model yazılır.



Şekil 6.4 GAMS programı model yazma ekranı

Yazılan model, yukarıdaki şekilde kırmızı kare içine alınmış RUN butonuna basılarak çalıştırılır.



Şekil 6.5 GAMS programı çözüm ekranı

“.lst” dosya biçimindeki sonuç raporu yukarıdaki şeklin sol tarafında görülmektedir. Sağ tarafta ise programın çalışması ile ilgili bilgilerin yer aldığı pencere görülmektedir.

6.1.2.2 Karma Tamsayılı Programlama Modeli

Optimizasyon modelinin ilk aşaması gelen siparişlerin araçlara atanması problemini ele almaktadır. Bu atama probleminin çözümünde ise GAMS programından yararlanılmış ve karma tamsayılı programlama metodu ile siparişleri tamamen karşılayacak şekilde minimum maliyetle hangi araç tipi ile hangi güzergahlara kaç adet taşıma yapılması gerektiği bulunmaya çalışılmıştır.

Buna göre firmaya gelen siparişler malın teslim alınacağı nokta ve teslim edileceği noktaya göre kümülatif olarak toplanır ve excel üzerinde bir sipariş listesi oluşturulur. Aşağıda örnek bir sipariş listesi görülmektedir. Örnek olarak ele alınan uygulamada 3 farklı lokasyon arasında siparişler mevcuttur.

Çizelge 6.3 Örnek sipariş listesi

Sipariş Listesi (TON)			
	1	2	3
1	-	100	200
2	150	-	99
3	46	24	-

Çalışmada, taşınacak malzemelerin boyut kısıtına göre değil tonaj kısıtına göre yüklemeyi etkilediği varsayılmıştır. Bununla birlikte taşınacak malzemelerin ya tek tip malzeme ya da birbirleriyle taşınmasında herhangi bir sakınca olmayan malzemeler olduğu kabul edilmiştir.

Oluşturulan karma tamsayılı programlama modeli matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

İndisler

i çıkış lokasyonu $i = 1,2,3$

j varış lokasyonu $j = 1,2,3$

k araç tipi $k = 0,1,2$

Parametreler

K_k	k araç tipi için maksimum araç kapasitesi
SM_k	k araç tipi için sabit maliyet
DM_k	k araç tipi için değişken maliyet
M_{ij}	i noktasından j noktasına olan mesafe
S_{ij}	i noktasından j noktasına olan sipariş miktarı

Değişkenler

x_{ijk}	i noktasından j noktasına k araç tipi ile yapılan sefer sayısı
-----------	----------------------------------------------------------------

Model

$$\min \sum_i \sum_j \sum_k x_{ijk} \cdot (SM_k + DM_k \cdot M_{ij}) \quad (6.1)$$

s.t.

$$\sum_k K_k \cdot x_{ijk} \geq S_{ij} \quad \forall i, j \quad (6.2)$$

$$K_0 \cdot \sum_k x_{ijk} \leq S_{ij} \quad \forall i, j \quad (6.3)$$

$$K_2 \cdot \sum_k x_{ijk} \geq S_{ij} \quad \forall i, j \quad (6.4)$$

Modelde (6.1) amaç fonksiyonunu, (6.2) tüm siparişlerin karşılanması kısıtını, (6.3) her siparişte kullanılacak maksimum araç sayısı kısıtını ve (6.4) ise her siparişte kullanılacak minimum araç sayısı kısıtını ifade etmektedir.

Problemin çözümünde kullanılan GAMS yazılımının zengin içeriği sayesinde program, excelde oluşturulan sipariş listesini otomatik olarak modele dahil edebilmektedir. Çözümde elde edilen sonuçlar ise bir access veritabanı dosyasına aktarılmaktadır. Bu access dosyasında hem oluşturulan sipariş listesi hem de karma tamsayı programlama yolu ile bulmaya çalıştığımız sefer listesi bulunmaktadır. Aşağıda örnek problemin sefer listesi görülmektedir.

Çizelge 6.4 Sefer listesi

ÇIKIŞ	VARIŞ	ARAÇ TİPİ	SEFER ADEDİ
1	2	K	2
1	2	T2	2
1	3	K	1
1	3	T2	6
2	1	T2	5
2	3	K	2
2	3	T2	2
3	1	K	1
3	1	T1	1
3	2	T1	1

6.1.3 C# – Genetik Algoritma

Optimizasyon modelinin ikinci aşaması, ilk aşamadaki çözüm sonuçlarını kullanarak seferleri kaç aracın gerçekleştireceği ve bu araçların izleyecekleri rotaların bilgisini üretmektedir. Yine taşıma maliyetini minimize edecek şekilde kullanılan araç sayısı bilgisi hesaplanmaktadır.,

Modelin ikinci aşamasında araç rotalama probleminin çözümü, meta-sezgisel bir çözüm algoritması olan genetik algoritma ile yapılmıştır. Algoritma, Microsoft Visual C# 2008 Express Edition ortamında yazılan bir program ile problemi çözmektedir [4]. Program, modelin ilk aşamasının çıktısı olan access dosyasındaki sipariş ve sefer listesi bilgilerini otomatik olarak almakta ve bu bilgilerden yararlanarak optimal araç rotalarını belirlemektedir.

Programda kamyon seferleri ve tır seferleri için genetik algoritma ayrı çalıştırılır. Kamyon kullanılarak sefer yapılması gereken güzergahlar kendi arasında uygun şekilde birleştirilerek rotalar oluşturulur ve bu rotalara atanacak araçların hangi yolla tedarik edilmesi gerektiği bilgisi elde edilir. Tırlar için de aynı şekilde işlem yapılır. Tırları taşıdıkları yük miktarına göre 2 farklı maliyet oluşturduğu için 2 tip olarak ele alsak da sonuçta aracın rotalaması taşıdığı yük miktarından bağımsızdır. Bu nedenle tırlar için T1 ve T2 araç tiplerinin yapılması gereken seferler gözönünde bulundurularak uygun rotalar elde edilecektir. Sonuçta programda genetik algoritma 2 kez çalıştırılacaktır.

Programda öncelikle karma tamsayılı programlama sonucunda bulunan, araç tiplerine göre çıkış-variş noktaları arasında yapılması gereken seferler ayrı ayrı numaralandırılır. Numaralandırılan bu verilerin her biri güzergah olarak adlandırılır. Güzergah, içinde çıkış noktası, varış noktası ve araç tipi bilgilerini barındırır. Amaç, genetik algoritmada çözümü

temsil eden kromozom dizisini oluşturacak bir permutasyon kodlama oluşturacaktır.

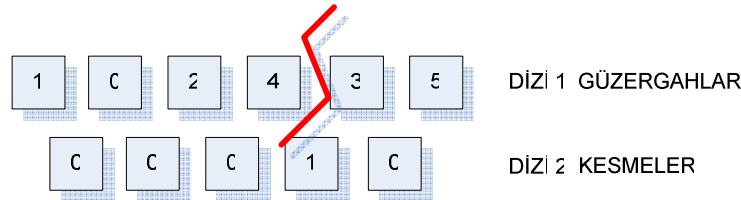
Bu güzergah dizisinin rotalara bölünmesi için de 0 – 1 kromozom yapısından oluşan bir kodlama oluşturulmuştur.

Örnek problemde GAMS çıktısına göre kamyon kullanılarak 6 adet sefer yapılmalıdır. Programda bu seferlere aşağıdaki şekilde güzergah numaraları atanacaktır:

Çizelge 6.5 Örnek güzergah numaralandırması

Gz. No	Çıkış	Varış
0	1	2
1	1	2
2	1	3
3	2	3
4	2	3
5	3	1

Buna göre {1,0,2,4,3,5} dizilimi bir güzergah dizisidir. Bu güzergah dizisinin rotalara bölünmesinde 0 sayısı rotanın devam ettiğini 1 sayısı ise rotanın kesildiğini gösterecek şekilde aşağıdaki gibi bir kromozom mantığı oluşturulmuştur:



Şekil 6.6 Kromozom yapısı

Buna göre yukarıdaki gibi bir kromozom yapısı bize 2 adet kamyon kullanılarak sefer yapılacağını, 1. kamyonun sırasıyla {1,0,2,4} güzergahlarına, 2. kamyonun ise sırasıyla {3,5} güzergahlarına sefer yapacağını göstermektedir.

Genetik algorithmda oluşturulan kodlama mantığı önemlidir. Farklı kodlama yöntemleri için Erol (2006) çalışmasına bakılabilir.

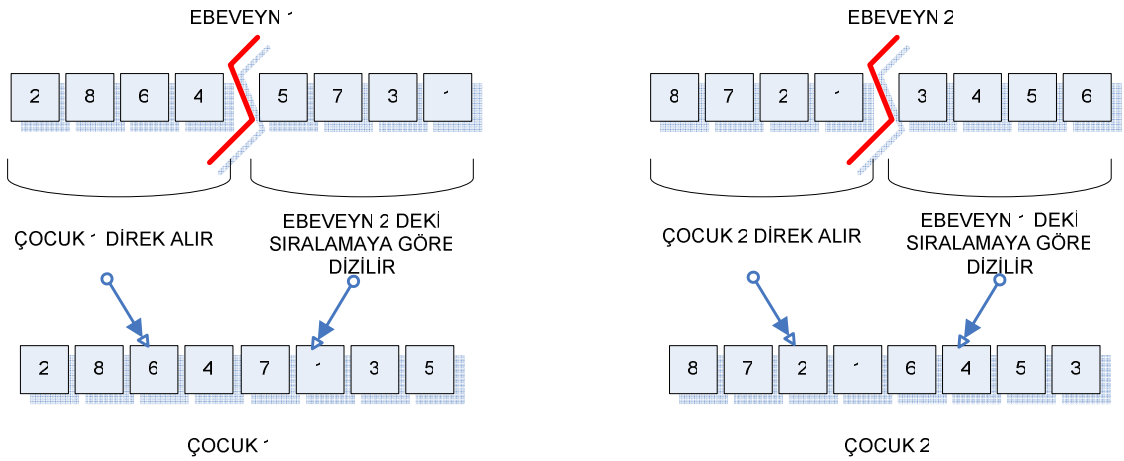
Program, rotalarda kullanılacak araçların tedarik tipinin belirlenmesinde rotanın başladığı lokasyonda özmal aracın olup olmadığının kontrolünü yapar. Özmal araç mevcut değilse spot araç tedariki yapılır. Lokasyonlar arası özmal araç transferinin yapılmadığı kabul edilmiştir.

Genetik algoritmanın çalışma prensibi gereği öncelikle belirlenen nesil büyüklüğü kadar kromozom dizisi rassal olarak oluşturularak bir ilk nesil yaratılır. Bundan sonra diğer nesillerin yaratılmasında mevcut nesildeki bireylerin elitizmi, çaprazlaması ve mutasyonu işlemlerinden yararlanır.

Elitizm için nesildeki bireyler maliyetlerine göre küçükten büyüğe doğru sıralanır. Daha sonra ilk nesildeki bireylerin elitizm oranı \times nesil büyüklüğü kadar adedi minimum maliyetli bireyden başlamak üzere bir sonraki nesile aktarılır.

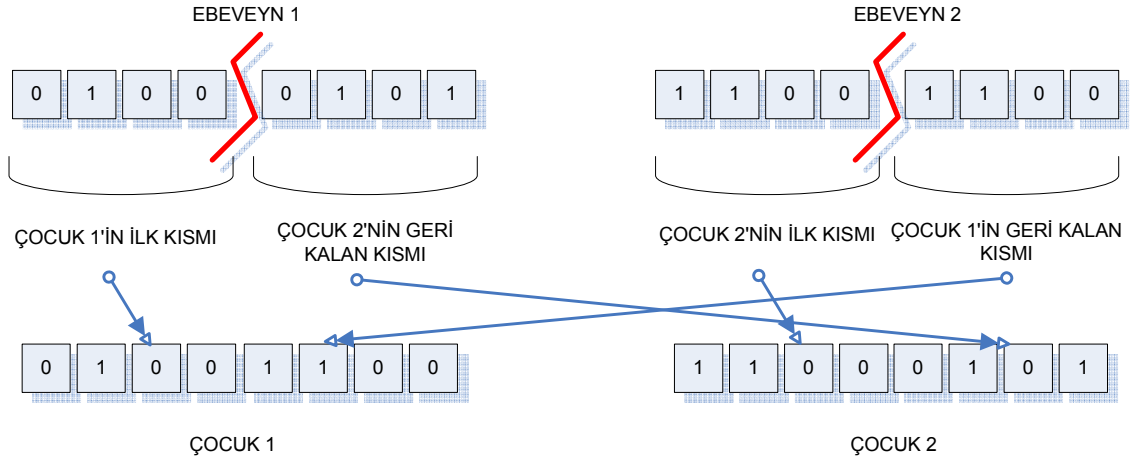
Çaprazlama oranı \times nesil büyüklüğü adedi kadar birey ise çaprazlama işlemi sonucunda oluşturulur. Programda çaprazlama işleminde kullanılacak ana ve baba kromozom dizilerinin seçimi turnuva yöntemiyle yapılmıştır. Buna göre bir önceki nesilden rasgele seçilen 4 birey arasından en iyi uygunluk değerine sahip olan birey ebeveyn olarak seçilmektedir.

Permutasyon kodlamadan oluşan kromozomun ilk dizisinde, seçilen ebeveynler için rasgele ortak bir kesim noktası belirlenir. Üretilcek yeni kromozom dizileri ana ve baba bireylerin kesim noktasına kadar olan kısmını aynen içerir. Kesim noktasından sonra olan kısımda ise güzergahlar diğer ebeveynin kromozom sıralamasına göre dizilir (Erol, 2006). Bu çaprazlama aşağıdaki gibi gösterilebilir:



Şekil 6.7 Kromozomun ilk dizisi için permutasyon çaprazlama metodu

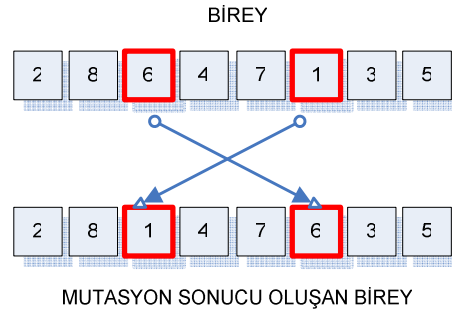
0 – 1 kod yapısındaki kromozomun 2. dizisinde ise ebeveynler için belirlenen ortak bir kesim noktasından itibaren standart çaprazlama işlemi yapılır (Erol, 2006)



Şekil 6.8 Kromozomun ikinci dizisi için çaprazlama metodu

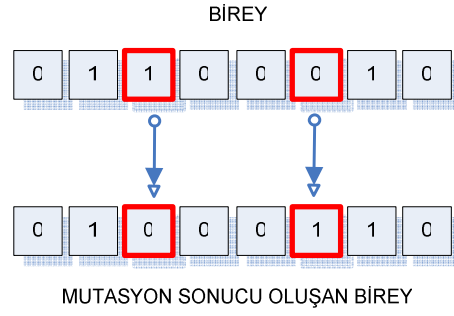
Geri kalan mutasyon oranı \times nesil büyüklüğü adedi kadar birey ise bir önceki nesilden rasgele seçilen bireylerin mutasyona uğratılması ile oluşturulur.

Mutasyonda, kromozomun ilk dizisi için seçilen rasgele 2 sayı yer değiştirir (Erol, 2006). Aşağıda mutasyon örneği görülmektedir.



Şekil 6.9 Kromozomun ilk dizisi için mutasyon metodu

Kromozomun 2. dizisi için ise rasgele seçilen 2 noktada 0 sayısı 1'e 1 sayısı ise 0'a dönüştürülerek mutasyon işlemi yapılır (Erol, 2006; Emel ve Taşkın, 2002).



Şekil 6.10 Kromozomun ikinci dizisi için mutasyon metodu

Belirlenen maksimum iterasyon sayısı kadar tekrarlanan nesil oluşturma işlemlerinden sonra son nesilde bulunan minimum maliyete sahip olan birey, optimizasyon probleminin çözümüdür.

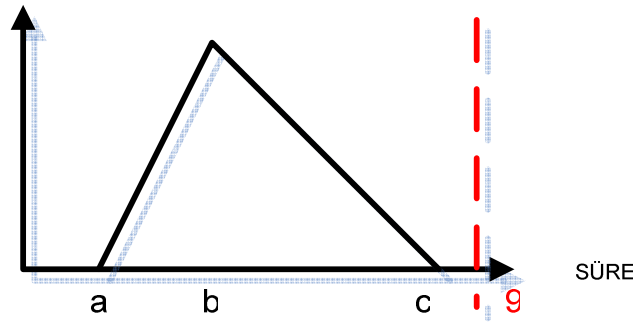
Bir bireyin uygunluk fonksiyonunu hesaplanırken, özmal araçlar için, yapılan maliyet çalışması sonuçları kullanılır. Spot araçlar için ise o gün için güzergahlar arasında belirlenmiş liste fiyatları kullanılır. Bu maliyetlerin yanı sıra rotaların süre kısıtından kaynaklanan bir maliyet de ceza maliyeti olarak hesaba katılmaktadır. Yasal zorunluluk gereği araç sürücülerinin 24 saatlik zaman dilimindeki sürüş süreleri 9 saati geçemez [5]. Bu nedenle araç rotaları 9 saatlik süreyi aşmayacak şekilde yapılandırılmalıdır. Eğer bir rotanın süresi 9 saatten fazlaysa bu durum ceza maliyeti olarak uygunluk fonksiyonunda yer alır.

Seferlerin ne kadar sürede gerçekleşeceği mesafe, hız, yol durumu, hava şartları, trafik koşulları gibi bir çok iç ve dış etkene bağlıdır. Bu belirsizliğin modele yansıtılması için olasılıktan yararlanılmıştır.

Kamyon ve tırlar için şehirlerarası yolda azami hız limiti 80 km/s, otoyollarda ise 90 km/s'tir. Zorunlu haller dışında şehirlerarası karayolunda asgari hız limiti 15 km/s, otoyollarda ise 40 km/s'tir [5]. Bu bilgilerden yola çıkılarak araçların hızlarının üçgensel bir dağılımı temsil ettiği varsayılmış ve modelde araç hızlarının minimum 35 km/s, ortalama 65km/s ve maksimum 90 km/s olan üçgensel dağılıma uyduğu kabul edilmiştir.

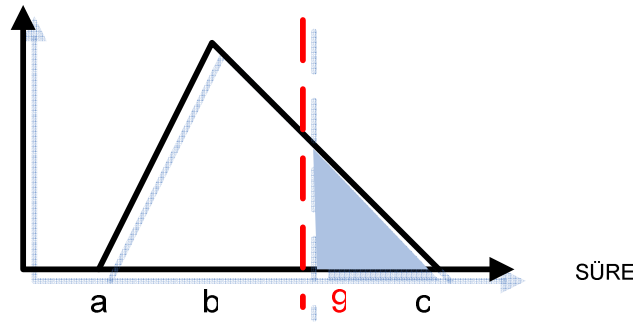
Mesafenin bu üç hız değerine bölünmesiyle üçgensel yapıda bir süre değeri elde edilmektedir. (a, b, c) minimum a sürede, ortalama b sürede, maksimum c sürede rotanın tamamlanacağını göstermek üzere, 9 saatlik limitin gözönünde bulundurulmasıyla rotaların toplam süresi için 4 farklı durum ortaya çıkabilir:

- $c \leq 9$ ise:



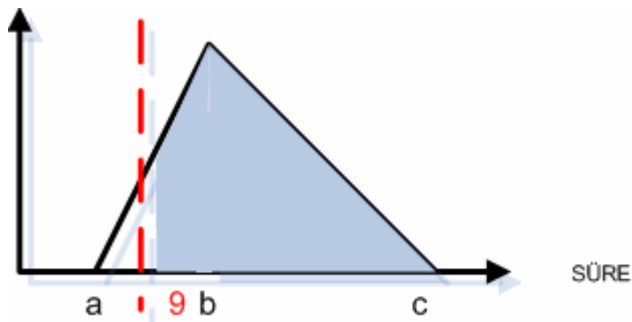
Bu durumda süre limiti aşılmadığından herhangi bir ceza maliyeti oluşmaz. En ideal durumdur.

- $b \leq 9 < c$ ise:



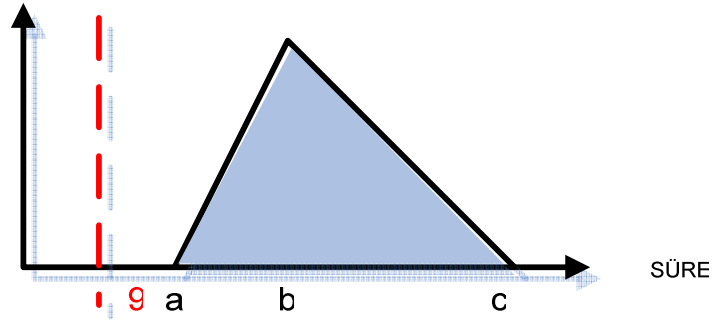
Bu durumda mavi boyalı alan istenmeyen alanı temsil eder. Sürenin 9 saati aşma olasılığı bulunur. Ancak ortalama süre 9 saati geçmediğinden kabul edilebilir bir çözüm olarak ele alınır. Olasılık ile ceza katsayısı çarpılarak ceza maliyeti oluşur.

- $a \leq 9 < b$ ise:



İstenmeyen bir durumdur. Sürenin 9 saati aşma olasılığı yüksektir. Ceza katsayısı ve olasılık çarpılarak ceza maliyeti bulunur.

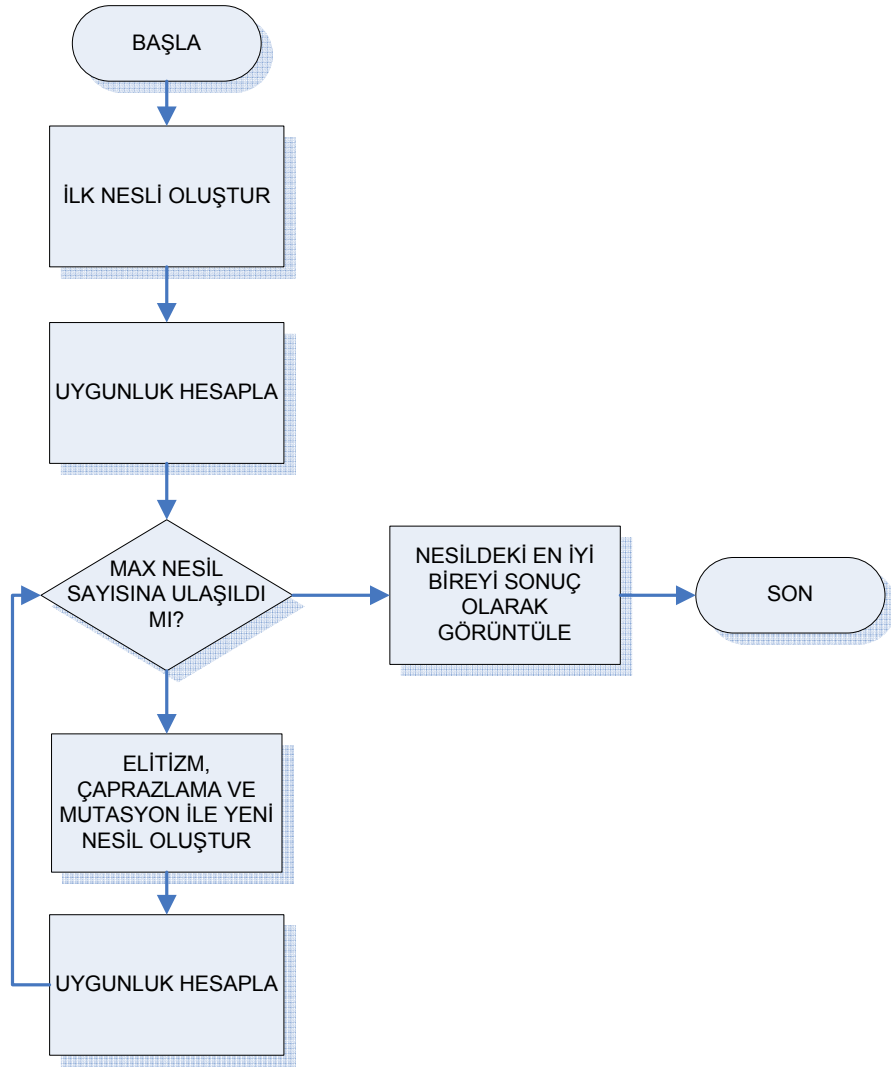
- $a \geq 9$ ise:



İstenmeyen bir durumdur. Bu nedenle böyle bir çözüm için çok yüksek bir maliyet ceza maliyeti olarak eklenir.

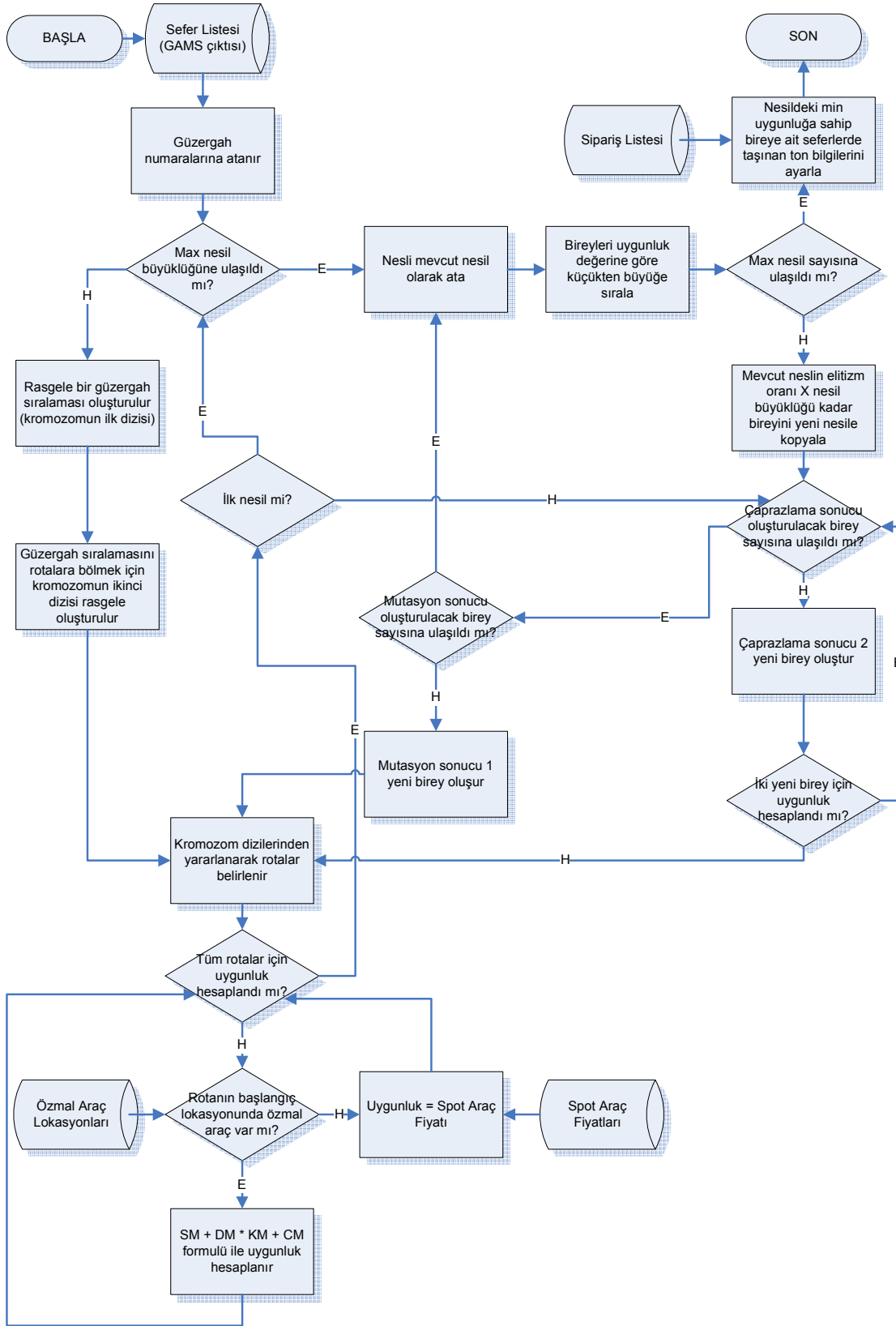
Araç maliyetleri ve ceza maliyetlerinin toplamı her birey için uygunluk değeri olarak ele alınır ve bu değer göz önünde bulundurularak bireyler arası kıyaslama yapılabilir. En düşük maliyetli birey en uygun birey olarak karşımıza çıkar.

Genetik algoritmanın yukarıda anlatılan işleyişi aşağıdaki akış şemasında genel olarak görülmektedir:



Şekil 6.11 Genetik algoritmanın işleyişi

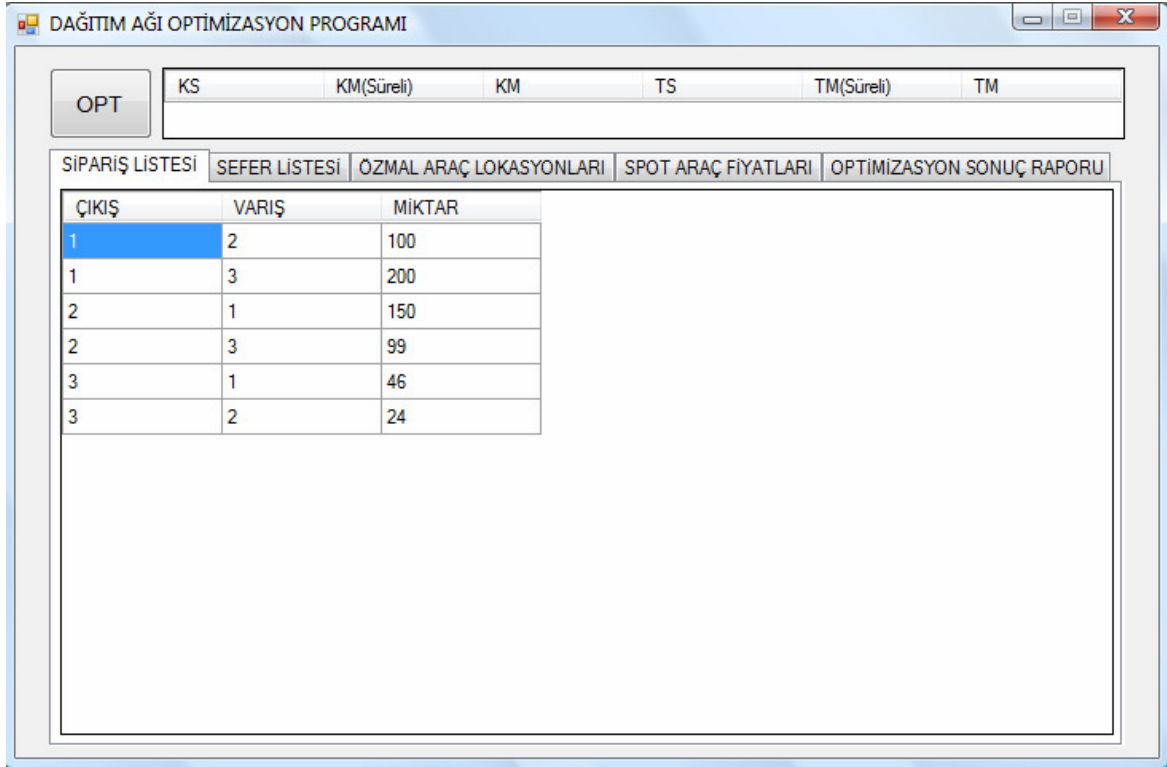
Yazılan dağıtım ağı optimizasyon programındaki genel süreç akışı ise Şekil 6.12’de gösterilmiştir.



Şekil 6.12 DAOPT programının genel işleyişi

6.2 Örnek Problem ve Çözümü

Örnek problemde 3 farklı lokasyon mevcuttur. Bu lokasyonlar arasında taşınması gereken malzeme miktarları sipariş listesinde görülmektedir.



ÇIKIŞ	VARIŞ	MİKTAR
1	2	100
1	3	200
2	1	150
2	3	99
3	1	46
3	2	24

Şekil 6.13 DAOPT sipariş listesi ekranı

GAMS programı ile bu sipariş listesi araç tiplerine atanmış ve güzergahlar arasında hangi araç tipi ile kaç adet sefer yapılması gerektiği bulunmuştur. Buna göre kamyonla 6 adet güzergah, tırla ise 17 adet güzergah arasında sefer yapılacaktır.

DAĞITIM AĞI OPTİMİZASYON PROGRAMI

OPT KS KM(Sürelî) KM TS TM(Sürelî) TM

SİPARİŞ LİSTESİ SEFER LİSTESİ ÖZMAL ARAÇ LOKASYONLARI SPOT ARAÇ FİYATLARI OPTİMİZASYON SONUÇ RAPORU

ÇIKIŞ	VARIŞ	ARAÇ TİPİ	ADET
1	2	K	2
1	2	T2	2
1	3	K	1
1	3	T2	6
2	1	T2	5
2	3	K	2
2	3	T2	2
3	1	K	1
3	1	T1	1
3	2	T1	1

Şekil 6.14 DAOPT sefer listesi ekranı

Özmal araçların hangi lokasyonlarda kaç adet olduğu aşağıdaki ekranda görülmektedir. Buna göre her lokasyonda 1'er adet kamyon ve 2'şer adet tır bulunmaktadır.

DAĞITIM AĞI OPTİMİZASYON PROGRAMI

OPT KS KM(Sürelî) KM TS TM(Sürelî) TM

SİPARİŞ LİSTESİ SEFER LİSTESİ ÖZMAL ARAÇ LOKASYONLARI SPOT ARAÇ FİYATLARI OPTİMİZASYON SONUÇ RAPORU

LOKASYON	KAMYON SAYISI	TIR SAYISI
1	1	2
2	1	2
3	1	2

Şekil 6.15 DAOPT özmal araç lokasyonları ekranı

Spot araç fiyatları ise örnek problem için kamyonlarda 200 TL turlarda ise 400 TL olarak alınmıştır.

ARAÇ TIPI	ÇIKIŞ	VARIŞ	FİYAT
K	1	2	200
K	1	3	200
K	2	1	200
K	2	3	200
K	3	1	200
K	3	2	200
T	1	2	400
T	1	3	400
T	2	1	400
T	2	3	400
T	3	1	400
T	3	2	400

Şekil 6.16 DAOPT spot araç fiyatları ekranı

Örnek problem için genetik algoritmanın parametreleri aşağıdaki gibi seçilmiştir:

- Nesil büyüklüğü : 200
- Maksimum iterasyon sayısı : 100
- Elitizm oranı : 0.1
- Çaprazlama oranı : 0.8
- Mutasyon oranı : 0.1

Program OPT butonuna basılıp çalıştırıldığında “Optimizasyon sonuç raporu” elde edilmektedir. Bu raporda hangi tip aracın, ne şekilde tedarik edildiği, rotaların ayrıntılı güzergah listesi, güzergahlarda kaç ton malzeme taşındığı, boş seferlerin olup olmadığı, toplam maliyet, toplam kilometre bilgileri ile eğer özmal araç kullanımı söz konusuysa tüm bu bilgilerin yanında ayrıca rotanın minimum, ortalama ve maksimum ne kadar süre ile tamamlanacağı ile 9 saatlik süre sınırını aşma olasılığı bilgilerine ulaşılabilir.

OPT butonunun yanındaki kısımda ise siparişlerin karşılanması için toplamda ne kadar özmal ve spot araç kullanılması gerektiği bilgisi ile, ceza maliyeti dahil ve hariç ne kadarlık bir maliyet ortaya çıktığı bilgisi görülebilir.

The screenshot shows the 'DAĞITIM AĞI OPTİMİZASYON PROGRAMI' window. At the top, there is a table with columns: OPT, KS, KM(Sürelî), KM, TS, TM(Sürelî), and TM. The row for '1 O, 1 S' is highlighted. Below the table, there are tabs for 'SİPARİŞ LİSTESİ', 'SEFER LİSTESİ', 'ÖZMAL ARAÇ LOKASYONLARI', 'SPOT ARAÇ FİYATLARI', and 'OPTİMİZASYON SONUÇ RAPORU'. The 'OPTİMİZASYON SONUÇ RAPORU' tab is active, displaying 'KAMYON ROTA BİLGİLERİ' and 'TIR ROTA BİLGİLERİ'.

OPT	KS	KM(Sürelî)	KM	TS	TM(Sürelî)	TM
	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	4006,62	3943,46

KAMYON ROTA BİLGİLERİ

Rota 0:
Araç tedarik tipi: Özmal
Toplam km: 580
İyimser süre: 6,44
Ortalama süre: 8,92
Kötümser süre: 16,57
Maliyet (süre katsayısı ile): 548,68
Maliyet: 468,26
Seferler:
1 lokasyonundan 2 lokasyonuna 20 TON
2 lokasyonundan 3 lokasyonuna 20 TON
3 lokasyonundan 1 lokasyonuna 20 TON
1 lokasyonundan 2 lokasyonuna 20 TON
2 lokasyonundan 3 lokasyonuna 20 TON

Rota 1:
Araç tedarik tipi: Spot
Toplam km: 200
Maliyet: 200
Seferler:
1 lokasyonundan 3 lokasyonuna 20 TON

TIR ROTA BİLGİLERİ

Rota 0:

Şekil 6.17 DAOPT optimizasyon sonuç raporu ekranı

Yukarıdaki çözümde 1 özmal kamyon, 1 spot kamyon, 6 özmal tır ve 3 spot tır kullanılmış ve ceza maliyeti hariç kamyonlar için 668,26 TL, tırlar için ise 3943,46 TL maliyet ortaya çıkmıştır. Siparişlerin karşılanmasındaki toplam maliyet bu çözüm için 4611,72 TL olarak belirlenmiştir.

Optimizasyon sonuç raporuna bakıldığında ise özmal kamyonun toplamda 580 km yol gideceği, bu mesafeyi en iyi ihtimalle 6,44 saatte, en kötü ihtimalle 16,57 saatte ve ortalama 8,92 saatte alacağı görülmektedir. Kamyon 1 lokasyonundan yola çıkıp 3 lokasyonunda rotayı tamamlamaktadır. Buna göre önce 1 lokasyonunda 2 lokasyonuna 20 ton yük taşımış, burda yükü boşalttıktan sonra 20 tonluk başka bir yükü 3 lokasyonuna götürmüş, buradan 1 lokasyonuna, daha sonra 2, ve son olarak da 3 lokasyonuna 20'şer tonluk dolu seferler yapmıştır. Ceza maliyeti dahil bu kamyon rotasının maliyeti 548,68 TL, ceza maliyeti hariç ise 468,26 TL olarak hesaplanmıştır.

Spot kamyonun ise 1 lokasyonundan 3 lokasyonuna 20 tonluk yük götürdüğü ve bunun maliyetinin 200 TL olduğu görülmektedir.

En iyi sonucu bulmak ve programın çalışmasını analiz etmek için program 100 defa çalıştırılmış ve Ek – 1’deki sonuçlara ulaşılmıştır. Bu 100 sonuç arasındaki en iyi çözüm kırmızıyla işaretlenmiştir. Bulunan optimal çözüme ait bilgiler ise aşağıdaki gibidir:

KAMYON ROTA BİLGİLERİ

Rota 0:

Araç tedarik tipi: Özmal
 Toplam km: 580
 İyimser süre: 6,44
 Ortalama süre: 8,92
 Kötümser süre: 16,57
 Maliyet (süre katsayısı ile): 548,68
 Maliyet: 468,26
 Seferler:
 1 lokasyonundan 2 lokasyonuna 20 TON
 2 lokasyonundan 3 lokasyonuna 20 TON
 3 lokasyonundan 1 lokasyonuna 20 TON
 1 lokasyonundan 2 lokasyonuna 20 TON
 2 lokasyonundan 3 lokasyonuna 20 TON

Rota 1:

Araç tedarik tipi: Spot
 Toplam km: 200
 Maliyet: 200
 Seferler:
 1 lokasyonundan 3 lokasyonuna 20 TON

TIR ROTA BİLGİLERİ

Rota 0:

Araç tedarik tipi: Özmal
 Toplam km: 580
 İyimser süre: 6,44
 Ortalama süre: 8,92
 Kötümser süre: 16,57
 Maliyet (süre katsayısı ile): 808,26
 Maliyet: 689,91
 Seferler:
 1 lokasyonundan 3 lokasyonuna 30 TON
 3 lokasyonundan 2 lokasyonuna BOŞ SEFER
 2 lokasyonundan 1 lokasyonuna 30 TON
 1 lokasyonundan 2 lokasyonuna 30 TON
 2 lokasyonundan 3 lokasyonuna 30 TON

Rota 1:

Araç tedarik tipi: Özmal
 Toplam km: 400
 İyimser süre: 4,44
 Ortalama süre: 6,15
 Kötümser süre: 11,43
 Maliyet (süre katsayısı ile): 553,51
 Maliyet: 527,91
 Seferler:

1 lokasyonundan 2 lokasyonuna 30 TON
 2 lokasyonundan 1 lokasyonuna 30 TON
 1 lokasyonundan 3 lokasyonuna 30 TON

Rota 2:

Araç tedarik tipi: Özmal
 Toplam km: 390
 İyimser süre: 4,33
 Ortalama süre: 6
 Kötümser süre: 11,14
 Maliyet (süre katsayısı ile): 536,08
 Maliyet: 515,11
 Seferler:

3 lokasyonundan 2 lokasyonuna 24 TON
 2 lokasyonundan 1 lokasyonuna 30 TON
 1 lokasyonundan 3 lokasyonuna 30 TON

Rota 3:

Araç tedarik tipi: Özmal
 Toplam km: 480
 İyimser süre: 5,33
 Ortalama süre: 7,38
 Kötümser süre: 13,71
 Maliyet (süre katsayısı ile): 664,9
 Maliyet: 597,91
 Seferler:

2 lokasyonundan 3 lokasyonuna 29 TON
 3 lokasyonundan 2 lokasyonuna BOŞ SEFER
 2 lokasyonundan 1 lokasyonuna 30 TON
 1 lokasyonundan 3 lokasyonuna 30 TON

Rota 4:

Araç tedarik tipi: Özmal
 Toplam km: 400
 İyimser süre: 4,44
 Ortalama süre: 6,15
 Kötümser süre: 11,43
 Maliyet (süre katsayısı ile): 545,51
 Maliyet: 519,91
 Seferler:

3 lokasyonundan 1 lokasyonuna 26 TON
 1 lokasyonundan 3 lokasyonuna 30 TON

Rota 5:

Araç tedarik tipi: Özmal
 Toplam km: 300
 İyimser süre: 3,33
 Ortalama süre: 4,62
 Kötümser süre: 8,57
 Maliyet (süre katsayısı ile): 435,91
 Maliyet: 435,91
 Seferler:

2 lokasyonundan 1 lokasyonuna 30 TON
 1 lokasyonundan 3 lokasyonuna 30 TON

Bu çözüme göre 1 adet özmal kamyon, 1 adet spot kamyon ve 6 adet özmal tır kullanılarak tüm siparişler karşılanmaktadır. Kamyonların toplam maliyeti ceza maliyeti hariç 668,26 TL olarak hesaplanmış, tır maliyeti ise ceza maliyeti hariç toplamda 3286,66 TL olarak bulunmuştur. Böylece bu çözümde toplam maliyet 3954,92 TL olarak karşımıza çıkar.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada farklı kapasitelere ve farklı maliyetlere sahip araçlar kullanarak dağıtım yapan lojistik firmalarına, müşterilerinin siparişlerini karşılarken, düşük maliyetli rota önerileri sağlamak amacıyla bir model geliştirilmiştir. Modelde siparişleri farklı kapasitedeki araçlara atamak için karmaşık tamsayılı programlama kullanılmış, daha sonra buradan hareketle uygun rotalar genetik algoritma yardımıyla hesaplanmıştır.

Örnek problem çözümü incelendiğinde, bulunan çözümün kabul edilebilir nitelikte ve düşük maliyetli bir çözüm olduğu görülmektedir.

Ek – 1’deki tabloyu incelediğimizde 6 adet kamyon güzergahının rotalanmasında optimal sonucu bulma olasılığının yüksek olduğu, güzergah sayısının daha fazla olduğu tır rotalamasında ise bulunan sonuçlarda değişkenlik olduğu gözlenmektedir. Problemin boyutu arttıkça çözümü bulmanın zorlaşması normaldir. Ancak ele alınan problemin karmaşıklığı düşünüldüğünde, programın çözüm bulma zamanı çok kısa olduğu için, bulunan optimal çözüm, çevik bir yapıda olma zorunluluğu olan günümüz lojistik firmalarında oldukça yararlı ve yol gösterici nitelikte olacaktır.

Bu çalışma literatürde farklı kısıtlarla ele alınan araç rotalama problemlerini kapsayan bir model önerisi getirmiştir. Buna göre oluşturulan modelin içeriğini oluşturan problemler ve bu problemleri ele alan örnek çalışmalar aşağıda listelenmiştir:

- Kapasite kısıtlı araç rotalama problemi
 - Wang, C., Lu, J., (2009)
 - Lin, S., Lee, Z., Ying, K., Lee, C., (2009)
- Açık uçlu araç rotalama problemi
 - Fleszar, K., Osman, İ.H., Hindi, K.S., (2009)
 - Repoussis, P.P., Tarantilis, C.D., Bräysy, O., Ioannou, G., (2008)
- Rota dengelemesi ile araç rotalama problemi
 - Jozefowicz, N., Semet, F., Talbi, E., (2009)
- Zaman kısıtlı araç rotalama problemi
 - Li, J., Mirchandani, P.B., Borenstein, D., (2009)
 - Dondo, R.G., Cerdá, J., (2009)
 - Hadjar, A., Soumis, F., (2009)
 - Chen, H., Hsueh, C., Chang, M., (2009)
 - Li, J., Mirchandani, P.B., Borenstein, D., (2009)
- Karma filo kullanan araç rotalama problemi
 - Lina, S., Yub, V.F., Choub, S., (2009)

- Brandão, J., (2009)
- Liu, S., Huang, W., Ma, H., (2009)
- Prins, C., (2008)
- Tan, K.C., Chew, Y.H., Lee, L.H., (2006)

Çalışmanın, literatürde bulunan araç rotalama problemini ele alan diğer çalışmalarda farkları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Zaman kısıtlı araç rotalama problemlerinden farklı olarak, hız limitlerinden yararlanarak aracın ne kadar sürede rotasını tamamlayacağı hakkında gerçeğe yakın fikirler elde etmek amacıyla iyimser süre, kötümser süre ve ortalama süre saptamaları yapılmıştır. Oluşturulan üçgensel dağılımdan yararlanılarak süre kısıtını aşma durumunda rota maliyetine olasılık hesabından yola çıkılarak ceza maliyeti eklenmiştir. Böylece hem rotaların zaman kısıtını aşmaması sağlanmış hem de rotalar dengelenmiştir.
- Karma filo kullanmanın yanında aracın ne şekilde tedarik edildiği de probleme bir kısıt olarak dahil edilmiştir. Kamyon ve tır araçları lojistik firmasının kendi özmaları olabilir ya da dışarıdan spot olarak tedarik edilebilir.
- Farklı araç tiplerini kullanmanın getirdiği farklı kapasiteler problemi farklılaştıran bir diğer noktadır.
- Genetik algoritmada kullanılan kromozom yapısı iki kademeli bir yapıdadır. Programlama bakımından kolaylık sağladığı için iki boyutlu dizi mantığı kullanılmıştır.
- Oluşturulan model lojistik firmalarının karşı karşıya olduğu günlük araç rotalama problemini ele almaktadır. Model, gerçek hayatta kullanılabilir, basit, etkili ve kullanışlı bir çözüm ortaya koymaktadır.

Bu çalışmadan yararlanılarak, ileriki çalışmalarda aynı araçla taşınması sakıncalı olan veya farklı araç tipleriyle taşınması gereken malzemeler de probleme kısıt olarak dahil edilip, lojistik firmaları için çok daha kullanışlı bir çözüm sunulabilir. Ayrıca araçların lokasyonlar arasında yer değiştirmesine izin veren daha esnek programlama çalışmaları da lojistik firmalarının dağıtım ağı optimizasyonu çalışmalarında yararlanabileceği bir kaynak olacaktır.

KAYNAKLAR

- Algan, S., (2003), Her Yönüyle C#, Pusula Yayınevi, İstanbul.
- Brandão, J., (2009), “A deterministic tabu search algorithm for the fleet size and mix vehicle routing problem”, *European Journal of Operational Research*, 195: 716–728.
- Chen, H., Hsueh, C., Chang, M., (2009), “Production scheduling and vehicle routing with time windows for perishable food products”, *Computers & Operations Research*, 36: 2160 – 2172.
- Dondo, R.G., Cerdá, J., (2009), “A hybrid local improvement algorithm for large-scale multi-depot vehicle routing problems with time windows”, *Computers and Chemical Engineering*, 33: 513–530.
- Emel, G.G., Taşkın, Ç., (2002), “Genetik Algoritmalar Ve Uygulama Alanları”, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1): 129 – 152.
- Ernst, A.T., Horn, M., Krishnamoorthy, M., Kilby, P., Degenhardt, P., Moran, M., (2007), “Static and dynamic order scheduling for recreational rental vehicles at tourism holdings limited”, *Interfaces*, 37(4): 334 – 341.
- Erol, V., (2006), “Araç rotalama problemleri için populasyon ve komşuluk tabanlı metasezgisel bir algoritmanın tasarımı ve uygulaması”, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Fleszar, K., Osman, İ.H., Hindi, K.S., (2009), “A variable neighbourhood search algorithm for the open vehicle routing problem”, *European Journal of Operational Research*, 195: 803–809.
- Flisberg, P., Lidén, B., Rönnqvist, M., (2009), “A hybrid method based on linear programming and tabu search for routing of logging trucks”, *Computers & Operations Research*, 36: 1122 – 1144.
- Fuellerer, G., Doerner, K.F., Hartl, R.F., Iori, M., (2009), “Ant colony optimization for the two-dimensional loading vehicle routing problem”, *Computers & Operations Research*, 36: 655 – 673.
- Hadjar, A., Soumis, F., (2009), “Dynamic window reduction for the multiple depot vehicle scheduling problem with time windows”, *Computers & Operations Research*, 36: 2160 – 2172.
- Hemmelmayr, V.C., Doerner, K.F., Hartl, R.F., (2009), “A variable neighborhood search heuristic for periodic routing problems”, *European Journal of Operational Research*, 195: 791–802.
- Ho, W., Ho, G.T.S., Ji, P., Lau, H.C.W., (2007), “A hybrid genetic algorithm for the multi-depot vehicle routing problem”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21: 548–557.
- İgeme – İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, (2005), *Lojistik Raporu*.
- Jozefowicz, N., Semet, F., Talbi, E., (2009), “An evolutionary algorithm for the vehicle routing problem with route balancing”, *European Journal of Operational Research*, 195: 761–769.
- Karahan, A., (2003) "Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Faaliyetlerinin Optimize

Edilmesine Yönelik Bir Model Tasarımı", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Krajewska, M.A., Kopfer, H., (2008), "Transportation planning in freight forwarding companies – Tabu search algorithm for the integrated operational transportation planning problem", *European Journal of Operational Research*, 197: 741–751.

Lau, H.C.W., Chan, T.M., Tsui, W.T., Chan, F.T.S., Ho, G.T.S., Choy, K.L., (2009), "A fuzzy guided multi-objective evolutionary algorithm model for solving transportation problem", *Expert Systems with Applications*, 36: 8255–8268.

Li, J., Mirchandani, P.B., Borenstein, D., (2009), "Real-time vehicle rerouting problems with time windows", *European Journal of Operational Research*, 194: 711–727.

Lin, S., Lee, Z., Ying, K., Lee, C., (2009), "Applying hybrid meta-heuristics for capacitated vehicle routing problem", *Expert Systems with Applications*, 36: 1505–1512.

Lina, S., Yub, V.F., Choub, S., (2009), "Solving the truck and trailer routing problem based on a simulated annealing heuristic", *Computers & Operations Research*, 36: 1683 – 1692.

Liu, S., Huang, W., Ma, H., (2009), "An effective genetic algorithm for the fleet size and mix vehicle routing problems", *Transportation Research*, 45: 434–445.

Marasco, A., (2008), "Third-party logistics: A literature review", *Int. J. Production Economics*, 113: 127–147.

Prins, C., (2008), "Two memetic algorithms for heterogeneous fleet vehicle routing problems", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Artical In Press.

Quattro Business Consulting, (2008), "Türkiye Lojistik Sektörü Araştırması".

Repoussis, P.P., Tarantilis, C.D., Bräysy, O., Ioannou, G., (2008), "A hybrid evolution strategy for the open vehicle routing problem", *Computers & Operations Research*, Artical In Press.

Şen, E., (2008), "Kobi'lerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Arttırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi", IGEME – İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi.

Tan, K.C., Chew, Y.H., Lee, L.H., (2006), "A hybrid multi-objective evolutionary algorithm for solving truck and trailer vehicle routing problems", *European Journal of Operational Research*, 172: 855–885.

Tokaylı, M.A., (2005), "Zaman Pencereyi Araç Rotalama Problemi İçin Bir Karar Destek Sistemi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Wang, C., Lu, J., (2009), "A hybrid genetic algorithm that optimizes capacitated vehicle routing problems", *Expert Systems with Applications*, 36: 2921–2936.

Zachariadis, E.E., Tarantilis, C.D., Kiranoudis, C.T., (2009), "A Guided Tabu Search for the Vehicle Routing Problem with two-dimensional loading constraints", *European Journal of Operational Research*, 195: 729–743.

Zachariadis, E.E., Tarantilis, C.D., Kiranoudis, C.T., (2009), "A hybrid metaheuristic algorithm for the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up service", *Expert Systems with Applications*, 36: 1070–1081.

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] http://web.sakarya.edu.tr/~ukula/ders2not_tzy2008.pdf
- [2] <http://www.borusanlojistik.com/>
- [3] <http://www.gams.com/>
- [4] <http://www.microsoft.com/express/>
- [5] <http://www.kgm.gov.tr/>
- [6] <http://www.sciencedirect.com/>
- [7] <http://cscmp.org/>
- [8] <http://www.igeme.org.tr/>

EKLER

Ek 1 Dağıtım ağı optimizasyon programının 100 defa çalıştırılması sonucunda elde edilen çözüm değerleri

Ek 1 Dağıtım ağı optimizasyon programının 100 defa çalıştırılması sonucunda elde edilen çözüm değerleri

	<i>Kamyon Sayısı</i>	<i>Kamyon Maliyeti (ceza maliyeti dahil)</i>	<i>Kamyon Maliyeti (ceza maliyeti hariç)</i>	<i>Tır Sayısı</i>	<i>Tır Maliyeti (ceza maliyeti dahil)</i>	<i>Tır Maliyeti (ceza maliyeti hariç)</i>
1	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	4057,75	3717,15
2	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3904,90	3774,75
3	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3988,17	3806,66
4	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	3843,62	3558,75
5	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	4018,50	3862,75
6	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3924,97	3718,66
7	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3875,95	3590,66
8	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3918,34	3783,55
9	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3760,19	3581,86
10	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3935,04	3774,75
11	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3906,51	3774,75
12	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	4301,84	4110,66
13	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3974,06	3783,55
14	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3760,18	3502,66
15	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3935,86	3806,66
16	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	4076,44	3952,26
17	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 0 S	3544,18	3286,66
18	2 O, 1 S	791,17	776,92	6 O, 2 S	4052,02	3894,66
19	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3848,81	3718,66
20	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 4 S	4062,45	3999,55
21	2 O, 1 S	791,17	776,92	6 O, 2 S	3904,54	3718,66
22	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 4 S	4315,69	4179,55
23	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	4040,76	3806,66
24	2 O, 1 S	791,17	776,92	6 O, 2 S	4050,16	3894,66
25	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3938,07	3806,66
26	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	4011,00	3943,46
27	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 4 S	4252,74	4159,46
28	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3999,66	3797,86
29	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3764,97	3502,66
30	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3824,19	3590,66
31	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3888,00	3727,46
32	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 4 S	4210,45	4168,26
33	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	3842,01	3558,75
34	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3786,51	3581,86
35	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	3791,61	3558,75
36	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	4084,34	3965,46
37	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	4057,02	3943,46
38	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3892,13	3727,46
39	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	4193,91	3987,06
40	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	3765,85	3558,75
41	2 O, 1 S	791,17	776,92	5 O, 3 S	4099,61	3866,75
42	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	3791,61	3558,75
43	2 O, 1 S	791,17	776,92	5 O, 2 S	3791,61	3558,75
44	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	3993,76	3934,66
45	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3937,54	3678,66
46	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	4051,10	3894,66
47	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3854,13	3718,66
48	2 O, 1 S	791,17	776,92	6 O, 2 S	3847,16	3718,66
49	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	3905,21	3646,75
50	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	4025,83	3797,86

51	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3798,15	3718,66
52	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3749,36	3511,46
53	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3874,16	3718,66
54	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3913,91	3774,75
55	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3802,78	3718,66
56	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3955,99	3774,75
57	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	3842,68	3558,75
58	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3829,40	3736,26
59	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3980,81	3774,75
60	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3714,14	3502,66
61	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3896,98	3669,86
62	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3848,56	3718,66
63	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	4018,50	3862,75
64	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3673,20	3511,46
65	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3918,34	3783,55
66	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3658,16	3502,66
67	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3874,06	3718,66
68	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3849,38	3718,66
69	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3903,25	3774,75
70	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3734,58	3502,66
71	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3988,83	3806,66
72	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3932,20	3792,35
73	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	4041,44	3934,66
74	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3811,80	3718,66
75	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3948,31	3797,86
76	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3865,14	3727,46
77	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3992,85	3678,66
78	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3904,90	3774,75
79	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	4022,93	3806,66
80	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	4019,75	3806,66
81	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 4 S	4296,65	4166,75
82	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3786,34	3502,66
83	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3798,72	3718,66
84	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3798,72	3718,66
85	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	4157,10	4022,66
86	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3957,27	3792,35
87	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 0 S	3809,55	3453,86
88	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3815,58	3731,46
89	2 O, 1 S	791,17	776,92	6 O, 3 S	4071,14	3952,26
90	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 4 S	4123,73	3999,55
91	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3802,78	3718,66
92	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 1 S	3886,09	3581,86
93	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	3916,58	3637,95
94	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3919,69	3783,55
95	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	3943,73	3727,46
96	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 3 S	4003,52	3943,46
97	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 3 S	3919,02	3783,55
98	2 O, 1 S	791,17	776,92	6 O, 2 S	3997,18	3806,66
99	1 O, 1 S	748,68	668,26	6 O, 2 S	4132,00	3894,66
100	1 O, 1 S	748,68	668,26	5 O, 2 S	3764,91	3558,75

ÖZGEÇMİŞ**Adı Soyadı** E. Gözde Çağlar**Doğum Tarihi** 28.03.1985**Doğum Yeri** Ağrı**Öğrenim Gördüğü Okullar**

Lise	1999–2001 2001–2002	Malatya Fen Lisesi Malatya Sümer Lisesi
Lisans	2003–2007	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fak. Endüstri Mühendisliği Bölümü
Çift Lisans	2004–2008	Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Metalürji Fak. Matematik Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2007–2009	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Çalıştığı kurum(lar)

2008–2009	Borusan Lojistik , Management Trainee
2009–Devam ediyor	Prodea, SAP Satış ve Dağıtım Modül Danışmanı

Yabancı Dil Bilgisi

İngilizce (ileri seviye)